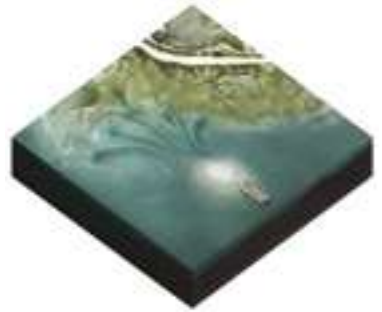


Building with Nature



**Membuat,
Melaksanakan,
dan meningkatkan
Solusi-Solusi
Berkas Alam**



Editors

**Erik van Eekelen
Matthijs Bouw**

Building with Nature

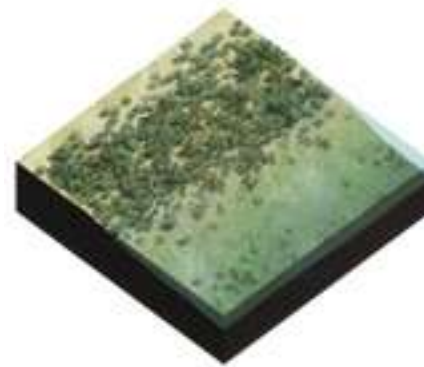
Membangun bersama Alam

Membangun bersama Alam menandai berakhirnya program Membangun bersama Alam II EcoShape. EcoShape adalah sebuah konsorsium kontraktor, perusahaan teknik, institut penelitian, LSM, dan otoritas pemerintah yang beroperasi dengan fokus pada alam, teknik, dan masyarakat. Sejak tahun 2008, para peneliti EcoShape telah melakukan sejumlah proyek percontohan untuk menguji dan menganalisis pendekatan-pendekatan Membangun bersama Alam dengan skala yang sesuai. Sejak awal, konsorsium tersebut telah memelopori dua program penelitian: Membangun bersama Alam (€32 juta, 2008–2013) dan Membangun bersama Alam II (€48 juta, 2014–2020). Melalui program-program ini, EcoShape telah menyusun, menganalisis, dan mengubah pelajaran praktis dari lapangan menjadi serangkaian pedoman umum yang diuraikan di sini. Buku ini merupakan referensi yang sangat penting bagi pihak mana pun yang melakukan pekerjaan infrastruktur terkait dengan air dan ditujukan untuk mendorong penerapan Membangun bersama Alam secara lebih luas.

Buku ini dikembangkan secara bersama-sama melalui kemitraan di antara EcoShape dan One Architecture & Urbanism.

Publikasi ini dikembangkan melalui kemitraan EcoShape dan One Architecture & Urbanism, dan diterjemahkan ke Bahasa Indonesia, dilaksanakan oleh Wetlands International Indonesia.

Diterjemahkan ke Bahasa Indonesia, dilaksanakan oleh Wetlands International Indonesia.



Building with Nature

Membangun bersama Alam

**Membuat, Melaksanakan, dan
meningkatkan Solusi-Solusi
Berdasarkan Alam**

Editor
Erik van Eekelen Matthijs Bouw

Dari para editor

Melalui buku ini, kami bermaksud untuk memberikan inspirasi dalam penerapan konsep *Building with Nature*. Pendekatan rancangan interdisiplin ilmu tersebut memberikan solusi-solusi pembangunan berkelanjutan bagi pantai, sungai, delta, dan kota kita. Pendekatan tersebut memanfaatkan kekuatan alam untuk memberikan nilai tambah baik kepada alam maupun manusia. *Building with Nature* menanggapi tantangan-tantangan yang mendesak dari kenaikan permukaan laut, tekanan panas, kekeringan, dan hilangnya keanekaragaman hayati.

Buku ini memilih berbagai konsep *Building with Nature* yang telah teruji dan disempurnakan melalui dua program pengembangan pengetahuan EcoShape. Terdapat hampir tiga puluh konsep yang dimasukkan dan dipadukan ke dalam enam lanskap fiktif. Lengkap dengan visualisasi, deskripsi, dan contoh penerapan di seluruh dunia, kami mengusulkan agar buku ini dijadikan sebagai titik awal bagi studi dan keterlibatan lebih lanjut. Tujuan kami adalah untuk memperkenalkan potensi dari konsep *Building with Nature*. Meskipun karya ini bukan ikhtisar dari penelitian ilmiah saat ini atau pedoman teknik, namun kami memberikan sumber daya lebih lanjut dalam setiap bab tentang lanskap serta pedoman teknis untuk pendalaman materi ini pada platform online EcoShape.

Bab tentang lanskap diselingi dengan wawancara, *roundtable*, dan cerita lokal untuk memberikan konteks dan pemahaman pribadi tentang proyek *Building with Nature*. Orang-orang yang memiliki pengalaman secara langsung dalam membuat, melaksanakan, dan meningkatkan Solusi-Solusi Berbasis Alam membahas tentang keadaan saat ini dari pengembangan pengetahuan serta tantangan-tantangan bagi ilmu pengetahuan, tata kelola, dan kolaborasi antara beberapa disiplin ilmu, dengan menekankan peran penting dari masyarakat lokal. Buku ini diakhiri dengan penyajian enam kategori alat (*tools*), atau “pendukung,” yang muncul dalam penelitian, program percontohan, dan proyek EcoShape selama dua belas tahun. Pendukung tersebut memberikan fokus bagi penelitian di masa depan serta panduan mendasar bagi para perancang Solusi Berbasis Alam.

Erik van Eekelen dan Matthijs Bouw



Untuk mencari sumber daya,
pedoman, dan informasi umum
kunjungi ecoshape.org

Daftar isi

5	Daftar Isi
8	Pendahuluan
14	Apa yang dimaksud dengan <i>Building with Nature</i> ?
20	Belajar dari tapak
35	A Pantai Berpasir
57	Merancang, Merekayasa, dan <i>Building with Nature</i> : wawancara
67	B Pantai Berlumpur
89	Masyarakat: <i>roundtable</i>
107	C Danau Dataran Rendah
129	Ilmu Pengetahuan: <i>roundtable</i>
139	D Sungai dan Muara
161	Kerjasama Tim: <i>roundtable</i>
179	E Kota
201	Pelaksanaan: <i>roundtable</i>
211	F Pelabuhan
233	Kepemimpinan: wawancara
242	Pendukung <i>Building with Nature</i>
259	Catatan Tambahan
264	Proyek <i>Building with Nature II</i>
266	Konsep <i>Building with Nature</i>
270	Kontributor
274	Kredit fotografi
280	Kolofon

Kata Pengantar

Iklim ekstrem di masa lalu merupakan kebiasaan baru saat ini. Kita harus beradaptasi dengan suatu keadaan di mana iklim kurang dapat diprediksi dan, dalam banyak hal, kurang menguntungkan daripada sebelumnya di masa lalu. Apabila kita tidak meningkatkan upaya adaptasi secara signifikan, kita akan menanggung beban bagi manusia dan beban sosial yang sangat berat: penambahan sebanyak 100 juta orang miskin pada tahun 2030 dan kerugian akibat banjir di kota-kota pesisir yang meningkat hingga \$1 triliun per tahun pada tahun 2050. Perlindungan dan perbaikan lingkungan alami akan menjadi bagian yang sangat penting dalam menanggapi ancaman-ancaman ini. Lahan basah dapat menyerap air dari hujan deras untuk mengurangi risiko banjir di darat. Ruang hijau perkotaan dan saluran air (*waterways*) membantu mengurangi dampak dari gelombang panas. Di daerah pesisir, terumbu karang yang sehat dapat mengurangi gelombang laut cuaca ekstrem, yang memitigasi dampak gelombang badai dan kenaikan permukaan laut bagi lebih dari 100 juta orang saat ini. Akan tetapi, 99 persen dari terumbu karang dunia menghadapi risiko karena kenaikan suhu rata-rata sebesar kurang dari dua derajat Celsius. Perlindungan dan promosi lingkungan alami dalam iklim yang berubah-ubah sangat mendesak untuk dilakukan.

Buku ini memuat contoh-contoh yang memberikan inspirasi tentang bagaimana *Building with Nature* dapat memperkuat ketangguhan. Tantangan yang tersisa adalah mengikuti praktik terbaik dan membuatnya menjadi praktik standar kita. *Building with Nature* memberikan manfaat-manfaat yang signifikan: setiap uang yang diinvestasikan dalam Solusi-Solusi Berbasis Alam dapat memberikan hasil sepuluh kali lipat lebih besar daripada penghematan, menurut Komisi Global untuk Adaptasi (Global Commission on Adaptation). Untuk mencapai potensi ini, kita harus mempertimbangkan kembali hubungan antara lingkungan alami dan lingkungan yang sudah terbangun. Sebelumnya, penekanannya adalah pada pengelolaan konflik antara manusia dan ekosistem. Sekarang, kita perlu mencari tahu bagaimana sistem-sistem ini dapat sebaliknya bekerja sama, dengan mengakui bahwa masyarakat yang sehat bergantung pada ekosistem yang sehat. Pusat Global untuk Adaptasi (Global Center on Adaptation) berkomitmen untuk meningkatkan strategi-strategi *Building with Nature*. Meskipun solusi-solusi yang sesuai bergantung pada konteksnya, kami bekerja dengan berbagai mitra yang berbeda untuk menggunakan kemampuan teknis, kepemimpinan politik, dan mekanisme pembiayaan yang disesuaikan yang diperlukan untuk berinvestasi pada alam secara lebih baik. Kami berharap bahwa publikasi ini memotivasi dan memberikan informasi bagi penerapan *Building with Nature* secara lebih luas di masa yang akan datang.

Jaehyang So Direktur Komisi Global untuk Adaptasi

Pendahuluan

Indahnya kompleksitas, secara alamiah

Teman baik saya, Bapak Abir-ul-Jabbar, kepala perencanaan kota, memberitahukan kepada saya, “Hutan mangrove yang menyelamatkan Khulna.” Percakapan tersebut terjadi pada bulan November 2019, hanya beberapa minggu setelah Siklon Bulbul menerjang daratan. Kota ketiga terbesar Bangladesh tersebut terletak di pertemuan Sungai Bhairab, Rupsa, dan Moyur, yang berfungsi sebagai pelabuhan dan pintu gerbang penting di ujung utara Sundarban. Dua kali dinominasikan dalam Daftar Warisan Dunia UNESCO, hutan mangrove yang luar biasa ini dihargai sebagai rumah bagi flora dan fauna yang menakjubkan. Hutan mangrove tersebut dicintai oleh masyarakat setempat karena memberikan mata pencaharian dan menopang wilayah tersebut. Meskipun Sundarban mengalami kerusakan selama siklon, hutan mangrove tersebut sesungguhnya memperlambat kecepatan angin, yang menyelamatkan kota-kota dari kehancuran. Khulna membuktikan nilai jangka panjang dari investasi pada alam, bukan hanya untuk mempertahankan kehidupan sehari-hari akan tetapi juga untuk mengurangi kekuatan bencana iklim yang mengerikan.

Investasi pada alam sekarang harus menjadi satu kesatuan dari pembangunan berkelanjutan. Tantangan-tantangan sosial, ekonomi, budaya, dan lingkungan saat ini pada dasarnya saling bergantung satu sama lain, sama seperti kesempatan pembangunan dan pertumbuhan. Kesalingbergantungan ini menentukan cara kita hidup dan bertumbuh serta seharusnya juga memandu cara kita berinvestasi. Dengan mengakui kenyataan ini, pada tahun 2015, Majelis Umum Perserikatan Bangsa-Bangsa mengadopsi Agenda Pembangunan Berkelanjutan Tahun 2030, termasuk tujuh belas tujuan pembangunan berkelanjutan. Hanya melalui investasi terpadu yang melekat pada ketangguhan alam maka kita dapat mencapai target-target ini dan menjamin masa depan yang berkelanjutan bagi semua orang.

Kita sangat mengetahui akibat bila mengabaikan sistem alami dan dampak sosial dari kerusakan lingkungan. Secara alamiah dan karena bencana, kita melihat akibat bila tidak berinvestasi pada lanskap pantai, jalan air di darat, dan sistem air tanah kita; pada saat kita lalai bekerja sama dengan kekuatan alam, kita terpaksa mengakui kekuatannya karena kondisi kita yang rentan. Selain itu, kelalaian ini terjadi di mana-mana: dalam krisis pengungsi global, dalam setiap banjir, kekeringan, dan bencana yang disebabkan oleh manusia. Demikian juga, sumber daya air dan sistem sanitasi kita secara langsung berhubungan dengan kebersihan dan kesehatan, dan juga dengan kesejahteraan perekonomian lokal. Setiap hari, para perempuan dan anak-anak menghabiskan waktu berjam-jam membawa air dari sumur yang jauh letaknya, daripada berkontribusi pada perkembangan masyarakat mereka. Tanpa sanitasi yang baik di sekolah-sekolah, para siswi sering kali tidak masuk sekolah saat siklus

menstruasi mereka dimulai, sehingga membuat mereka ketinggalan dari para siswa. Ketidaktahanan air mendorong migrasi dan konflik. Memahami sistem alami memberitahukan kepada kita tentang cara memanfaatkan dinamika alam demi memberikan manfaat kepada masyarakat kita dan keuntungan baik bagi alam maupun manusia. Tanpa perspektif holistik yang cukup luas, kita mengabaikan pencegahan dan kesiapan, sehingga pada akhirnya menjadi tergesa-gesa dalam mengatasi kekacauan yang disebabkan oleh bencana-bencana yang seharusnya dapat dicegah.

Pandemi COVID-19 saat ini menyingkapkan kerentanan lingkungan kita dan diskoneksi sosial dengan planet kita serta masa depannya. Upaya bantuan dan pemulihan juga berisiko semakin memperburuk diskoneksi ini. Kemendesakan dan tragedi kemanusiaan akibat pandemi mengaburkan pandangan kita akan tantangan-tantangan mendasar yang ada, yang sesungguhnya menjadi target dari tujuan pembangunan berkelanjutan kita. Karena program yang ada dikurangi secara signifikan, kemudian pengurangan anggaran bantuan, dan pengurangan investasi dalam negeri, maka fokus ekonomi pada pemulihan akan menambah tekanan untuk berinvestasi pada solusi-solusi infrastruktur dan proyek “shovel-ready” yang dapat menstimulasi pekerjaan dalam jangka pendek akan tetapi kurang mempertimbangkan aspek transisi yang berkelanjutan. Tujuan pembangunan berkelanjutan yang kami uraikan lima tahun lalu tetap tidak dapat ditawarkan, sehingga pemulihan program dan anggaran seperti di masa lalu semata tidaklah cukup. Kita harus belajar dari kesalahan, yang mengajarkan kepada kita bukan hanya tentang budaya dan alam, nilai inklusi, dan pentingnya keanekaragaman hayati, akan tetapi juga tentang kapasitas sistem alami untuk melindungi kita dan membangun ketangguhan kita di tengah kejadian iklim yang semakin membahayakan. Belajar secara aktif memungkinkan kita untuk menjadi lebih baik dan mulai berinvestasi secara inklusif, holistik, dan berkelanjutan untuk masa depan yang lebih baik.

Mengaitkan upaya bantuan dan tanggapan COVID-19 dengan program dan tujuan keberlanjutan kami yang ada, dapat memitigasi risiko-risiko saat ini dan yang timbul; terlebih lagi, keterkaitan tersebut memungkinkan transisi berkelanjutan yang kita butuhkan. Oleh karena itu, sangat penting untuk menggunakan paket stimulus dari pemerintah, lembaga keuangan internasional, bank pembangunan multilateral, dan sektor swasta untuk memperkuat perbaikan global, khususnya di antara masyarakat, wilayah, dan sektor yang paling rentan. Dengan investasi yang besar dan strategis, krisis ini juga dapat menjadi kesempatan untuk memperkuat mata rantai terlemah demi mengatalisasi dan meningkatkan secara lebih baik pembangunan berkelanjutan dan tindakan terkait iklim.

Secara politik dan sosial, penting untuk menghubungkan program tanggapan dan pemulihan COVID-19 dengan agenda terkait iklim jangka menengah dan panjang kami. Agar tidak “menyia-nyiakan krisis yang dapat memberikan manfaat,” nilai bersama dan pemahaman umum prioritas harus dikembangkan di seluruh masyarakat kita, melalui semua tingkat pemerintah, lembaga keuangan, lembaga swadaya masyarakat (LSM), dan sektor swasta, serta masyarakat adat, masyarakat yang terpinggirkan dan individu-individu

serupa. Kita harus terus membentuk kembali bidang kelembagaan untuk memenuhi kebutuhan sosial. Secara bersama-sama, kita harus membuat daftar proyek yang mendukung pemulihan dan memajukan tujuan-tujuan pembangunan berkelanjutan. Suatu pendekatan yang sungguh-sungguh terpadu memperkuat koalisi global kita dan berupaya untuk menyelaraskan investasi publik dan swasta. Sama halnya, penting untuk mengembangkan hubungan antara upaya lokal dan domestik dan tujuan penguatan masyarakat sipil secara global. Inklusi, kebutuhan dan tujuan yang terpadu, dan lintasan berkelanjutan merupakan prinsip-prinsip penting yang harus kita teruskan. “Secara alamiah,” kita dapat mempelajari, memajukan, mereplikasi, dan meningkatkan tindakan-tindakan keberlanjutan kita untuk mencapai tujuh belas tujuan pembangunan berkelanjutan tersebut. Kita secara alamiah dapat mempersiapkan diri kita sendiri untuk menyongsong masa depan.

Tindakan berkelanjutan menuntut konsistensi, kesinambungan, dan komitmen. Pengetahuan, kapasitas, dan pengalaman dapat diperoleh dari buku dan tenaga ahli internasional, akan tetapi pengetahuan, budaya, dan keahlian lokal merupakan kunci keberhasilan. Apabila kita ingin menciptakan dunia yang lebih baik, kita harus terlebih dahulu menciptakan suatu lingkungan yang mendukung dengan berinvestasi pada orang dan proses demi mempersatukannya. Kepentingan yang ada dan riwayat ketidakpercayaan menahan kita; untuk mengatasi rintangan ini, kita harus memberikan kesempatan, menciptakan ruang yang aman dan soft space, serta membangun kembali kepercayaan. Dalam kondisi tersebut, semua pemangku kepentingan diberdayakan untuk memperoleh akses ke pengetahuan masing-masing; keberagaman talenta ini menghasilkan pemahaman akan tantangan-tantangan kita secara komprehensif, yang memberikan informasi bagi rencana tindakan kita. Meskipun tujuan-tujuan pembangunan berkelanjutan menempatkan kita dalam lintasan yang inklusif dan holistik, kita harus terus bertanya, apa makna perjalanan ini bagi tindakan-tindakan kita saat ini, sehingga daripada mereplikasi masa lalu, kita dapat berinvestasi pada masa depan? Bagaimana kita dapat mengubah kebiasaan?

Badan air dan sumber daya air merupakan bagian yang sangat penting dari setiap pemulihan berkelanjutan dan masa depan. Proyek terkait air berfokus kepada pertanyaan tentang bagaimana cara menciptakan perubahan melalui serangkaian negosiasi secara menyeluruh melibatkan aspek: alam, budaya, ekonomi, lembaga, dan pemerintah. Hanya dengan cara demikian, investasi pada proyek dan infrastruktur terkait air dapat memberikan beberapa manfaat, bukan hanya bagi lingkungan tetapi juga bagi masyarakat, pemangku kepentingan, dan generasi mendatang. Usulan (*business case*) untuk memastikan keberhasilan proyek dapat dikembangkan melalui pemahaman terpadu akan dampak lingkungan, sosial, dan ekonominya, serta nilai yang dihasilkan sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan.

EcoShape memberikan pendekatan ini. Program *Building with Nature* dari EcoShape menunjukkan nilai yang dapat diraih dari melakukan kegiatan pelibatan dan dengan menciptakan suatu lingkungan yang mendukung untuk memitigasi risiko-risiko terkait iklim, beradaptasi dengan dunia yang sekarang sudah berubah, dan dengan demikian, mencapai tujuan

pembangunan berkelanjutan. Selama tiga belas tahun terakhir, EcoShape telah menunjukkan bagaimana memanfaatkan kekuatan dan proses alami untuk mendorong perubahan yang kita perlukan. EcoShape memberikan arahan untuk berinvestasi pada sistem alam kita, meningkatkan ketangguhan dan keberlanjutan kita, memperkuat keanekaragaman hayati, dan memastikan masa depan yang lebih berkelanjutan bagi semua orang. Pekerjaan mereka juga menegaskan pentingnya kolaborasi dan inklusi: menyertakan semua orang dan pemangku kepentingan sejak awal untuk mengembangkan investasi future-proof secara bersama-sama, yang memberikan nilai tambah bagi semua orang.

Kita sekarang berada pada tahun pertama dari Dekade Aksi Agenda Pembangunan Berkelanjutan Tahun 2030, yang berarti bahwa kita memiliki waktu selama sepuluh tahun untuk memenuhi janji kita. Untuk melakukannya, setiap hal dan setiap orang perlu bersatu untuk mencapai agenda ini. Sekaranglah saat yang ideal untuk memperkuat pengalaman *Building with Nature* dan koalisinya untuk mencapai Solusi Berbasis Alam. EcoShape membawa praktik ketangguhan dan keberlanjutan ke tingkat selanjutnya, yang sangat penting untuk memenuhi semua tujuan pembangunan berkelanjutan dalam kesalingbergantungannya.

Kita harus menghadapi kompleksitas dari tantangan-tantangan masa kini secara langsung dan mengembangkan solusi-solusi komprehensif yang menanggapi semua kebutuhan dengan nilai tambah. Untuk mencapainya, kita harus mulai dengan menghadapi dan memahami kompleksitas dari kebutuhan dan tantangan kita. Selanjutnya, setiap tindakan, kebutuhan, dan kesempatan dalam semua tujuan pembangunan berkelanjutan harus dinilai. Pada akhirnya, proses ini harus dilakukan, diatur, dan dikelola dengan cara yang mendukung dan sangat inklusif. Kita harus meningkatkan ambisi dan aksi kita. Bagaimana kita dapat melaksanakan dengan lebih baik, dengan skala yang sesuai? Bagaimana kita dapat melakukan pengaturan secara lebih inklusif dan kolaboratif? Bagaimana kita dapat melakukan pembiayaan secara lebih holistik untuk memberikan nilai tambah dalam semua kebutuhan? Bagaimana kita dapat melakukan pengayaan dan operasi sesuai dengan semua ambisi yang dinyatakan demi terus mendorong dampak sosial? Bagaimana kita menerapkan pendekatan siklus hidup secara lengkap dan mendapatkan manfaat bersama tanpa mengabaikan siapa pun?

Semua hal tersebut hanya dapat terjadi secara alamiah. Secara alamiah juga, kita dapat dan harus mengubah kebiasaan, mengubah dunia, dan memenuhi janji yang telah kita buat.

Henk Ovink Utusan Khusus Kerajaan Belanda untuk Urusan Air Internasional; Sherpa kepada Panel Tingkat Tinggi Perserikatan Bangsa-Bangsa/Bank Dunia tentang Air

Pengayaan pantai, penghalang gelombang badai Scheidt Timur



Apa yang dimaksud dengan Building with Nature?

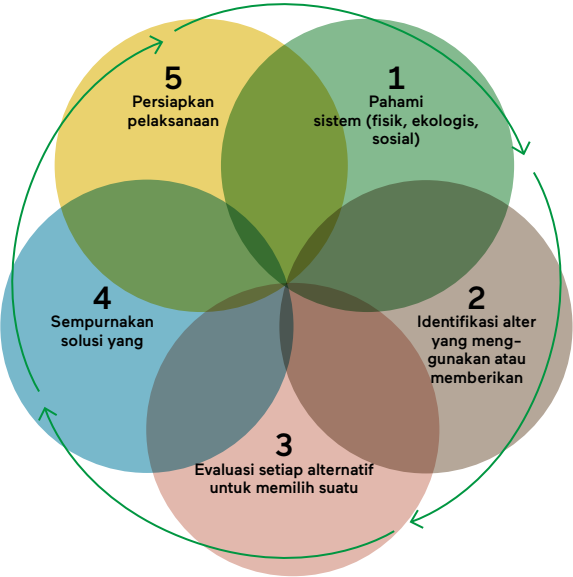
Building with Nature merupakan suatu pendekatan konseptual untuk penciptaan, pelaksanaan, dan peningkatan Solusi-Solusi Berbasis Alam untuk infrastruktur terkait air. Peralihan paradigma pembangunan menuju *Building with Nature* memerlukan bukan hanya penetapan kembali apa yang harus dilakukan, dan langkah rancangan mana yang harus diikuti, akan tetapi juga cara untuk melakukannya; yaitu, perubahan pemikiran, tindakan, dan interaksi secara menyeluruh. Sebagai suatu filosofi yang berasal dari teknik hidraulis, *Building with Nature* terus memperluas keberlakuannya untuk pembangunan berkelanjutan



Pendekatan dan hasil dari Solusi-Solusi Berbasis Alam (diagram yang diilhami oleh IUCN)

Prinsip
<i>Building with Nature</i> berarti bekerja sama dengan alam dan bukan menentangnya. Integrasi proses alami sebagai bagian penting dari rancangan melampaui pengembangan alam atau kompensasi alam. Misalnya, pengembangan suatu hutan mangrove atau lahan basah di depan pertahanan tradisional wilayah pesisir dapat mengurangi dampak dari energi ombak pada infrastruktur. Kombinasi solusi hijau (hutan mangrove/lahan basah) dan abu-abu (infrastruktur tradisional/keras) ini memungkinkan pengurangan infrastruktur abu-abu di saat yang sama memberikan manfaat tambahan seperti peningkatan keanekaragaman hayati. <i>Building with Nature</i> bukan hanya solusi hijau—akan tetapi juga merupakan kombinasi yang optimal dari solusi hijau dan abu-abu yang paling ideal untuk memenuhi tujuan-tujuan teknik utama di dalam sistem fisik, ekologis, dan sosial lokal

↓ Pendekatan <i>Building with Nature</i>
Pendekatan <i>Building with Nature</i> dimulai dari pemahaman tentang bagaimana sistem alami dan sosial yang berdekatan berfungsi; memanfaatkan material, kekuatan, dan interaksi alami; serta menciptakan kesempatan bagi alam untuk berkembang. Perancangan yang menggunakan material dan proses alami dapat membantu untuk mencapai solusi-solusi yang hemat biaya dan tangguh. Pendekatan tersebut mendorong praktik-praktik berkelanjutan dan inovatif, yang sering kali menghasilkan solusi multifungsi yang menguntungkan banyak pemangku kepentingan. Rancangan <i>Building with Nature</i> biasanya menerapkan lima langkah pembangunan, yang menguraikan suatu proses kreatif yang dapat diikuti pada setiap fase perwujudan proyek dan sosial lokal.



Lima langkah rancangan *Building with Nature*

- Langkah 1**
- Petakan sistem alami, fisik, dan sosial serta nilai, layanan, dan manfaat yang dapat mereka berikan baik kepada alam maupun manusia.
 - Tentukan bagaimana fungsi sistem memengaruhi sasaran dan tujuan proyek.
 - Informasi sistem diperoleh dari banyak sumber (historis, akademis, pengalaman lokal).
 - Batas temporal dan spasial sistem yang sedang dipertimbangkan bergantung pada tujuan proyek.

- Langkah 2**
- Mengidentifikasi alternatif yang memanfaatkan alam secara proaktif untuk mengoptimalkan penggunaan yang menghasilkan nilai secara optimal.
 - Mempromosikan kerja transdisipliner: melibatkan pakar akademis, praktisi, anggota masyarakat, pemilik bisnis, pengambil keputusan, dan pemangku kepentingan lainnya.

- Langkah 3**
- Berani menerima gagasan yang inovatif, mengujinya, dan membuktikan cara kerja mereka dalam praktiknya.
 - Identifikasi ketidakpastian dan atasi ketidakpastian tersebut melalui solusi integral.
 - Kembangkan suatu proposal pengembangan usaha yang mencakup semua manfaat bersama bagi alam dan manusia.
 - Libatkan para pemangku kepentingan dalam penilaian dan pemilihan.

- Langkah 4**
- Pertimbangkan syarat dan pembatasan yang berasal dari kepraktisan dan tata kelola proyek.
 - Akui bahwa pelaksanaan memerlukan keterlibatan dari sekelompok pelaku dan pemangku kepentingan.

- Langkah 5**
- Perjelas unsur-unsur utama solusi untuk memfasilitasi penerimaan, pendanaan, dan keterlibatan pemangku kepentingan lebih lanjut.
 - Buat dokumentasi proyek, termasuk rencana aksi, analisis risiko, rencana kontinjensi, kontrak, dan permohonan izin.
 - Proses pengembangan tersebut merupakan suatu siklus; fase selanjutnya akan mengoptimalkan solusi lebih lanjut.

Karakteristik *Building with Nature*

Building with Nature memiliki aplikasi atau penerapan yang luas. *Building with Nature* dapat dimulai dari berbagai titik awal dan berlaku di pendekatan-pendekatan yang berbeda: memadukan alam untuk pertahanan banjir yang tangguh, mendorong pembangunan pelabuhan yang lebih berkelanjutan, meningkatkan efektivitas pemulihan ekologis, dan meningkatkan konektivitas di delta dan kota pesisir. *Building with Nature* menyertakan banyak konsep. Penerapan konsep-konsep ini disesuaikan untuk proyek dalam jenis lanskap yang berbeda, dengan tujuan dan pengaturan budaya yang berbeda. Akan tetapi, semua penerapan *Building with Nature* memiliki empat karakteristik utama yang sama: dinamika alami, multifungsionalitas, inovasi, dan spesifikitas konteks.

↓ Dinamika alami
<p><i>Building with Nature</i> menggunakan dinamika alami; ekosistem dan proses alam yang sering kali menjadi bagian dari solusi. Oleh karena itu, pendekatan-pendekatannya tunduk pada siklus alami yang dinamis: pertumbuhan vegetasi, perubahan musiman, dan keragaman angin serta ombak. Sebaliknya, pendekatan-pendekatan teknik tradisional mengandalkan kondisi statis dan berfokus pada pengendalian ekosistem daripada memanfaatkan potensinya. Dalam kondisi yang tepat, sifat <i>Building with Nature</i> yang dinamis dapat mendukung adaptasi dengan kondisi yang berubah, seperti kenaikan permukaan laut atau perubahan pola ombak. Rancangan statis sering kali memerlukan rancangan yang berlebihan dan berbiaya tinggi demi mengantisipasi kondisi di masa depan yang tidak pasti dan memastikan dipertahankannya pengendalian. Akan tetapi, dinamika alami memengaruhi kinerja sehari-hari, dan juga prediktabilitas. <i>Building with Nature</i> memerlukan suatu pendekatan pengelolaan dan pengayaan yang adaptif berdasarkan pemantauan secara erat dan kemungkinan adaptasi suatu rancangan demi fungsi yang optimal.</p>



↑ Multifungsi
<p><i>Building with Nature</i> mempertimbangkan konteks lokal ketika menggabungkan beberapa fungsi, misalnya, dengan memadukan perlindungan wilayah pesisir dengan ketahanan pangan dan air serta amenitas rekreasi. Konsepnya berkontribusi pada keanekaragaman hayati serta kualitas air dan estetika secara keseluruhan. Keberhasilan rancangan, pelaksanaan, pengelolaan dan pemantauan proyek memerlukan beberapa pemangku kepentingan. Hal ini berbeda dari pendekatan biasa dengan fungsi tunggal yang dilaksanakan oleh satu pendukung atau pemangku kepentingan utama. <i>Building with Nature</i> tidak mungkin dapat dilaksanakan sendiri oleh satu badan. Dari sudut pandang sosial dan biaya-manfaat, solusi tersebut menguntungkan karena memenuhi beberapa sasaran dan juga menambah nilai. Nilai tambah ini harus diukur dan dinilai oleh para pemodal dan pemangku kepentingan untuk mendukung secara lebih baik proposal pengembangan usaha untuk penerapan <i>Building with Nature</i>. Hal ini juga memerlukan pendekatan baru terhadap pembiayaan, yang harus memperhitungkan penilaian layanan ekosistem yang kompleks, jangka waktu yang lebih lama daripada rata-rata, dan variasi kinerja serta apresiasi proyek oleh para penerima manfaat.</p>

→ Spesifik konteks

Karena solusi-solusi *Building with Nature* bersifat dinamis, multifungsi, dan inovatif, maka tidak terdapat rancangan standar. Pengetahuan tentang sistem sering kali bersifat lokal dan didasarkan pada pengalaman. Selain itu, solusi-solusi ini secara inheren berhubungan dengan sistem fisik, ekologis, dan sosial wilayah, yang menentukan tujuan, kemungkinan, dan apresiasi. Solusi *Building with Nature* yang baik pada skala lanskap sangat penting untuk dikembangkan agar mampu mendorong proses yang relevan yang umumnya berinteraksi pada setiap waktu dalam sistem fisik, ekologis, dan sosial. Keterlibatan dengan para pemangku kepentingan secara sungguh-sungguh, termasuk masyarakat setempat, merupakan kunci keberhasilan pelaksanaan dan optimalisasi dari setiap penerapan *Building with Nature*.



↓ Inovatif
<p>Pendekatan <i>Building with Nature</i> bersifat inovatif. Dengan fokus pada proses alami sebagai dasar rancangan, <i>Building with Nature</i> memanfaatkan pengetahuan dalam serangkaian disiplin ilmu. Pemanfaatan gabungan ini merupakan aspek yang inovatif dibandingkan dengan pendekatan tradisional. Untuk mencapai solusi-solusi yang sama-sama menguntungkan yang memberikan hasil yang diinginkan bagi semua pihak, <i>Building with Nature</i> memerlukan integrasi yang baik dari pengetahuan pemangku kepentingan setempat selain pengetahuan fisik dan ekologis. Penting untuk mengakui dan menghargai nilai yang dihasilkan oleh perspektif yang beragam. Pengenalan prinsip <i>Building with Nature</i> dan dorongan untuk penerapan lebih lanjut juga sering kali memerlukan pendidikan dan saling berbagi pengetahuan.</p>





Belajar dari Tapak

Tapak

Berdiri di atas sebuah tanggul di sebelah selatan kota pelabuhan, Delfzijl, Belanda, di pantai Dollard, terlihat jelas mengapa daerah tersebut disukai oleh para pengamat burung. Setelah surutnya air pasang, maka dapat terlihat dataran lumpur di kaki tanggul. Rawa asin tersebut dikerumuni oleh burung: biru-laut, plover, dara-laut, dan camar. Tanggul tersebut merupakan struktur pelindung yang mengelilingi dataran Oldambt yang kaya, suatu daerah yang sebelumnya merupakan bagian dari Dollard dan pergerakan pasang surutnya. Sedikit demi sedikit selama berabad-abad, daerah tersebut direklamasi untuk pertanian. Tanggul yang saat ini melindungi jalur daratan yang baru direklamasi, dibangun pada tahun 1924 dari tanah liat laut yang sama yang membuat Oldambt begitu subur sehingga dikenal sebagai *graanrepubliek* (republik biji-bijian), dengan lahan pertanian yang megah dan riwayat perjuangan buruh.

Tanggul-tanggul ini perlu ditinggikan karena kenaikan permukaan laut. Otoritas lokal yang bertanggung jawab atas keselamatan terkait air menggunakan gagasan ini untuk memulai eksperimen dengan *Brede Groene Dijk*, atau Tanggul Hijau yang Lebar (Wide Green Dike), suatu jenis struktur baru yang mengurangi kebutuhan beton dan aspal dengan mempertahankan lereng rumput dari tanggul tersebut dan membuatnya menjadi lebih kokoh dengan mengurangi kemiringannya dan meningkatkan baik jejak maupun penggunaan material. Tanggul tersebut dibuat dengan sedimen yang dikumpulkan dan dikeruk dari pelabuhan di dekatnya, yang merupakan pengembangan berbasis alam, dan teluk (yang juga akan meningkatkan kualitas air). Daratan lumpur di sebelah timur tanggul tersebut telah diperdalam di sekitar sebuah pulau burung yang baru, tempat bersarang untuk burung pied avocet dan spesies lain yang mencari makan dari daratan lumpur tersebut.

Di antara tanggul dan pulau burung tersebut, terdapat daerah yang luas yang dikelilingi oleh tanggul yang lebih rendah dan dibagi menjadi subseksi yang berbeda. Daerah ini adalah *kleirijperij*, atau pematang tanah liat, salah satu dari dua depot besar di mana material kerukan dan lumpur dipompa melalui jaringan pipa. Seksi-seksi yang lebih kecil memungkinkan eksperimen dengan proses pematangan yang berbeda. Melalui perubahan vegetasi, metode pengerjaan kembali sedimen, dan teknik pengelolaan air, tanah liat akan menjadi material yang bermanfaat untuk memperkuat tanggul (bergantung pada parameter akhir) atau untuk digunakan sebagai lahan pertanian, dua penggunaan sedimen yang bermanfaat.

Percontohan Pematangan Tanah Liat (Clay Ripening Pilot) merupakan komponen penting dari pendekatan berbasis sistem untuk mengatasi tantangan-tantangan hidrologis di daerah Dollard. Program ini, yang dikenal sebagai Eems-Dollard 2050, merupakan suatu contoh yang sangat baik dari penerapan rancangan dan pendekatan *Building with Nature*, yang ditetapkan



1

2

3

oleh EcoShape—konsorsium perusahaan pengerukan, firma teknik, institut penelitian, LSM, dan mitra publik di belakangnya—sebagai “filosofi baru dalam teknik terkait air yang memanfaatkan kekuatan alam.” EcoShape ingin mengatasi perbedaan antara pipa dan beton, yang disebut oleh para insinyur sebagai infrastruktur abu-abu, dan infrastruktur hijau-biru dari pantai dan rawa. *Building with Nature* tidak terlalu memperhatikan material yang digunakan: kuncinya adalah pemanfaatan atau penguatan alam demi memberikan manfaat sosial.

Untuk Percontohan Pematangan Tanah Liat, EcoShape menggunakan sarana (*tools*) seperti kapal pengeruk, pipa, dan pompa, serta sinar matahari, oksigen, air, dan tanaman untuk mengubah sedimen yang berlebihan menjadi tanah liat yang bernilai. Sarana ini sejalan dengan filosofi *Building with Nature*: memanfaatkan dinamika sistem secara inovatif untuk mendorong pemanfaatan multifungsi dan khusus konteks. Sarana ini memetik pelajaran dari pendekatan sebelumnya dan sering kali asli akan tetapi juga memanfaatkan teknik tradisional yang telah menghasilkan pembangunan dalam beberapa abad belakangan ini.

Dengan demikian, *Building with Nature* mencakup pendekatan campuran dan dengan jelas beralih dari apa yang sekarang kita kenal sebagai paradigma teknik yang bersifat terlalu sektoral dengan fungsi tunggal dari abad kedua puluh, yang sering kali menyertai penghancuran sistem alami. Pemanfaatan alam merupakan hal yang masuk akal, khususnya dengan mempertimbangkan ketidakpastian perubahan iklim: pemanfaatan alam memberikan manfaat-manfaat yang lebih beragam, lebih bersifat adaptif daripada proyek yang direayasa secara tradisional, dan sering kali lebih hemat biaya, menurut Bank Dunia. *Building with Nature* merupakan bagian dari gerakan saat ini untuk menetapkan kembali nilai sosial, di mana pembangunan memprioritaskan pendekatan yang inklusif dan regeneratif, dan di mana praktik tetap dilakukan dengan mengikuti batasan dan juga mengakui pentingnya batasan lokal.

1

Susunan muara Eems-Dollard sebelumnya

2

Susunan muara pada saat ini, termasuk polder yang dibuat sejak tahun 1486

3

Rencana tapak Percontohan Pematangan Tanah Liat



Di Universitas Amsterdam pada tahun 1990–an, ahli sosiologi dan siber-netika Loet Leydesdorff membantu merumuskan model Triple Helix inovasi. Dalam model ini, komunitas ilmiah, pemerintah, dan sektor swasta berinteraksi, dengan mempersatukan kekuatan masing-masing demi menciptakan suatu lingkungan yang inovatif. Komunitas ilmiah memberikan kontribusi penelitian dan pendidikan sedangkan pemerintah menyusun kebijakan dan peraturan, serta terkadang juga memberikan dukungan keuangan. Sektor swasta berfokus pada aspek komersial inovasi: apakah terdapat pasar bagi pengetahuan yang dikembangkan, dan bagaimana pengetahuan tersebut dibawa ke pasar? Konsorsium EcoShape dapat dianggap sebagai suatu lingkungan yang inovatif, meskipun beroperasi dalam “Quadruple Helix,” atau di Belanda dikenal sebagai “Dutch Diamond,” istilah yang mencerminkan pentingnya melibatkan para pelaku sosial dalam membuat suatu ekosistem inovasi.

Bagi organisasi yang berbeda-beda, kolaborasi dapat menjadi tantangan. Selain tujuan yang beragam, budaya organisasi dapat sangat berbeda. Proyek-proyek EcoShape beroperasi pada persimpangan bidang teknik, konstruksi, ekologi, dan pembangunan. Lingkup disiplin ilmu yang luas ini tidak selalu menggunakan bahasa atau nilai yang sama. Akan tetapi, fakta bahwa *Building with Nature* menandai transisi sosial yang lebih besar menuju pembangunan berkelanjutan merupakan ujian sebenarnya. Seperti semua gerakan besar dalam masyarakat, proses ini menghadapi tantangan; proses tersebut bersifat sistemis dan terbuka, yang mendorong peralihan dari lembaga dan praktik-praktik masa lalu. Untungnya, EcoShape mendapatkan energi dari keterlibatan dalam transformasi penting ini.

Banyak proyek *Building with Nature* merupakan percontohan, suatu pendekatan yang sering digunakan untuk masalah sosial yang kompleks. Sebagai eksperimen dalam lingkungan yang nyata, proyek percontohan memungkinkan untuk dilakukan kajian bukan hanya dari konteks biofisik, sosial, dan kelembagaan akan tetapi interaksi antarsistem ini juga. Dalam Percontohan Pematangan Tanah Liat misalnya, depot yang berbeda memungkinkan para peneliti untuk menganalisis sifat tanah liat dan caranya bereaksi terhadap matahari, tanaman, dan air, serta efek dari perlakuan tertentu atas kegunaan tanah liat yang dimatangkan. Di saat yang sama, proses itu sendiri memberikan banyak informasi, misalnya, dalam mengembangkan proses perizinan dan pengadaan serta memahami peran dari para pelaku dan badan yang terlibat. Dalam hal Percontohan Pematangan Tanah Liat, tanggul di daerah sekitar sesuai dengan ketinggian maksimum, yang ditentukan terlebih dahulu berdasarkan izinnya. Pada gilirannya, hal ini memengaruhi unsur teknis penelitian dan profil risiko proyek. Tujuan-tujuan teknis tersebut memerlukan jalur pengadaan yang berbeda, di mana klien resminya adalah Rijkswaterstaat, institusi pelaksana dari Kementerian Infrastruktur dan Pengelolaan Air, dan kontraktor EcoShape, dan bukan organisasi anggotanya—suatu inovasi dalam susunan kontrak.

Alasan lain kenapa pendekatan proyek percontohan cocok dengan inovasi *Building with Nature* adalah bahwa proyek tersebut ditempatkan dalam konteks lokal, yang memastikan kontribusi dari para pelaku dan agen yang berpengetahuan pada proses perancangan dan pengembangan. Pendekatan ini tidak hanya akan memperkaya rancangan tetapi juga membantu untuk menentukan manfaat apa yang seharusnya diberikan. Pendekatan tersebut juga memungkinkan para pelaku lokal untuk belajar dari proses yang sama, yang memicu suatu dialog dan bahkan dapat memberikan rasa kerjasama tim dan semangat kerja sama. Karena menjadikan *Building with Nature* sebagai suatu standar bagi proyek-proyek terkait air merupakan sasaran akhirnya, oleh karena itu advokasi melalui pengalaman lokal menjadi sarana yang sangat baik, seperti kesempatan untuk mengunjungi lokasi secara langsung dan belajar dari program yang sedang dilaksanakan (dan selanjutnya memasukkan gambar-gambar tersebut ke dalam Instagram).

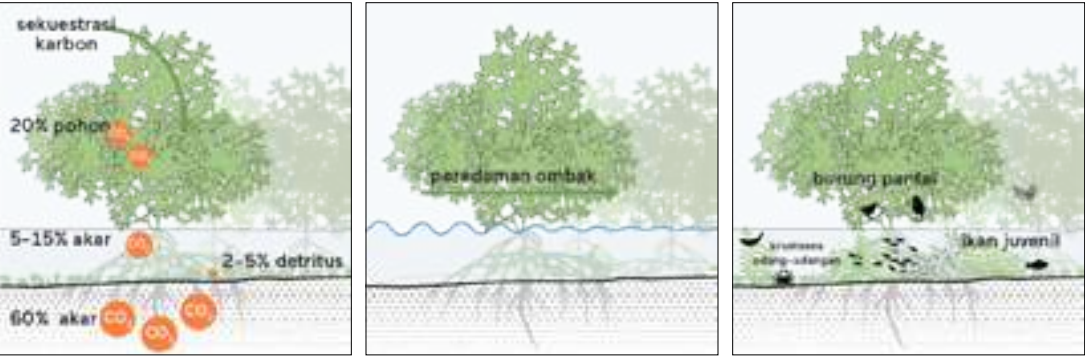
Skala proyek percontohan biasanya cukup terbatas. Sebagai eksperimen, proyek percontohan dianggap memerlukan investasi yang terbatas, memiliki risiko yang terbatas, dan idealnya, keberhasilan atau kegagalan dapat langsung terlihat. Pelajaran-pelajaran dari pelaksanaannya dapat diwujudkan menjadi proyek lanjutan, memberikan informasi bagi pengembangan kebijakan dan peraturan terkait lingkungan, atau, apabila berhasil, ditingkatkan dan direplikasi. Percontohan Pematangan Tanah Liat ditujukan untuk menyempurnakan lebih lanjut proses tersebut dan pada akhirnya, meningkatkan sistem tanggul regional secara keseluruhan dengan tanah liat yang dikumpulkan dari muara sehingga Rijkswaterstaat dapat mencapai ekonomi sirkular. Akan tetapi, di saat yang bersamaan, proyek-proyek *Building with Nature* tidak kecil. Alam memiliki keinginannya sendiri: sistem ekologis dan proses sedimentasi memerlukan skala tertentu agar berfungsi dengan baik dan memerlukan waktu untuk diluncurkan. Dengan bekerja dalam skala yang sesuai, beberapa proyek EcoShape telah menjadi “Lab Hidup,” yang sesungguhnya yang mengakomodasi berbagai percontohan lanjutan dan proyek penelitian. Proyek-proyek ini mencakup Sand Motor, proyek besar pengisian pasir di pantai di sebelah selatan Den Haag; Marker Wadden, kepulauan buatan manusia yang terbuat dari material kerukan, yang dirancang untuk menambah keanekaragaman hayati di danau pedalaman terbesar Belanda; dan percontohan *Building with Nature* Indonesia di Demak, yang menggabungkan teknik untuk mendorong regenerasi hutan mangrove dengan pelatihan budi daya perairan berkelanjutan di tengah-tengah masyarakat setempat.

Kunjungan lapangan secara khusus berdampak pada banyaknya jumlah mahasiswa di bidang rancangan, teknik, dan ekologi yang mengunjungi proyek-proyek *Building with Nature*. Orang-orang muda sangat mengerti tentang tantangan-tantangan yang disebabkan oleh krisis iklim dan hilangnya keanekaragaman hayati; mereka memahami betapa mendesaknya untuk mengembangkan paradigma rancangan dan teknik yang baru saat ini. Mereka juga bersemangat untuk belajar dari masyarakat dan praktik lokal. Bagi sekelompok mahasiswa arsitektur dan arsitektur lanskap dari Universitas Pennsylvania Sekolah Desain Stuart Weitzman, tur ke proyek Membangun bersama Alam di Demak, Indonesia, merupakan bagian terpenting dari widya-wisata mereka ke Asia.

Melalui Apri Susanto Astra dan Eko Budi Priyanto, para perwakilan lokal Wetlands International di Indonesia, para mahasiswa tersebut diperkenalkan kepada Robert Wahyu dari Jelajah Tour. Jelajah Tour adalah usaha yang menyelenggarakan perjalanan tamasya di Semarang, yang sering kali berfokus pada peninggalan Belanda yang berada di kawasan pesisir Kota Lama. Baru-baru ini, terdapat peningkatan permintaan untuk menyelenggarakan perjalanan ke desa-desa pesisir di Demak; yang telah dikunjungi oleh sekelompok mahasiswa dari Belanda seminggu sebelumnya.

Dari Semarang, mobil van dari Jelajah Tour menyusuri jalan pesisir ke arah timur. Setelah melewati Kota Lama, mobil tersebut melintasi Polder Banger seluas 530 hektar, yang dibangun dengan bantuan Belanda pada tahun 2018 untuk mengelola genangan air di daerah tersebut yang memiliki laju penurunan permukaan tanah yang tinggi (sebesar delapan sentimeter per tahun). Lebih jauh ke arah timur, terdapat banyak tanda penurunan permukaan tanah. Di kawasan industri Genuk, beberapa kawasan tampak tergenang air. Mobil van tersebut harus sesekali melambat untuk melewati jembatan, parit, dan jalan yang tergenang dengan ketinggian yang sangat berbeda. Sekitar dua puluh kilometer ke sebelah timur dari kota tersebut, terdapat sawah di sepanjang lahan yang lebih tergenang lagi. Di ujung jalan di Desa Betahwalang,

Manfaat mangrove



“Advokasi melalui pengalaman lokal merupakan sarana yang sangat baik, seperti kesempatan untuk mengunjungi lokasi secara langsung dan belajar dari program yang sedang dilaksanakan.”

rumah-rumah kayu dari berbagai zaman tampak berdampingan. Rumah-rumah baru memiliki fondasi yang jelas lebih tinggi daripada rumah-rumah yang lebih tua. Penambahan ketinggian secara berkelanjutan seiring waktu menunjukkan laju penurunan permukaan tanah dan dapat diidentifikasi dengan mudah hanya dengan melihat sekilas.

Setelah beralih dari mobil van ke perahu nelayan, para mahasiswa tersebut dapat melihat layanan ekosistem yang dipromosikan oleh konsep *Building with Nature* secara langsung. Di sepanjang saluran air yang ditumbuhi oleh pohon mangrove, para nelayan bekerja di atas landasan (platform) yang terbuat dari bambu yang sama yang digunakan untuk membangun struktur-struktur permeabel di pantai. Setelah memasuki lahan yang baru dibuat di balik pagar, para penduduk desa menjelaskan bagaimana pemulihan hutan mangrove dilakukan dengan menanam varietas tertentu dan bagaimana pemulihan ini telah meningkatkan penumpukan sedimen. Seiring dengan perkembangannya, sabuk hijau hutan mangrove tersebut akan meredam energi ombak yang timbul karena badai dan melindungi desa-desa dari erosi pantai yang berkelanjutan.

Di Demak, sama seperti di daerah lain di Indonesia, deforestasi hutan mangrove telah membahayakan mata pencaharian lokal. Karena pohon mangrove sangat efektif untuk mengambil karbon dari udara, deforestasi telah menghancurkan penyerap karbon utama dan melepaskan gas rumah kaca yang telah lama terkubur, sehingga berkontribusi pada pemanasan global. Hutan mangrove dapat menyimpan karbon dua kali lebih banyak daripada rawa asin dan sampai dengan empat kali lebih banyak daripada hutan hujan. Hutan mangrove melakukannya dengan mengubah karbon dioksida menjadi biomassa secara cepat dan menyimpan materi-materi jasad di dalam tanah dengan kandungan oksigen yang rendah. “Karbon biru” ini bernilai di dalam pasar global untuk offset karbon, yang saat ini membantu untuk mendanai pemulihan sabuk hijau hutan mangrove di seluruh dunia, juga untuk memitigasi gas rumah kaca yang dilepaskan oleh deforestasi sebelumnya.



“Keahlian terkait pasir dan lumpur . . . sangat penting untuk mengatasi tantangan- tantangan besar zaman ini: kenaikan permukaan laut yang disebabkan oleh perubahan iklim, hilangnya keanekaragaman hayati, dan penurunan permukaan tanah.”

Para nelayan baik laki-laki dan perempuan yang berdiri di dalam air hingga setinggi bahu mereka menunjukkan manfaat lain dari hutan mangrove. Sistem akar mangrove merupakan habitat pelindung yang kaya akan sumber daya bagi ikan dan udang-udangan kecil, yang bermanfaat baik bagi ikan-ikan di dekat pantai maupun yang lebih jauh ke tengah laut di karang.

Selama kunjungan tersebut, tampak jelas bahwa seluruh masyarakat terlibat dalam proyek *Building with Nature*. Di balai desa, terdapat sebuah spanduk dengan tulisan “Sugeng rawuh” (“selamat datang”). Kepala desa, seorang petugas polisi, dan sejumlah penduduk desa menyambut para mahasiswa. Pidato pembukaan dan presentasi tentang pentingnya proyek *Building with Nature* memiliki dua tujuan, yaitu untuk membantu para pengunjung untuk memahami proyek dan menjelaskan keterlibatan masyarakat dalam program tersebut.

Setelah kelompok tersebut kembali dari pantai, hidangan makan siang disajikan di sebuah rumah penduduk lokal. Astra menyediakan hidangan makan siang dengan syarat para mahasiswa membayar dua kali lipat agar seluruh kelompok nelayan, pemandu, dan petugas pengayaan dapat ikut bergabung. Para penduduk lokal dan mahasiswa menikmati berbagai hidangan makanan laut yang baru ditangkap sambil duduk bersama di atas lantai karpet.

Di kawasan Selatan Dunia, manfaat-manfaat ekonomi dari *Building with Nature* sangat penting bagi keberhasilannya. Meskipun layanan ekosistem, kerugian yang dihindari, dan dampak pada masyarakat lokal sulit diprediksi atau diukur sehingga membuatnya menjadi “laik bank,” namun manfaat-manfaat tersebut terlihat dengan jelas di Betahwalang. Salah satu tujuan dari percontohan EcoShape di Indonesia adalah pengembangan sarana (*tool*) yang lebih baik untuk menganalisis manfaat-manfaat yang ada dan menggunakannya sebagai dasar yang lebih baik untuk program-program selanjutnya di Indonesia serta negara lain. *Building with Nature* didasari pada gagasan bahwa alam dapat dimanfaatkan untuk mencapai beberapa tujuan pembangunan

berkelanjutan secara bersamaan, yang menggambarkan peralihan dari praktik konservasi dan khususnya penting di negara-negara berkembang. EcoShape berambisi untuk mereplikasi keberhasilan integrasi *Building with Nature* dalam berbagai lanskap dan lingkungan di tempat lain. Kota Semarang dapat menjadi salah satu tempat tersebut. Selanjutnya dalam widyawisata tersebut, para pejabat di sana memberitahukan tentang rencana yang telah dikembangkan dalam program Air sebagai Sarana (*Water as Leverage*), yang merencanakan integrasi hutan mangrove dan lahan basah di daerah pesisir dengan kawasan industri dan pelabuhan, taman air pasang surut, dan kolam retensi baru di dekat Kota Lama, serta di permukiman nelayan, dan pemanfaatan sedimen untuk memberikan manfaat dalam bentuk perlindungan terhadap banjir. Apabila rencana tersebut diwujudkan, maka ekosistem yang diperkuat tersebut dapat membentang sejauh tiga puluh mil ke arah barat Demak. Selain memberikan perlindungan terhadap banjir dan meningkatkan keanekaragaman hayati, ekosistem tersebut juga mendukung industri penangkapan ikan. Upaya-upaya *Building with Nature* ini idealnya sejalan dengan perbaikan persediaan air, yang berkontribusi besar untuk mengatasi penurunan permukaan tanah saat ini.



Makan siang di Demak dengan para mahasiswa, nelayan lokal, pemandu, dan petugas pengayaan

Keahlian terkait pasir dan lumpur yang telah dikembangkan dalam *Building with Nature* selama sepuluh tahun terakhir sangat penting untuk mengatasi tantangan-tantangan besar zaman ini: kenaikan permukaan laut yang disebabkan oleh perubahan iklim, hilangnya keanekaragaman hayati, dan penurunan permukaan tanah. Tantangan pertama menunjukkan bahwa garis pantai harus ditinggikan dan diperkuat untuk mencegah masuknya air dan melindungi penduduk dan kegiatan ekonomi kita. Tantangan keduanya adalah mencegah tenggelamnya sumber daya alami kita—termasuk pantai, rawa, dan hutan mangrove—demi memelihara perannya untuk mempertahankan keanekaragaman hayati. Keduanya memerlukan material dalam jumlah besar: pasir dan sedimen lain. Penambangan pasir berskala besar dan tidak diatur memiliki dampak yang merusak pada lingkungan global, yang sering kali memperburuk banjir, menghancurkan ekosistem, dan berdampak secara negatif pada mata pencaharian dalam masyarakat lokal. Teknik tradisional menggunakan banyak pasir, dan telah mengubah aliran air sedemikian rupa sehingga sedimen tidak lagi dapat mencapai laut. Pemanfaatan kekuatan alam untuk menangkap sedimen sangat penting untuk memitigasi praktik-praktik yang merusak ini. Contohnya adalah menggunakan lumpur untuk membuat tanah liat bagi tanggul atau mengembangkan daerah tepi air pelindung yang ditanami pohon mangrove. Contoh lainnya adalah mempertahankan pantai. Akan tetapi, untuk mengimbangi kenaikan permukaan laut, kita harus segera memperkuat sistem-sistem yang melindungi dan menopang kita. Tidak seperti solusi-solusi tradisional, solusi *Building with Nature* membutuhkan waktu. Ekosistem beradaptasi dengan lambat, dan kita baru mulai menemukan cara terbaik untuk *Building with Nature* dan menyesuaikan praktik dan institusi kita demi memfasilitasi pelaksanaan dengan skala yang sesuai. Dari perspektif ini, ketertarikan para mahasiswa dalam konsep *Building with Nature*, dan keterlibatannya dengan lokasi-lokasi seperti desa di Demak, menunjukkan bahwa para tenaga profesional generasi mendatang akan berkomitmen terhadap tugas yang mendesak ini.

A

Pantai Berpasir



Gumuk Pasir Hondsbossche, Camperduin hingga Petten

Kata kunci

- Pengembangan bukit pasir (*sand dune*)
- Erosi dan akresi pantai
- Dinamika dan pengangkutan pasir
- Gradien tanah-air yang dinamis
- Pengisian pasir
- Filtrasi air tanah
- Pertahanan wilayah pesisir
- Pariwisata dan rekreasi
- *Institutional embedding* (pendukung)

Lanskap

Sejak zaman dahulu, pantai berpasir telah menjadi tempat yang menarik bagi kegiatan manusia. Pantai berpasir memberikan pertahanan alami wilayah pesisir, menjadi lingkungan hidup yang menarik, melindungi sumber daya air yang dapat diminum, dan mengakomodasi kegiatan ekonomi termasuk pelabuhan, perikanan komersial, dan rekreasi. Pantai berpasir merupakan lingkungan yang sangat dinamis dengan serangkaian habitat yang khas. Pantai berpasir biasanya berupa pantai pada teluk yang tertutup di antara tanjung berbatu atau hamparan panjang pasir di dalam sistem pantai-bukir pasir (*sand dune*). Ombak, angin, dan arus membawa pasir ke pantai, sedangkan kenaikan permukaan laut, penurunan permukaan tanah, dan gangguan pada hanyutan pesisir menimbulkan kebutuhan baru akan sedimen. Dengan demikian, perkembangan morfologis pantai bergantung pada keseimbangan persediaan dan kebutuhan akan sedimen dan membutuhkan habitat bukit pasir dan daerah tepi air.

Pantai berpasir yang kokoh membentuk penghalang alami bagi gelombang badai dan meningkatkan ketangguhan iklim. Meskipun demikian, banyak pantai yang mengalami tekanan besar dari coastal squeeze: pantai terletak pada zona yang semakin menyusut karena pertumbuhan jumlah penduduk perkotaan dan mundurnya garis pantai, yang terdampak oleh kenaikan permukaan laut dan intervensi manusia. Pantai berpasir perlu segera dipelihara dan dipertahankan, karena di banyak tempat, pengelolaan pantai yang tidak terpadu menjadi hambatan tambahan untuk melaksanakan strategi regional yang terkoordinasi.

Building with Nature pada lanskap pantai berpasir berfokus pada kolaborasi antardisiplin ilmu dalam strategi pengelolaan dan pengisian pasir. Pendekatan-pendekatan ini memprioritaskan minimalisasi dampak pengisian pasir pada lingkungan dan pengembangan alternatif pengelolaan pantai dengan memelihara pantai, meninggikan bukit pasir sebagai penghalang wilayah pesisir, dan meningkatkan habitat, misalnya dengan menggunakan teknik baru peminjaman dan penempatan pasir.



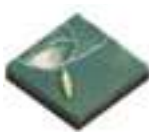
→ Lanskap pantai berpasir fiktif yang menggambarkan konsep-konsep *Building with Nature*



Penataan ulang dasar laut



Penerapan pengisian pasir berskala besar



Pembangunan pulau alam



Pemulihan padang lamun



Fasilitasi penumbuhan karang



Pengembangan sistem tanggul ganda



Pembangunan *perched beaches*



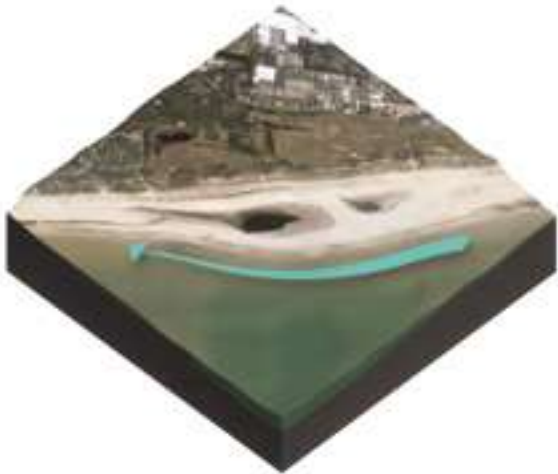
Peningkatan dinamika gumuk pasir

Konsep-konsep *Building with Nature*

→ Penerapan pengisian pasir berskala besar

Pengisian pasir di pantai merupakan upaya sementara untuk memitigasi erosi pantai dan meningkatkan perlindungan pantai. Pengisian pasir tersebut melibatkan penempatan pasir yang dikeruk di sepanjang atau di depan suatu pantai, yang disebarkan oleh ombak dan terjadinya pasang surut di sepanjang pantai. Ombak juga berperan dalam pengangkutan sedimen lintas pantai dan pengembangan pantai. Suatu proyek umumnya berlangsung selama beberapa tahun; setiap pengisian pasir mengganggu ekosistem lokal. Sebaliknya, pengisian pasir berskala besar dapat mempertahankan penyebaran secara berkelanjutan dan pengangkutan secara lateral selama satu dekade atau lebih, yang mengurangi gangguan pada lanskap. Pengisian pasir berskala besar tersebut menggunakan volume pasir sepuluh kali lipat lebih banyak dari biasanya dalam satu penempatan yang strategis. Dalam skala ini, pengisian pasir berskala besar dapat menghasilkan formasi bukit pasir, menciptakan ekosistem baru, dan menjadi tempat rekreasi.

- Sand Motor, Den Haag
- Sandscaping Bacton, Norfolk Utara



Sand Motor, The Hague



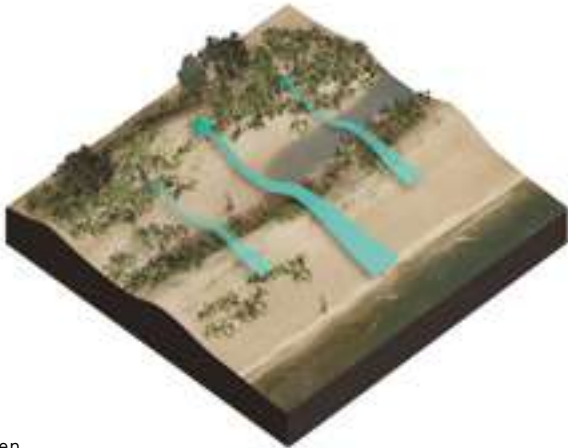
→ Peningkatan dinamika bukit pasir

Lanskap bukit pasir sangat berperan dalam pertahanan wilayah pesisir; topografinya menjadi penghalang alami yang melindungi daerah dataran tinggi dari banjir. Pada pantai yang cukup lebar, pengangkutan sedimen alami oleh angin menghasilkan sistem bukit pasir, sedangkan vegetasi dapat menangkap dan melekatkan pasir. Penempatan pasir kerukan dapat dimanfaatkan untuk membangun bukit pasir baru atau memperkaya lanskap yang ada. Selain meningkatkan perlindungan wilayah pesisir, bukit yang pasirnya ditambah ini juga dapat mendukung penciptaan habitat.

- Bukit Pasir Hondsbossche, Camperduin hingga Petten
- Prins Hendrik Zanddijk, Texel
- Spanjaardsduin, 's Gravenzande
- Dijk di Duin, Katwijk



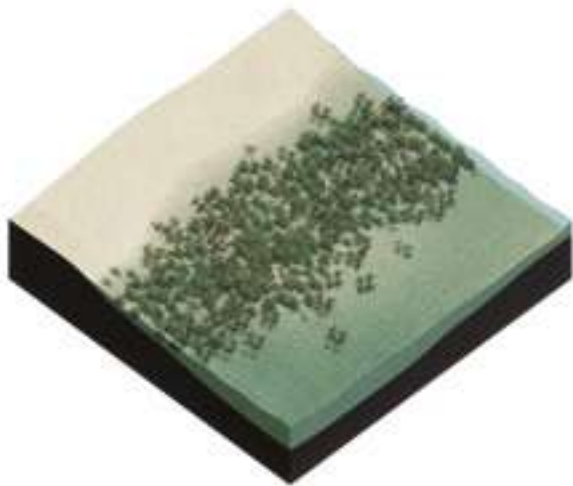
Sand Motor, The Hague



Bukit Pasir Hondsbossche, Camperduin hingga Petten



Konsep-konsep *Building with Nature*



← Pemulihan padang lamun

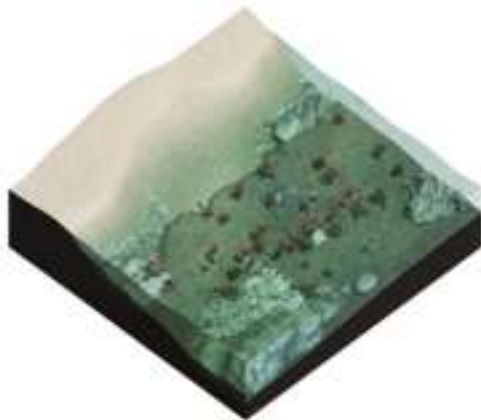
Penanaman, budi daya, dan pengayaan lamun dalam lingkungan di dekat pantai dengan arus gelombang yang terbatas menghasilkan topografi dasar laut yang lebih kasar. Padang lamun ini dapat memengaruhi pengangkutan dan pengendapan sedimen sambil mengurangi erosi pantai. Penangkapan sedimen halus juga dapat mengendalikan pertumbuhan alga yang tidak terkendali. Lamun tumbuh subur dalam habitat pesisir dengan sedimen halus atau substrat berlanau. Padang lamun tersebut merupakan habitat yang bernilai bagi ikan dan merupakan sumber makanan yang penting bagi makhluk hidup laut lain.

- Pantai Middleton, Albany

→ Fasilitasi penumbuhan karang

Menciptakan kondisi habitat yang ideal merupakan langkah pertama dalam mengumpulkan spesies untuk menyediakan layanan ekosistem. Terumbu karang tidak hanya memberikan perlindungan alami wilayah pesisir dengan mengurangi energi ombak, tetapi juga meningkatkan kualitas dan kejernihan air melalui proses filtrasi. Strategi penumbuhan karang berfokus pada penanaman, rekrutmen, atau transplantasi organisme penting ini dalam perairan tropis dan subtropis, melalui penyediaan atau penambahan substrat keras dengan kedalaman yang cukup dangkal akan tetapi terus terendam. Struktur bawah air yang hidup ini mempertahankan ekosistem yang dihuni oleh makhluk hidup yang sangat beragam.

- East Coast Park, Singapura
- Sandy Bottoms, Bahama

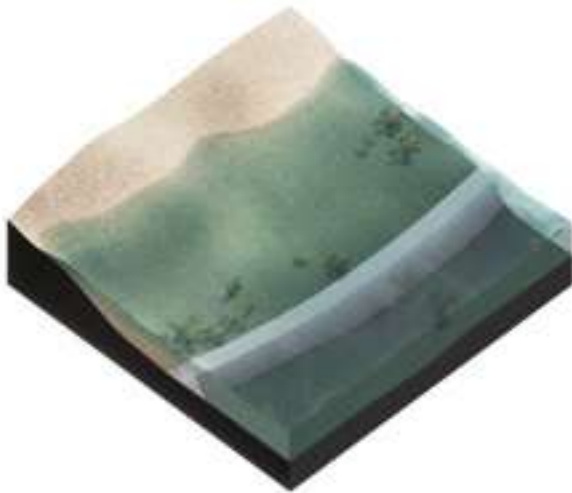


New Providence, Bahamas

→ Pembangunan *perched beaches*

Pembangunan pemecah ombak terendam untuk membuat *perched beaches* merupakan langkah mitigasi bagi segmen garis pantai dengan batas tepi air yang curam dan mengalami erosi. Proses tersebut memerlukan satu *sill* bawah air atau lebih yang dipadu dengan pengisian pasir di sisi darat. Struktur bawah air tersebut dapat mengurangi energi ombak di pantai, sehingga mengurangi hilangnya pasir dan kebutuhan pengisian pasir. Pemecah ombak terendam kadang kala memiliki dampak yang merugikan, yaitu menggeser batas tepi air ke arah laut dan menciptakan profil pantai yang lebih curam di atas *sill*.

- Marina East, Singapura
- Pantai Adriatic, Ricconi dan Cesenatico

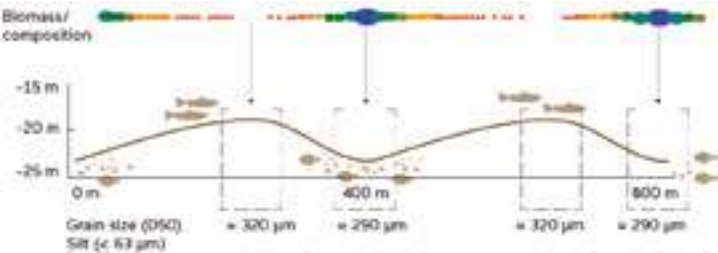


← Penataan ulang dasar laut

Pasir laut merupakan sumber daya yang bernilai. Praktik-praktik pengambilan pasir umumnya menyisakan dasar laut yang tergerus dan rata, yang kurang menguntungkan bagi regenerasi laut. Dalam penataan ulang ekologis, tekstur dan gradien dibuat pada daerah sumber pasir untuk menghasilkan kolonisasi kembali yang lebih cepat dan peningkatan keanekaragaman hayati dasar laut. Praktik tersebut mencakup sejumlah pendekatan penataan ulang, termasuk lokasi pengambilan dengan kedalaman yang beragam dan *gravel seeding* di daerah sumber.

- Lubang penambangan pasir ekologis di Maasvlakte 2, Rotterdam

Sketsa konseptual dasar laut yang ditata ulang



Sand Motor, The Hague




Manfaat ekologis

Pantai berpasir menyediakan tempat berkembang biak, beristirahat, dan pembibitan untuk berbagai tanaman, hewan, dan organisme lain. Dengan gerakan gelombang yang teratur dan gradien kebasahan yang berubah-ubah, ekosistem berpasir yang berfungsi dengan baik menyediakan berbagai jenis habitat, termasuk habitat di pantai dan bukit pasir, di zona intertidal, bawah air, dan lepas pantai. Sebagai lingkungan dinamis dengan tanah yang kurang memiliki hara, substrat yang tidak stabil, dan sebaran garam yang terbawa angin, lanskap pantai berpasir dapat menunjukkan kondisi yang tidak bersahabat; akan tetapi pasir yang berpindah dan kondisi yang berubah dengan cepat juga dapat menghasilkan keanekaragaman hayati yang khas.


→ Peningkatan fungsi ekosistem

Bekerja dengan ekologi pantai berpasir ditujukan untuk mengurangi dampak negatif pada fitur-fitur alami dan menciptakan habitat baru yang berfungsi dengan baik dalam sistem yang ada. Pendekatan ini mempertahankan proses-proses biokimia dan rekayasa ekologi penting, mendukung tempat bersarang dan berkembang biak, dan melindungi rantai makanan organisme. Suatu sistem wilayah pesisir yang sehat menyediakan layanan ekosistem yang menguntungkan seperti memelihara dan mendukung spesies asli, perikanan berkelanjutan, peningkatan kualitas air tawar, dan estetika.



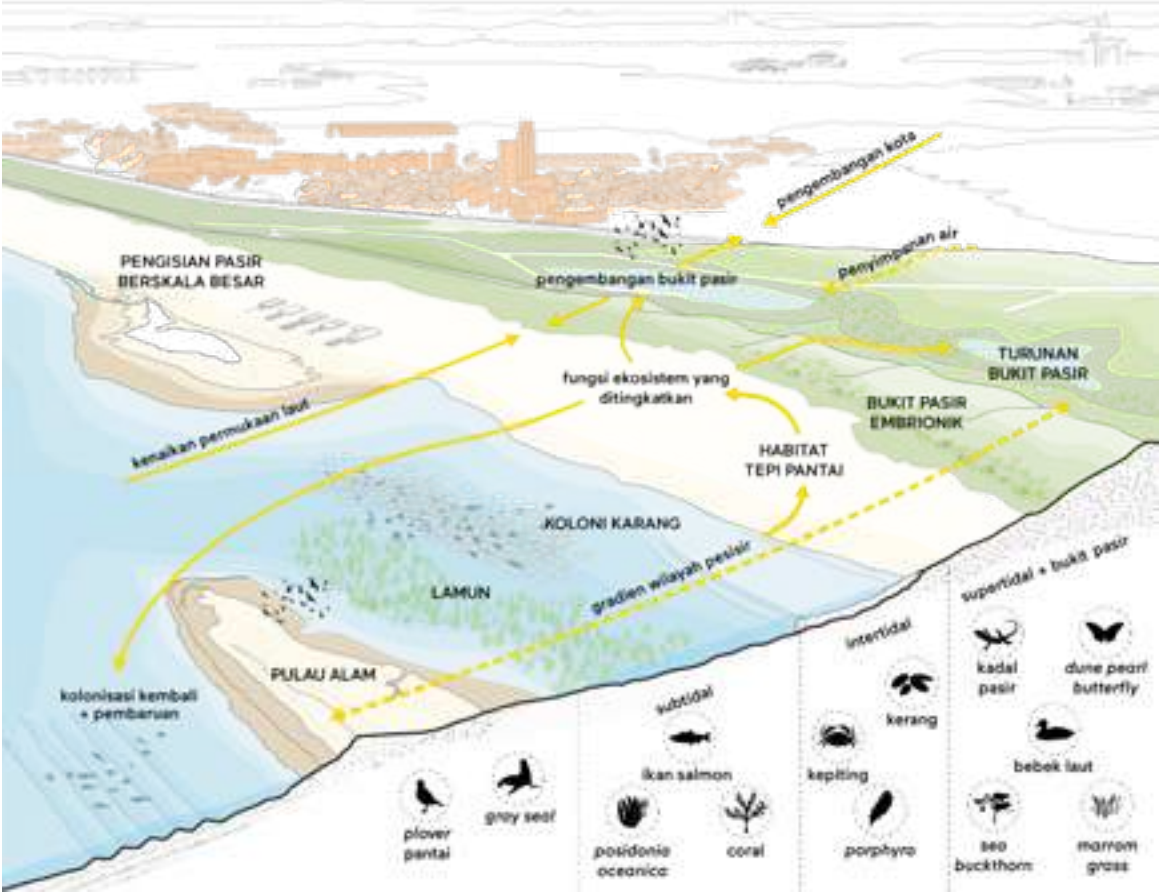
← Pengembangan habitat bukit pasir

Di pantai berpasir, sistem bukit pasir muncul apabila angin dan ombak membawa pasir di sepanjang pantai. Bentuknya bergantung pada angin yang bertiup dan orientasi pantai. Angin yang bertiup secara konstan menghasilkan lingkungan yang kurang bersahabat di mana vegetasi utamanya adalah rumput. Habitat bukit pasir beragam menurut kebutuhan pasir dan waktu genangan. Habitat-habitat yang memerlukan persediaan pasir yang konstan biasanya terletak di sisi laut sistem bukit pasir, sedangkan yang memerlukan sedikit atau tidak memerlukan pasir dapat ditemukan pada sisi darat, yang sering kali memiliki spesies yang lebih beraneka ragam.



↓ Gbr. A.1

Keanekaragaman hayati merupakan parameter penting bagi suatu lingkungan pesisir yang sehat dan tangguh; keanekaragaman hayati sering kali dianggap sebagai indikator penting keberhasilan. Solusi-solusi *Building with Nature* bertujuan untuk meningkatkan habitat dan keanekaragaman hayati dengan menyediakan gradien di sepanjang pantai. Pendekatan ini menyimpang dari infrastruktur abu-abu tradisional yang menyebabkan kerusakan dan pemisahan antarhabitat.



Tempat tinggal, bekerja, dan berkunjung

→ Mendukung amenitas rekreasi

Perencanaan rekreasi dan konservasi secara bersama-sama memerlukan keahlian antardisiplin ilmu dan pengelolaan untuk menghindari tujuan yang bertentangan serta memastikan manfaat bersama. Dalam hal Sand Motor, pengisian pasir berskala besar berkontribusi pada pengayaan dan perluasan pantai; praktik tersebut menciptakan ruang rekreasi baru untuk berjalan-jalan, olah raga pantai, selancar layang, dan berperahu. Rancangannya juga memperhitungkan keselamatan selama berenang.



Pantai berpasir berperan penting dalam budaya masyarakat wilayah pesisir dan perekonomian kotanya. Selain memiliki nilai estetika yang tinggi, lanskap ini mengakomodasi pelabuhan, bidang konstruksi, dan perikanan; lanskap ini juga menarik bagi pariwisata dan perdagangan. Kegiatan ekonomi ini, dan sejarah panjang perkembangannya, mendukung nilai ekonomi dari pantai berpasir saat ini.

Lanskap tersebut menyediakan beragam layanan ekosistem yang memelihara penduduk lokal. Bukit pasir menyerap dan menyaring air hujan, mengisi kembali wadah air tawar dan pasokan air minum. Laut pesisir menyediakan ikan dan kerang, yang merupakan sumber daya pangan penting, dan berpotensi untuk pembangkitan energi terbarukan dari angin dan ombak. Pantai berpasir juga memiliki peluang pariwisata dan rekreasi, karena memberikan pengalaman yang tak tertandingi di setiap musim. Sebagai tempat beristirahat atau berperetualang, pantai menyediakan sarana rekreasi dan olah raga serta memfasilitasi kegiatan di dekat pantai seperti berenang dan memancing. Akan tetapi, pantai berpasir di banyak tempat saat ini ditambang untuk menyediakan bahan baku konstruksi, yang mengancam keberlanjutannya.

Memberikan ketahanan pangan

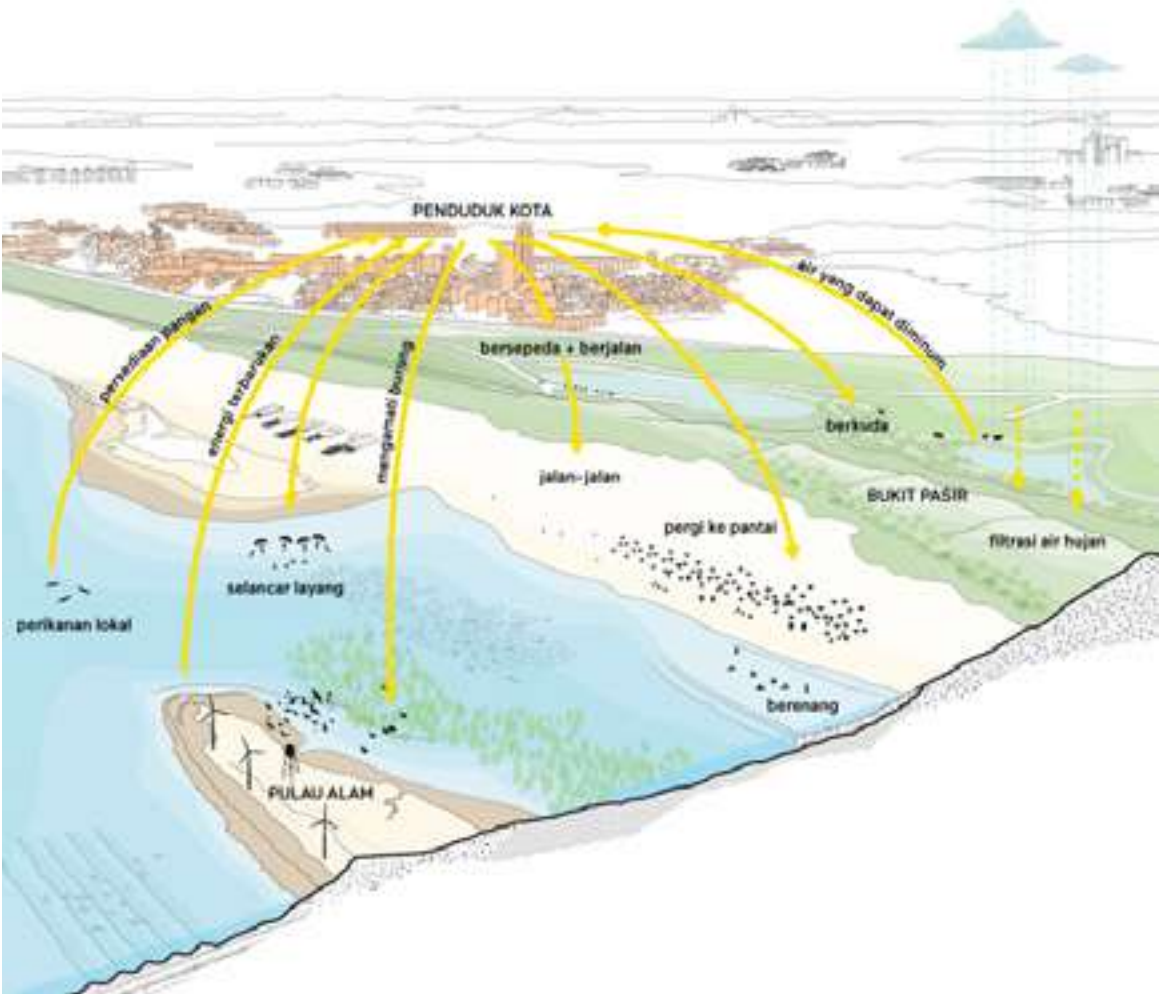
Sebagai lingkungan yang dinamis dengan ombak yang tinggi, pantai berpasir memberikan tantangan bagi budi daya perairan dan pertanian di dekatnya di mana di saat yang sama menjadi rumah bagi penduduk yang terus bertumbuh. Akan tetapi, dalam beberapa hal, tambak dan perikanan tangkap berskala kecil berkembang dengan sangat baik di dalam lanskap ini dan mendukung baik ketahanan pangan lokal maupun regional.

Memperkuat perekonomian lokal

Masyarakat setempat wilayah pesisir memperoleh keuntungan dari peningkatan fungsi ekosistem pantai: bukit pasir dapat menghindari kerusakan harta benda akibat badai, pangan disediakan oleh para nelayan lokal, dan arus penghasilan berkembang karena pariwisata. Industri pariwisata telah tumbuh menjadi mesin ekonomi dunia sejak seabad lalu dan memiliki banyak bentuk, seperti perjalanan pulang pergi dalam satu hari bagi para penduduk kota sampai dengan petualangan dan perjalanan jangka panjang.

↓ Gbr. A.2

Pantai berpasir berkontribusi pada perekonomian wilayah pesisir yang multidimensi melalui berbagai manfaat ekosistemnya. Manfaat-manfaat ini menjangkau masyarakat perkotaan dan perdesaan di darat. Keterbukaan lanskap ini menarik bagi pengembangan energi terbarukan. Lanskap pantai mencapai lebih dari 30 persen garis pantai di dunia, yang membuat perlindungannya menjadi sangat penting untuk mempertahankan wilayahnya.



Aliran sumber daya

Komposisi material pantai berpasir mencerminkan dampak kumulatif dari kekuatan yang memengaruhinya sejak zaman es terakhir: sungai yang mengangkut pasir dan kerikil ke laut, erosi bertahap dari tebing wilayah pesisir, dan ombak yang membawa puing, kerang yang pecah, dan pasir. Ombak dan angin terus membentuk kembali, mengubah, dan menyalurkan kembali sedimen dalam lanskap tersebut.

Sebagian dinamika lingkungan yang menopang semua pantai berpasir berasal dari material yang disediakan dan diambil dari lingkungan ini. Pengayaan lanskap pantai memerlukan pemahaman akan kualitas dan sifat sedimen lokal dan kenyataan bahwa sumber daya ini memiliki ketersediaan yang terbatas. Pasir tambahan, yang sering kali diambil dari dasar laut di lokasi sumber lepas pantai, sangat penting untuk menjaga pantai dan bukit pasir, serta kebutuhan pengisian pasir akan menjadi semakin mendesak seiring dengan kenaikan permukaan laut.

Angin, ombak, dan pasang surut memberikan potensi bagi energi terbarukan di negara berkembang. Teknologi baru berupaya untuk memanfaatkan kekuatan dinamis ini untuk pembangkitan energi.



↑ Pasir yang digunakan secara strategis

Pasir terus dibutuhkan untuk ditambahkan pada garis pantai untuk melindungi dari erosi. Karena kenaikan permukaan laut dan pertumbuhan penduduk wilayah pesisir semakin mempersempit zona bukit pasir, pengisian pasir hadir untuk memberikan alternatif dari mundurnya garis pantai, banjir, atau gangguan dan penghancuran melalui pertahanan keras. Apabila lokasi sumber pasir dapat dikembangkan dengan dampak lingkungan dan ekonomi yang dapat diterima, pasir dikeruk dari dasar laut dan disebarkan di sepanjang pantai untuk menahan ombak dan menghasilkan formasi bukit pasir. Akan tetapi, seiring dengan meningkatnya tekanan global karena kendala ketersediaan setempat yang terbatas, maka proyek pengisian pasir harus memberdayakan praktik-praktik rancangan yang lebih cerdas dan lebih efisien.

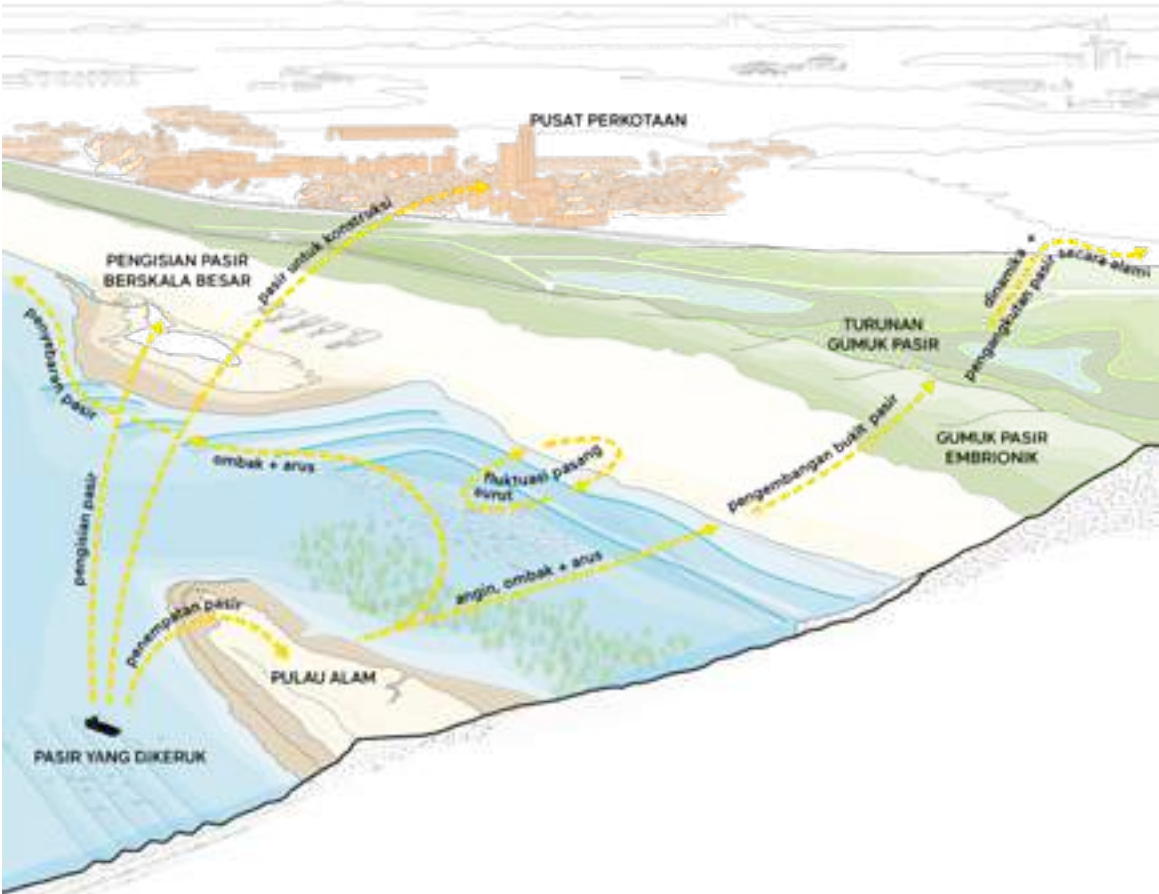
→ Mengelola air tanah

Pengelolaan wilayah pesisir terpadu mengaitkan strategi perluasan sumber daya air tanah bersih dengan upaya pemulihan ekosistem. Pengisian pasir di pantai dan peningkatan fungsi bukit pasir dapat memperbaiki infiltrasi air, menyaring polutan, dan meningkatkan pengisian akuifer. Tindakan-tindakan ini dapat mengamankan persediaan air untuk konsumsi akan tetapi juga harus mempertimbangkan dampak dari perubahan tinggi muka air tanah.



↓ Gbr. A.3

Pengangkutan pasir berskala besar akan menghasilkan formasi bukit pasir, yang merupakan suatu proses yang dihasilkan dari interaksi yang kompleks antara pasang surut, ombak, angin, dan spesies tanaman. Tumbuhan perintis menyediakan tempat berlindung dari angin dan mendukung penumpukan pasir, sementara akarnya menahan pasir. Dengan cara ini, tanaman-tanaman yang tumbuh pertama kali tersebut membuat gelombang kecil pada pantai yang datar, atau cikal bakal bukit pasir. Pada saat pasir cukup banyak diangkut, bukit pasir ini bertumbuh dan substrat berpasir menjadi tidak terlalu asin, sehingga mendukung spesies lain untuk bertahan hidup dan tumbuh dalam lanskap tersebut.



Pendekatan terpadu

Pantai berpasir mengalami berbagai tekanan dari sistem alami, infrastruktur perlindungan banjir, rekreasi, pembangunan kota, dan industri wilayah pesisir. Masing-masing pihak memiliki tradisinya sendiri dalam tata kelola dan latar belakang pengaturan dalam menetapkan pilihan tindakan yang berbeda untuk mempertimbangkan setiap isu baru, dari rekreasi dan pengembangan industri hingga pengelolaan risiko banjir dan adaptasi iklim. Secara lebih luas, pendekatan *Building with Nature* memerlukan pengambilan keputusan dengan keterlibatan dari tingkat pemerintah dan instansi yang berbeda-beda. Misalnya, pembangunan dan pengayaan sistem perlindungan wilayah pesisir di Belanda mempersyaratkan partisipasi dari instansi-instansi dari pemerintah pusat dan daerah serta para mitra lokal mereka sedangkan LSM dan kelompok advokasi dianggap sebagai para pihak yang berkepentingan di luar kerangka pemerintah. *Institutional embedding*—proses normalisasi dan internalisasi pengambilan kebijakan yang interaktif dalam pemerintah—memiliki beberapa dimensi dalam mendukung proyek-proyek *Building with Nature*. Praktik administrasi, peraturan



← Mengelola risiko banjir

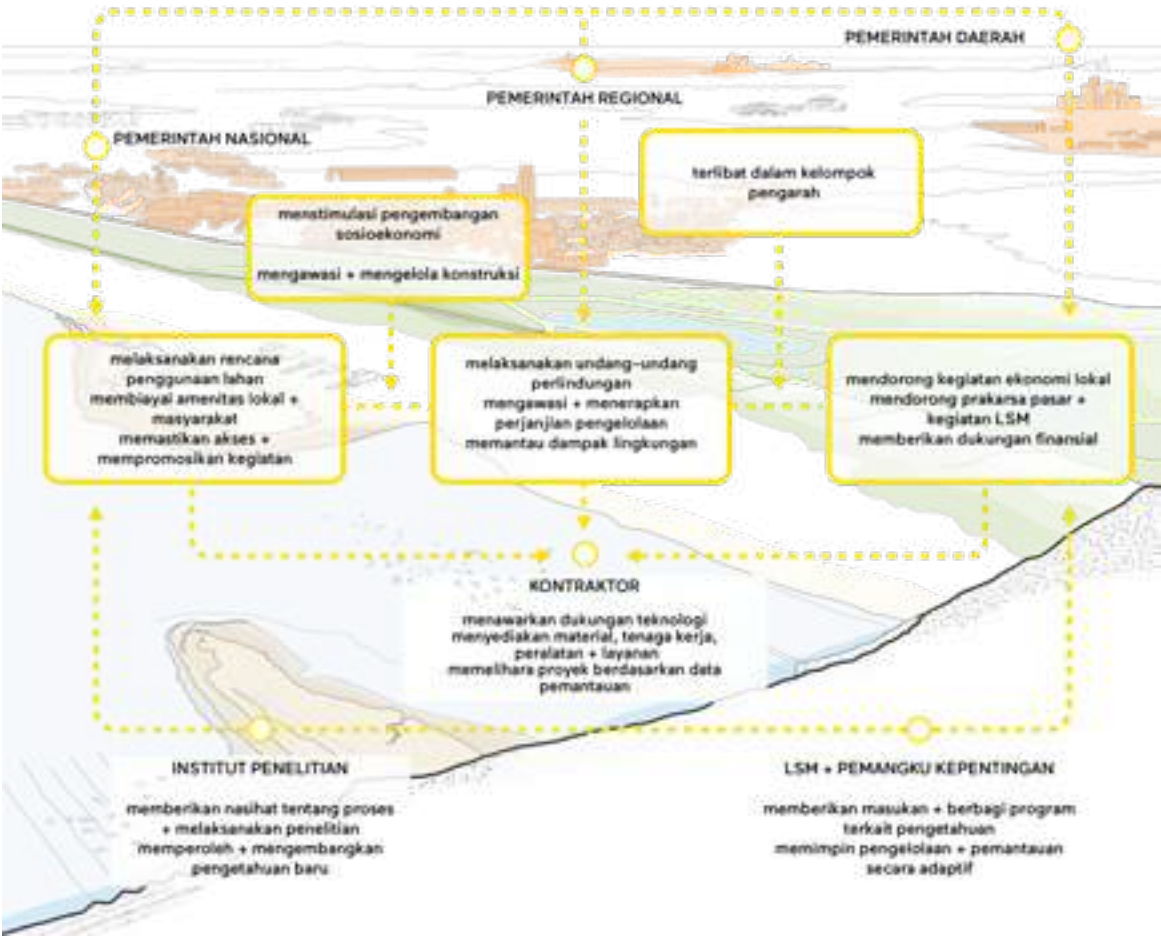
Agar konsep *Building with Nature* secara luas diterima, mempersyaratkan kemampuan untuk bekerja di dalam kerangka tata kelola yang ada atau kreativitas untuk mengembangkan standar dan legislasi baru demi mendukung aksi ini. Apabila tidak terdapat preseden, maka tujuan dan kerangka proyek sering kali harus dikembangkan agar proyek tersebut dilaksanakan dan dipertahankan. Seiring berubahnya standar rancangan dan teknik yang mengikuti proyeksi iklim yang berubah-ubah, maka bekerja sama dengan sistem alami menjadi kunci untuk menanamkan ketangguhan dan adaptabilitas untuk jangka panjang.

perundang-undangan, dan sentimen serta tekanan politik yang berubah-ubah semuanya memiliki pengaruh. Kenyataannya adalah bahwa kolaborasi di beberapa tingkat pemerintah atau antara beberapa kota dan badan regional biasanya tidak lancar, serta administrasi wilayah pesisir sering kali tidak terpadu. Mencari cara untuk mempertemukan para pemangku kepentingan, memahami kepentingan dan kapabilitas mereka, dan menciptakan secara bersama-sama struktur pemerintah yang mendukung komitmen terhadap perwujudan proyek-proyek ini merupakan tantangan yang mendasar di semua daerah.




↓ Gbr. A.4

Proyek-proyek *Building with Nature* menuntut integrasi dan koordinasi dari beberapa pemangku kepentingan dan sektor. Keterlibatan pemangku kepentingan secara luas dan sejak dini sangat penting untuk mengembangkan bahasa dan kesepahaman bersama akan sasaran dan ambisi. Di Sand Motor, para pemangku kepentingan pemerintah dan LSM menandatangani suatu perjanjian kolaborasi yang menetapkan ambisi bersama mereka untuk proyek tersebut, bahkan sebelum merancang solusi apa pun. Langkah mendasar ini memungkinkan para mitra pemerintah untuk membuat kemajuan dalam turut merancang dan memimpin proyek.

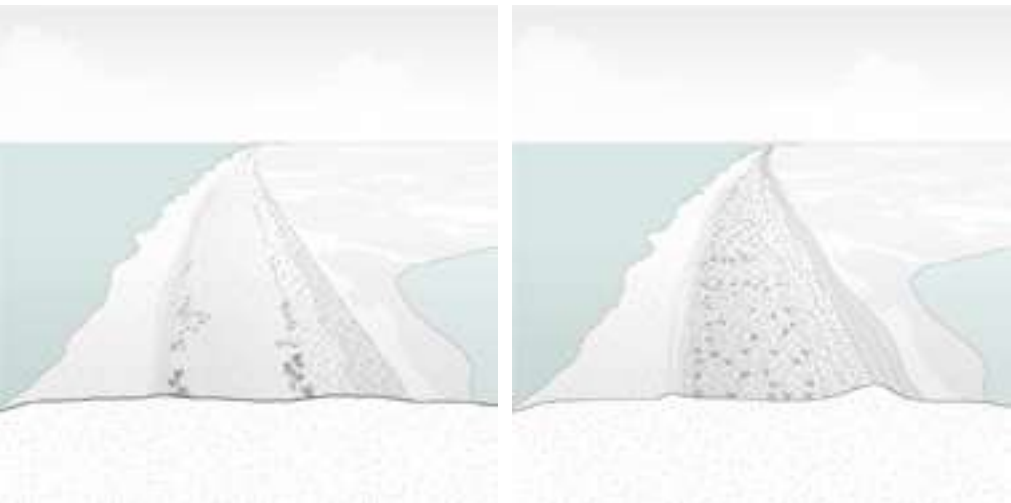


Sistem yang berkembang


Gbr. A.5	Pasir yang dikeruk ditaruh di sepanjang pantai dalam pengisian pasir berskala besar.
Gbr. A.6	Pasang surut dan arus mulai memencarkan pasir.



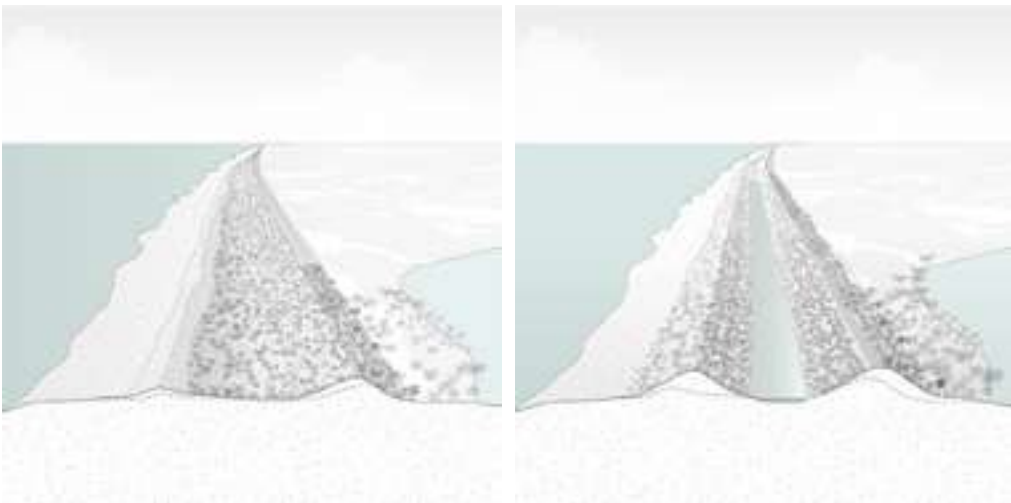
Gbr. A.9	Pasir yang dikeruk ditaruh di sisi dataran tinggi zona pasang surut.
Gbr. A.10	Angin membawa pasir ke darat; rumput bukit pasir menangkapnya.



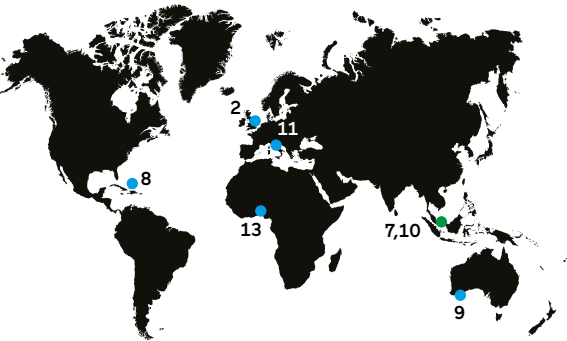
Gbr. A.7	Pasir terus menyebar, sehingga memperluas pantai.
Gbr. A.8	Pantai menjadi semakin lebar dan tanaman bukit pasir ditanam



Gbr. A.11	Bukit pasir menjadi semakin luas seiring dengan pertumbuhan rumput ke arah laut.
Gbr. A.12	Bukit pasir sepenuhnya terbentuk dan stabil.



Sumber dan Referensi



Proyek terkait (EcoShape / Pihak lain)

- Dengan urutan kemunculan dalam bab
- 1 Sand Motor, Den Haag, NL
 - 2 Sandscaping Bacton, Norfolk Utara, Inggris Raya
 - 3 Gumuk Pasir Hondsbosche, Camperduin hingga Petten, NL
 - 4 Prins Hendrik Zanddijk, Texel, NL
 - 5 Spanjaardsduin, 's Gravenzande, NL
 - 6 Dijk di Duin, Katwijk, NL
 - 7 East coast park, Singapura
 - 8 Sandy Bottoms, Bahama
 - 9 Pantai Middleton, Albany, Australia
 - 10 Marina East, Singapura
 - 11 Pantai Adriatic, Ricconi dan Cesenatico, Italia
 - 12 Lubang penambangan pasir ekologis di Maasvlakte 2, Pelabuhan Rotterdam, NL
 - 13 Pemecah ombak Sandbar, Dangote, Nigeria

Referensi

- De Schipper, M. A. dkk. (2016). *Initial spreading of a mega feeder nourishment: Observations of the Sand Engine pilot project*. Coastal Engineering, 111, 23–38.
- De Schipper, M. A. dkk. (dalam proses percetakan). *Sandy futures: A global multidisciplinary perspective on ocean coast beach nourishment*. Nature Reviews Earth and Environment.
- Delgado-Fernandez, I. dkk. (2019). *Is “re-mobilisation” nature restoration or nature destruction? A commentary*. Journal of Coast Conservation, 23, 1093–1103.
- Le Cozannet, G. dkk. (2019). *Quantifying uncertainties of sandy shoreline change projections as sea level rises*. Scientific Reports, 9(1), 1–11.
- Luijendijk, A. dkk. (2018). *The state of the world’s beaches*. Scientific Reports, 8(1), 1–11.
- Luijendijk, A. dkk. (2017). *The initial morphological response of the Sand Engine: A process-based modelling study*. Coastal Engineering, 119, 1–14.
- Stive, M. J. F. dkk. (2013). *A new alternative to saving our beaches from sea-level rise: The Sand Engine*. Journal of Coastal Research, 29(5), 1001–1008.
- Van Thiel de Vries, J. dkk. (2016). *Challenges in developing sustainable sandy strategies*. Laporan Rapat World Dredging Congress tahunan ke-21 (WODCON XXI). Miami, Florida.

Sumber daya online

- *Demonstrating Building with Nature at coastal sites*—lembar fakta tentang pekerjaan pantai berpasir di dalam proyek *Building with Nature* INTERREG NSR
- *De Zand Motor*—situs web proyek Sand Motor
- *ENsuring DUne REsilience against Climate Change (ENDURE)*—situs web ikhtisar dari proyek-proyek ketangguhan bukit pasir yang didanai oleh ERDF melalui program Dua Laut INTERREG, 2014–2020
- *Living Shorelines, Center for Coastal Resources Management*—ikhtisar dari solusi-solusi batas tepi air yang hidup yang diselidiki oleh CCRM, Institut Ilmu Kelautan Virginia (Virginia Institute of Marine Science)
- *Oyster Restoration Workgroup*—situs web kelompok kerja seluruh dunia yang terdiri dari para ilmuwan dan penggemar pemulihan tiram, dengan tautan dan sumber daya



Untuk sumber daya dan referensi tambahan, kunjungi ecoshape.org/library

Merancang, Merekayasa, dan *Building with Nature*

Selama lebih dari satu dekade, konsorsium EcoShape telah berupaya untuk mengembangkan filosofi rancangan yang dikenal sebagai *Building with Nature* dan keahlian untuk melaksanakan rekayasa terkait air menurut pendekatan filosofi tersebut. Program *Building with Nature* saat ini merupakan kelanjutan dari karya rintisan Ronald E. Waterman dan tetap didasarkan pada sektor air Belanda, namun prinsip dan nilainya secara lebih luas membahas tentang pentingnya Solusi-Solusi Berbasis Alam demi hasil (*outcomes*) yang berkelanjutan. *Building with Nature* sejalan dengan pendekatan-pendekatan serupa yang muncul di tempat lain di seluruh dunia, misalnya, prakarsa Merekayasa Bersama Alam (*Engineering With Nature*) dari Korps Zeni Angkatan Darat Amerika Serikat (U.S. Army Corps of Engineers), serta program Asosiasi Dunia untuk Infrastruktur Transportasi Air (*World Association for Waterborne Transport Infrastructure*), Bekerja bersama Alam, rekayasa ekologi, dan lain-lain. Banyak gagasan mendasar yang ditemukan dalam *Building with Nature* dan program-program terkaitnya yang dapat ditelusuri kembali ke praktik-praktik sebelumnya seperti filosofi Merancang bersama Alam (*Design with Nature*) yang muncul pada akhir tahun 1960-an. Akan tetapi, semua program ini terus berkembang demi mengatasi tantangan-tantangan masa kini. Praktik di abad kedua puluh satu memerlukan perspektif pembangunan, keberlanjutan terpadu yang baru, dan pemikiran berdasarkan sistem dalam pembangunan infrastruktur.



Frederick Steiner
Dekan dan Profesor Paley,
Universitas Pennsylvania
Sekolah Desain Stuart
Weitzman; Direktur Eksekutif
Pendamping, Pusat Urbanisme
dan Ekologi Ian L. McHarg (Ian
L. McHarg Center for Urbanism
and Ecology)

Pada tahun 2019, Anda menyelenggarakan pameran *Design with Nature Now* di Universitas Pennsylvania. Salah satu proyek pendukungnya adalah *Sand Motor* (2011), yang dikembangkan oleh Rijkswaterstaat (Kementerian Pekerjaan Pengelolaan Infrastruktur dan Air Belanda). Apa makna dari dimasukkannya pekerjaan ini dalam pameran tersebut?

Kami menghubungi orang-orang dari seluruh dunia dan meminta mereka untuk mengusulkan proyek-proyek yang merupakan contoh dari konsep Merancang bersama Alam untuk abad kedua puluh satu. Semua proyek yang kami pilih jelas bergantung pada tempat tertentu akan tetapi mewakili intervensi-intervensi yang berlaku di tempat lain. *Sand Motor* menggunakan proses alami untuk memanfaatkan energi demi memungkinkan adaptasi bagi masa depan. Selain konsepnya yang menarik, skala dan ambisi dari proyek tersebut juga mengesankan. *Sand Motor* mencerminkan warisan Belanda; menciptakan dan menciptakan kembali pantai adalah inti dari budaya Belanda. Selain itu, proyek tersebut menunjukkan kolaborasi yang luar biasa oleh berbagai instansi dan pihak yang terlibat. Pada saat merancang bersama alam, Anda harus rendah hati dan menyadari bahwa tidak ada yang dapat melakukannya sendirian. Penting untuk bekerja dengan orang-orang dari disiplin ilmu lain, karena memahami proses alami merupakan pekerjaan yang kompleks.

Pameran tersebut menandai ulang tahun kelima puluh dari karya Ian McHarg yang berpengaruh pada tahun 1969, *Merancang bersama Alam*. Akan tetapi, McHarg bukan orang pertama yang mempertimbangkan peran alam.

Gagasan merancang bersama alam sudah ada sejak zaman kuno. Dalam tradisi Barat, gagasan tersebut telah ada sejak zaman Vitruvius, sedangkan dalam tradisi Timur, gagasan tersebut terkait dengan konsep seperti Feng Shui dan keseimbangan antara manusia dan alam. Di Amerika Serikat, Frederick Law Olmsted, yang merancang Central Park, di antara proyek-proyek lain, menggunakan teknik-teknik untuk memahami proses alam dalam merancang taman. Olmsted menggunakan pemikiran ahli transendental dari penulis Amerika seperti Emily Dickinson, Ralph Waldo Emerson, dan Henry David Thoreau.

Dengan teori dan penemuan oleh Charles Darwin, Alexander von Humboldt, dan lainnya, pemahaman proses alam secara langsung

memengaruhi cara kita membuat rancangan dan rencana. McHarg berkontribusi pada perspektif ilmiah alam ini. Dia membantu mengembangkan bidang ekologi lanskap dan ekologi perkotaan yang telah mapan selama lima puluh tahun terakhir. Dia memahami bahwa berkat ekologi, kita dapat mengetahui hubungan timbal balik antara organisme dan lingkungannya. Dengan melanjutkan karya Lawrence Henderson, yang mengembangkan gagasan kecocokan Darwin, McHarg mengembangkan sarana untuk menganalisis dan menentukan tempat-tempat yang paling sesuai untuk jenis penggunaan lahan yang berbeda.

McHarg mungkin merupakan orang yang paling berhasil dalam mengidentifikasi tempat-tempat berisiko. Analisis McHarg dapat menentukan tempat yang tidak boleh dibangun, karena ekologi tempat tersebut dapat menimbulkan bahaya bagi orang dan harta benda. Belanda telah mahir dalam melakukan analisis ini, dari segi identifikasi zona berisiko banjir yang terkait baik dengan sungai maupun Laut Utara. Proyek lain yang terkenal di Belanda, Ruang bagi Sungai (Room for the River) (2006–2015)—juga tercakup dalam *Design with Nature Now*—merupakan contoh dari rancangan lanskap yang tidak hanya memperhatikan alam tetapi juga menjauhkan orang-orang dari bahaya.

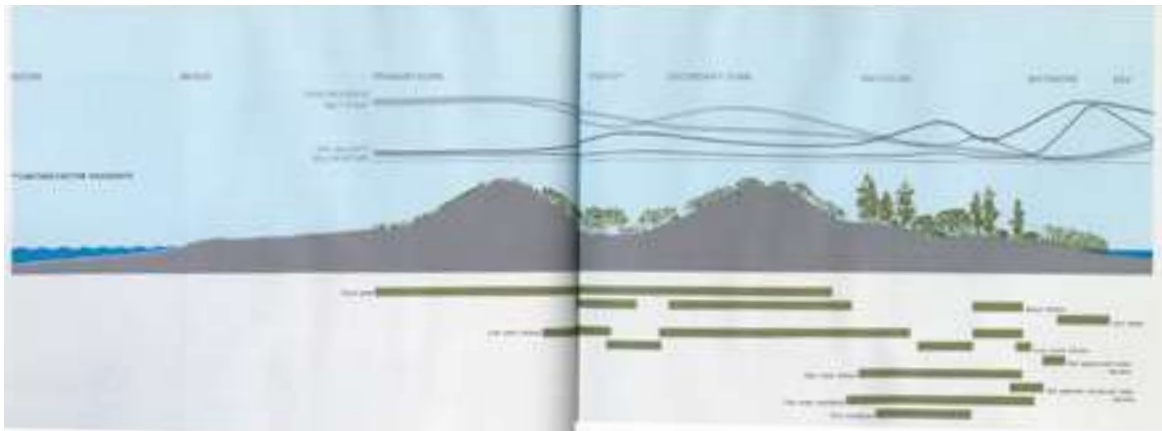
Bagaimana Anda memahami “merancang” dalam konteks ini?

Bagi saya, merancang berarti membayangkan suatu masa depan yang lebih baik—lebih baik daripada kondisi saat ini. Konteksnya dapat berupa suatu bangunan, lanskap, atau kota. Seni dan ilmu perancangan terletak pada konseptualisasi peningkatan dalam berbagai skala. Contohnya adalah Taman Freshkills (2008–saat ini) di Pulau Staten, New York, yang dirancang oleh James Corner Field Operations. Sebagai salah satu TPA (*landfill*) terbesar di dunia, namun telah ditata kembali menjadi suatu lanskap untuk rekreasi dan pembaruan yang juga memanfaatkan energi dari proses-proses alam di lingkungan tersebut. Rancangannya didasarkan pada gagasan pembibitan: merancang unsur-unsur yang berbeda yang akan berubah seiring waktu.

Bagaimana gagasan tersebut berlaku terhadap skala-skala yang berbeda? Gagasan apa, dan jenis koalisi apa, yang dibutuhkan untuk mengembangkan proyek-proyek berskala lanskap?

Skala membuat kita merasa rendah hati. Skala yang berbeda memerlukan serangkaian keahlian yang berbeda. Saya tidak setuju dengan wacana yang populer di antara para perancang, bahwa kita dapat merancang secara bebas dengan skala yang berbeda-beda. Saya tertarik dengan gagasan hierarki yang telah tertata dari ilmu biologi dan lingkungan: keutuhan pada suatu tingkat organisasi hanya merupakan suatu bagian dari tingkat selanjutnya. Suatu sel mungkin utuh, akan tetapi sel tersebut juga merupakan suatu bagian kecil dari tubuh.

Ketika merancang, skala yang lebih kecil berarti kendali yang lebih besar. Anak perempuan saya merupakan seorang arsitek lanskap. Pada saat dia merancang halaman belakang rumah saya, dia memiliki banyak kendali. Meskipun dia harus berurusan dengan orang tuanya sebagai klien, dia



Dinamika bukit pasir (Ian L. McHarg Papers, Arsip Arsitektur, Universitas Pennsylvania)

menentukan tanaman dan permukaan keras, memahami cara agar berhasil menanam tanaman di kebun. Akan tetapi, pada saat dia merancang suatu taman yang luas, dia harus bekerja dengan para ahli tanah dan ahli botani serta melibatkan berbagai instansi kota. Pada skala kota atau wilayah, proses tersebut menjadi lebih kompleks. Semakin besar skalanya, semakin banyak disiplin ilmu yang dilibatkan, dan semakin tinggi kompleksitasnya. Bentuk tetap penting, akan tetapi para perancang mengabaikan bentuk pada suatu tahap tertentu, pada saat mereka beralih untuk merancang proses dan semua faktor yang bermanfaat bagi orang-orang.

Charles Eames pernah mengatakan bahwa semua rancangan yang baik didasarkan pada pemahaman akan batasan. Para perancang sering kali khawatir bahwa terlalu banyak batasan akan membatasi kreativitas. Menurut saya, sentimen ini berarti bahwa kita harus mengenali batasan-batasan kita agar terbebas darinya. Kita harus memanfaatkan kesempatan yang ada akibat batasan-batasan tersebut.

Dapat dikatakan bahwa alam merupakan batasan yang paling sulit diatasi. Suatu bangunan dapat dirancang dan disesuaikan dengan iklim lokal, atau dirancang dengan sistem penyejuk udara mekanis, akan tetapi cepat atau lambat, rancangan tersebut membutuhkan biaya tinggi dan merugikan lingkungan. Apabila suatu bangunan sengaja dibangun di dataran banjir, kita juga harus mengantisipasi konsekuensi jangka panjangnya. Apabila Fallingwater milik Frank Lloyd Wright (1935) bukanlah permintaan dari seorang klien yang kaya, atau tidak mendapatkan dukungan keuangan yang berkelanjutan dari suatu yayasan, maka karya tersebut tentu sudah tenggelam di dalam air sejak lama. Metode yang menentang batasan alami tidak dapat dipertahankan secara terus menerus dan tanpa batas. Kita harus selalu mengetahui batasan-batasan dari suatu tempat dan merancang bersama alam, bukan mengabaikannya. •••



Todd Bridges
Ilmuwan Peneliti Senior, Ilmu Lingkungan,
Korps Zeni Angkatan Darat Amerika Serikat

Prakarsa Engineering With Nature® ditetapkan oleh Korps Zeni Angkatan Darat Amerika Serikat sekitar sepuluh tahun lalu, yang bertepatan dengan dimulainya *Building with Nature* di EcoShape. Bagaimana setiap program ini mendukung dan menginspirasi satu sama lain?

Melihat kedua upaya ini berjalan secara paralel meskipun dalam konteks sosial dan geografis yang berbeda merupakan hal yang luar biasa. Saya tidak yakin bahwa kami telah sepenuhnya menjelajahi hubungan antara upaya-upaya kami, akan tetapi kami selalu membangun hubungan, dan mendapati bahwa berbagi gagasan dan temuan merupakan hal yang bermanfaat. Hubungan kami juga memiliki nilai retorik; kesimpulan yang sama yang diambil dengan mengacu pada dua kegiatan yang berbeda berdasarkan proyek dan contoh terpisah menghasilkan argumen yang baik. Di masa depan, Merekayasa Bersama Alam dan *Building with Nature* akan lebih mendorong kolaborasi untuk mengupayakan pelaksanaan secara lebih luas.

Dari mana Merekayasa Bersama Alam berasal?

Korps Zeni Angkatan Darat didirikan pada tahun 1775. Meskipun organisasi tersebut telah berkembang sejak saat itu, kami mempertahankan tanggung jawab kami atas infrastruktur air. Terdapat banyak kasus selama beberapa dekade di mana Korps tersebut dan para insinyurnya memanfaatkan sistem alami sebagai bagian dari proyek infrastruktur. Seiring waktu, ilmu dan teknik kami berkembang hingga kami menemukan kesempatan lintas sektor. Merekayasa Bersama Alam bertujuan untuk membandingkan praktik-praktik ini, menganalisis kesempatan yang ada, dan merumuskan proses ini sehingga kami dapat semakin berkembang.

Bagaimana latar belakang Anda mendorong Anda untuk bekerja dalam program ini?

Saya secara teknis mengenyam pendidikan sebagai seorang ahli ekologi, dengan gelar PhD dalam bidang oseanografi biologi. Para ilmuwan dan insinyur memiliki banyak kesamaan, akan tetapi mereka juga memiliki pendekatan-pendekatan yang berbeda yang saling melengkapi. Pendekatan-pendekatan tersebut sangat efektif apabila dikombinasikan: dengan memadukan penetapan masalah ilmiah dengan fokus rekayasa pada solusi.

Saya tertarik dengan cara mengembangkan dan melaksanakan proyek yang memadukan sistem-sistem lingkungan dengan hasil rekayasa.

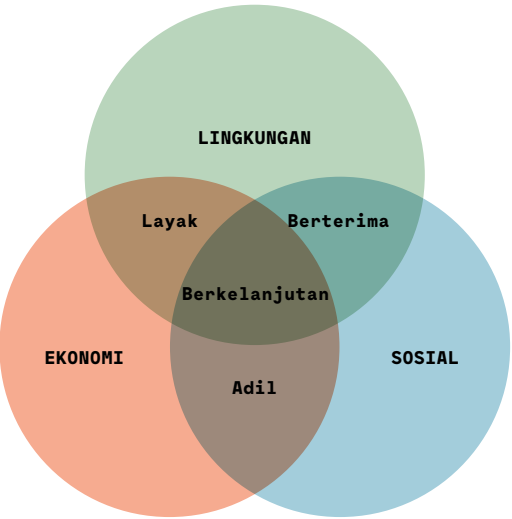
Para ahli ekologi telah mengajarkan kepada kita bahwa pemahaman dan keterlibatan sistem sosial di mana rekayasa dan pembangunan terjadi merupakan hal yang sangat penting.

Banyak orang yang mengatakan bahwa konsep keberlanjutan dapat digambarkan seperti bangku berkaki tiga, yang terdiri dari orang, keuntungan (atau perekonomian), dan planet (atau lingkungan). Apabila Anda tidak dapat menangani aspek manusia dari suatu masalah yang kompleks, Anda tidak akan membuat kemajuan dalam menyelesaikannya. Bagi para ilmuwan dan insinyur tanpa pelatihan formal apa pun dalam ilmu sosial atau komunikasi, maka akan menjadi tantangan yang nyata. Kita hanya dapat membuat kemajuan pada saat kita memasukkan keahlian tersebut dalam tim proyek dan kegiatan kita.

Kapan Merekayasa Bersama Alam mulai diterima secara luas sebagai suatu program?

Pada saat Anda memulai suatu hal baru, ukuran keberhasilan Anda awalnya tergolong kecil. Pencapaian awalnya adalah memperoleh dukungan internal di dalam Korps Zeni Angkatan Darat. Sejak saat itu, kami juga mendapatkan dukungan yang kuat dari pimpinan. Selain proyek penelitian dan makalah kajian, sokongan dan dukungan juga merupakan hal yang penting bagi gagasan Anda dan kemajuannya.

Rangkaian pencapaian penting lainnya adalah yang terkait dengan pelaksanaan. Selain mencari proyek di mana alam diuntungkan oleh rekayasa, kami juga mencari proyek di mana rekayasa diuntungkan oleh alam. Sangat penting untuk menemukan tiga kemenangan yang sesungguhnya, di mana



“Apabila Anda tidak dapat menangani aspek manusia dari suatu masalah yang kompleks, Anda tidak akan membuat kemajuan dalam menyelesaikannya.”

Todd Bridges

lingkungan, rekayasa/perekonomian, dan sistem sosial sama-sama diuntungkan. Selain itu, dokumentasi dari keberhasilan setiap proyek memiliki nilai persuasif.

Keterlibatan sejak dini diperlukan agar suatu proyek mencapai sasaran dan persyaratan dari suatu kelompok atau komunitas praktisi tertentu. Mereka harus dilibatkan secara aktif dalam proses tersebut, bukan hanya melihat hasil akhirnya. Inovasi memiliki tantangannya sendiri. Pada dasarnya, perubahan sulit dilakukan, apakah di tingkat perorangan atau bagi sekelompok praktisi seperti insinyur atau ilmuwan. Meskipun demikian, perubahan tetap diperlukan: bukan hanya dari para insinyur, tetapi juga dari berbagai praktisi, termasuk para regulator lingkungan, ilmuwan yang berorientasi pada konservasi, pelaku sektor swasta, dan pihak lain. Tidak mudah untuk mengubah perspektif. Fleksibilitas yang ada di dalam program dan kebijakan berdasarkan peraturan harus diupayakan. Saya tetap meyakini bahwa kebijakan dan peraturan harus diadaptasi untuk mencapai tujuan yang kita upayakan baik melalui Merekayasa Bersama Alam maupun *Building with Nature*.

Anda menjelaskan tentang suatu model yang komprehensif dan berkembang, yang sangat efektif karena didasari pada pengalaman nyata dan mendukung keberhasilan. Dengan mempertimbangkan tantangan-tantangan dari adaptasi dengan perubahan iklim, atau penanganan keanekaragaman hayati, apakah model ini berkembang dan direplikasi dengan cukup cepat?

Untuk membuat kemajuan, maka penting untuk memadukan tekanan yang mendesak (*urgency*) dengan kesediaan untuk bersabar. Apabila Anda hanya terdorong oleh tekanan yang mendesak, maka hasil yang lambat dapat membuat frustrasi, sehingga mudah untuk menyerah. Kolaborasi dengan pihak-pihak lain merupakan cara terbaik untuk mengatasinya. Pada saat sekelompok orang dengan sasaran yang serupa bekerja sama, mereka secara bersama-sama dapat memberikan dampak yang lebih besar dan menghasilkan perubahan yang lebih cepat.

Selama hampir dua abad terakhir, rekayasa didasarkan pada gagasan untuk melaksanakan setiap pekerjaan yang dapat dilakukan agar sistem tidak berubah. Saya meyakini bahwa terdapat cara lain untuk melakukan rekayasa,

karena variasi di dalam sistem tersebut dapat mendukung beberapa manfaat yang diperoleh dari sistem tersebut. Untuk memasukkan sistem-sistem alami ke dalam suatu rancangan rekayasa, maka harus terdapat toleransi, atau ruang di mana perubahan dapat diterima dan diizinkan. Manfaat dari suatu sistem alami tidak mungkin diperoleh apabila kita membatasinya demi mencegah terjadinya perubahan. Manfaat-manfaat hanya dapat diperoleh apabila sistem tersebut merupakan salah satu komponen lingkungan yang alami, dapat berubah, dan dinamis.

Alam sangat gigih; pada akhirnya, alam hampir selalu menang. Kita sekarang merasakan banyak perubahan cuaca dan iklim. Kita sekarang lebih sering mengalami bencana besar yang mengganggu, entah itu banjir, angin ribut, atau bencana lain. Saya meyakini bahwa gagasan untuk bekerja sama dengan keterbatasan semakin diakui. Kita pada akhirnya tidak mengendalikan hal-hal yang mungkin ingin kita kendalikan. Berapa banyak fleksibilitas yang dapat kita masukkan ke dalam praktik-praktik rekayasa di masa depan? Kita harus mengakomodasi dinamika di dalam sistem alami dan mendapatkan nilai rekayasa dan infrastruktur darinya. •••



Percontohan Koehoal *Mud Motor*, Harlingen

Kata kunci

- Peredaman ombak
- Penangkapan sedimen
- Habitat rawa asin dan lahan basah
- Habitat mangrove
- Budi daya perairan berkelanjutan
- *Bio-rights*
- Ekowisata
- Sekuestrasi karbon
- Pendekatan multipemangku kepentingan (pendukung)

Lanskap

Pantai berlumpur merupakan lingkungan yang produktif yang muncul di tempat-tempat dengan penumpukan sedimen halus dan, sering kali, paparan ombak yang terbatas. Pantai berlumpur mewakili sebagian besar garis pantai dunia, termasuk tiga perempat garis pantai yang berada di antara dua puluh lima derajat lintang utara dan dua puluh lima derajat lintang selatan. Daerah yang subur ini menyediakan sumber daya yang sangat penting bagi manusia seperti makanan laut dan kayu, sedangkan vegetasinya mengurangi risiko banjir. Ekosistem pantai berlumpur yang sehat menciptakan siklus umpan balik yang positif sehingga meningkatkan ketangguhannya. Rawa asin dan sabuk hijau hutan mangrove menangkap sedimen, yang memungkinkan tumbuhnya vegetasi tambahan di zona intertidal. Akan tetapi, dataran rendah yang datar ini rentan terhadap konsolidasi dan penurunan permukaan tanah, yang meningkatkan kerentanannya terhadap banjir dan erosi. Meskipun jumlahnya bertambah saat ini, pantai ini dan daerah daratan di sekitarnya dapat menjadi tempat yang menantang untuk diubah menjadi permukiman manusia, karena pembangunan di daerah berlumpur sulit dilakukan dan menghabiskan biaya yang tinggi. Selain itu, dinamika sedimen menimbulkan tantangan dalam hal pengelolaan wilayah tepi air (*waterfront*) untuk digunakan secara aktif seperti untuk rekreasi, pelabuhan, dan kanal-kanal akses.

Keseimbangan sedimen dari lanskap ini menentukan jenis habitat yang dapat berkembang. Keseimbangan tersebut memengaruhi komposisi dasar laut, kualitas air, dan keanekaragaman hayati. Intervensi dapat mengubah dinamika dan hidrologi sedimen. Infrastruktur keras sering kali memperburuk tantangan yang ada, sedangkan penghapusan vegetasi dan perluasan kegiatan manusia akan merusak fungsi ekosistem pantai. Sebaliknya, konsep-konsep *Building with Nature* meningkatkan proses yang ada dan interaksinya yang kompleks. Konsep-konsep tersebut berfokus pada pengelolaan dinamika sedimen halus dan memanfaatkan arus, pasang surut, dan angin untuk merehabilitasi vegetasi alami. Setelah dipulihkan, ekosistem dapat berkembang lagi dan memberikan layanan-layanan yang bernilai.



→ Lanskap pantai berlumpur fiktif yang menggambarkan konsep-konsep *Building with Nature*



Pengembangan rawa asin



Penempatan sedimen halus secara strategis



Pemulihan padang lamun



Pengembangan sistem tanggul ganda



Pemulihan dinamika pasang



Pematangan dan konsolidasi tanah liat



Rehabilitasi sabuk hijau



Pengelolaan kemunduran wilayah pasir

Konsep-konsep *Building with Nature*

→ Rehabilitasi sabuk hijau (mangrove)

Sabuk hijau memiliki akar yang lebat di atas tanah yang menangkap sedimen dan mengurangi energi ombak, yang berfungsi sebagai penghalang alami wilayah pesisir yang mengurangi erosi dan membatasi banjir di daratan. Proyek-proyek rehabilitasi berfokus pada kondisi yang sesuai untuk penumpukan sedimen demi mendorong regenerasi hutan mangrove alami, misalnya, dengan menggunakan struktur-struktur permeabel yang meredam ombak dan menangkap sedimen. Di saat yang sama, proyek-proyek tersebut berupaya untuk menciptakan mata pencaharian yang berkelanjutan dan menyesuaikan pembangunan ekonomi dengan konservasi hutan mangrove. Pengembangan sabuk hijau hutan mangrove yang lebih lebar dapat meningkatkan perlindungan wilayah pesisir, sedangkan sabuk hijau yang lebih panjang mendukung bidang perikanan dengan cara terbaik. Apabila ruang terbatas, pengembangan hutan mangrove dapat dipadukan dengan tanggul atau tembok laut untuk mencapai sasaran perlindungan wilayah pesisir.

- *Building with Nature* Indonesia, Demak
- Struktur berbentuk huruf T, Delta Mekong
- Pagar bambu, Bangkok
- Weg naar Zee, Paramaribo
- Gresik, Jawa



Bogorame-Timbulsloko, Demak

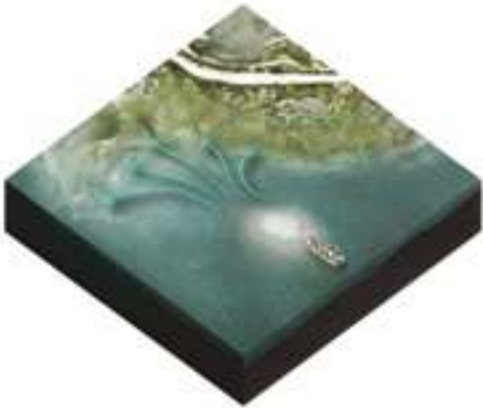
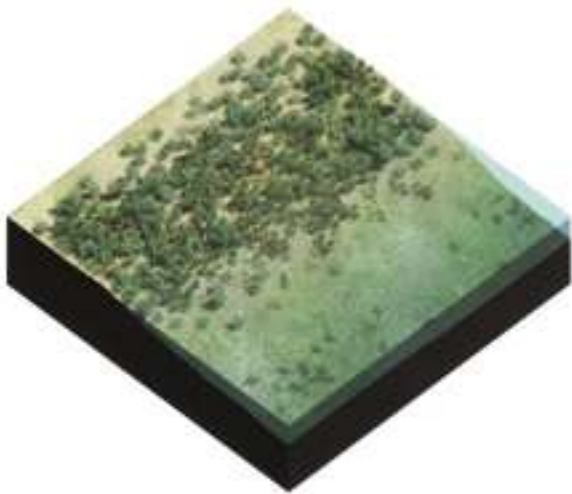


Kota Everglades, Florida

→ Pengembangan rawa asin

Rawa asin dan dataran lumpur yang sehat berperan sangat penting dalam perlindungan dan stabilisasi wilayah pesisir. Vegetasi rawa menangkap sedimen di zona intertidal, yang menaikkan permukaan tanah dan mengurangi ombak yang datang. Pengembangan rawa asin bergantung pada penciptaan kondisi dan ketinggian bagi pertumbuhan tanaman rawa, dengan mempertimbangkan salinitas, waktu genangan, hidrodinamika, substrat, sedimentasi, dan pengelolaan spesies. Upaya-upaya rekonstruksi memadukan peningkatan perlindungan dari serangan ombak di daerah-daerah yang memiliki sedimen halus dalam jumlah cukup untuk menstimulasi pengembangan rawa.

- Percontohan Rawa Asin Marconi, Delfzijl



← Penempatan sedimen halus secara strategis

Material yang dikeruk dapat dimanfaatkan dalam pengembangan ekosistem, termasuk rawa dan sabuk hijau hutan mangrove. Ombak dan arus dapat dimanfaatkan untuk menyebarkan material tersebut dengan menempatkannya secara strategis dalam lingkungan pasang surut yang dangkal. Apabila sedimen menumpuk di sepanjang gosong pasir dan dataran lumpur intertidal, sedimen tersebut akan mendukung pengembangan rawa.

- Percontohan Koehoal Mud Motor, Harlingen
- Penempatan secara strategis di Horseshoe Bend, Morgan City



Rawa asin Koehoal, Harlingen



Kapal keruk berisi lumpur, Pelabuhan Harlingen

Konsep-konsep *Building with Nature*

→ Mengelola retret pantai
<p>Wilayah pesisir yang mengalami erosi dan genangan dapat memanfaatkan mundurnya dan penyelarasan kembali garis pantai yang dilakukan secara strategis sebagai suatu pendekatan yang hemat biaya demi memberikan ruang bagi laut. Kemunduran wilayah pesisir yang dikelola dengan baik akan melindungi aset masyarakat yang bernilai dengan memberikan ruang genangan di daerah sekitarnya. Apabila garis pantai dibatasi oleh struktur tanggul, lubang-lubang yang terkendali memberikan ruang bagi lahan basah dan rawa yang baru. Hal ini pada gilirannya memberikan habitat yang sangat dibutuhkan untuk menggantikan habitat yang hilang karena pembangunan secara berlebihan di masa lalu. Apabila tersedia, material yang dikeruk dapat digunakan untuk membangun tanggul-tanggul baru yang dijauhkan dari pantai serta menambah lahan rawa.</p> <ul style="list-style-type: none">• Penyelarasan kembali Pulau Wallasea yang dikelola, Essex• Penyelarasan kembali Medmerry yang dikelola, Chichester



Penyelarasan kembali Medmerry yang dikelola, Chichester

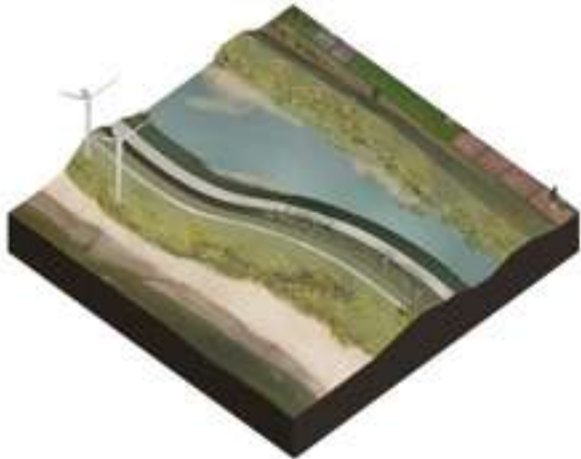


	<p>← Pemulihan dinamika pasang surut</p> <p>Intervensi manusia telah sering kali memutus badan air dari sistem-sistem alami yang menghubungkannya. Penyingkiran alat pengendali air secara strategis untuk mulai memperkenalkan kembali dinamika pasang surut dapat meningkatkan fungsi sistem secara keseluruhan dengan membawa air yang kaya oksigen ke lokasi-lokasi yang sebelumnya stagnan dan mengurangi emisi metana. Aliran pasang surut dapat berkontribusi pada peningkatan sirkulasi hara serta pengembangan dan regenerasi habitat. Jalur air (<i>waterways</i>) yang terhubung kembali dapat memungkinkan dinamika pasang surut dalam beberapa skala, dari perubahan lokal melalui pendalaman saluran dan proyek pengisian pasir wilayah pesisir sampai dengan dinamika daerah aliran sungai wilayah pesisir berskala besar.</p> <ul style="list-style-type: none">• Pelabuhan Perkpolder• Polder Bergenmeersen, Wetteren• Polder Kruibeke, Antwerp
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



Pembangunan Twin Dike, Delfzijl

→ Pengembangan sistem tanggul ganda
<p>Tanggul ganda memberikan keuntungan ekosistem dan di saat yang sama menahan gelombang pantai. Tanggul depan dirancang untuk menahan overwashing berkala, sedangkan tanggul dalam memberikan penghalang tambahan untuk mencegah banjir di darat. Kondisi daerah tepi air yang diperluas memperlambat rembesan antara laut dan daratan. Kondisi tersebut menciptakan habitat yang baru dan dibedakan pada lanskap pantai yang diperlebar yang dapat menyediakan berbagai layanan ekosistem.</p> <ul style="list-style-type: none">• Twin Dike, Delfzijl





Manfaat ekologis

Air intertidal yang dangkal dari pantai berlumpur menyediakan lingkungan yang subur bagi banyak hewan air, reptil, dan unggas. Keseimbangan yang rentan dari faktor-faktor yang ada adalah yang menopang tempat ini: pasokan sedimen; angin, ombak, dan kekuatan pasang surut; serta interaksi hewan-hewan. Vegetasi pantai berlumpur memberikan beberapa manfaat, seperti meredam energi ombak, menangkap sedimen, mengurangi erosi, mendukung adaptasi terhadap kenaikan permukaan laut, meningkatkan kualitas air melalui filtrasi, dan meningkatkan perikanan yang dekat wilayah pesisir dan lepas pantai. Pantai berlumpur memiliki interaksi biofisik yang kompleks dan sangat penting bagi fungsi ekosistem yang sehat. Setiap intervensi manusia dalam lingkungan harus mempertimbangkan pemahaman akan sistem ini.

→ Meredam ombak dan menangkap sedimen

Pohon mangrove tumbuh subur di tepi pesisir di dalam air yang dangkal. Jaringan akarnya yang lebat dan rantingnya yang rendah membentuk sabuk hijau hutan mangrove yang meredam kekuatan ombak, menangkap sedimen yang tersuspensi, dan mengurangi erosi. Hutan yang beragam yang ditumbuhi pohon mangrove dari berbagai usia dan spesies merupakan hutan yang paling tangguh. Di daerah di mana erosi telah terjadi, struktur-struktur permeabel dapat mendorong regenerasi alami hutan mangrove. Struktur-struktur permeabel menangkap sedimen dan menaikkan ketinggian dasar laut hingga ketinggian permukaan laut rata-rata, yang memungkinkan pohon mangrove untuk tumbuh lagi.

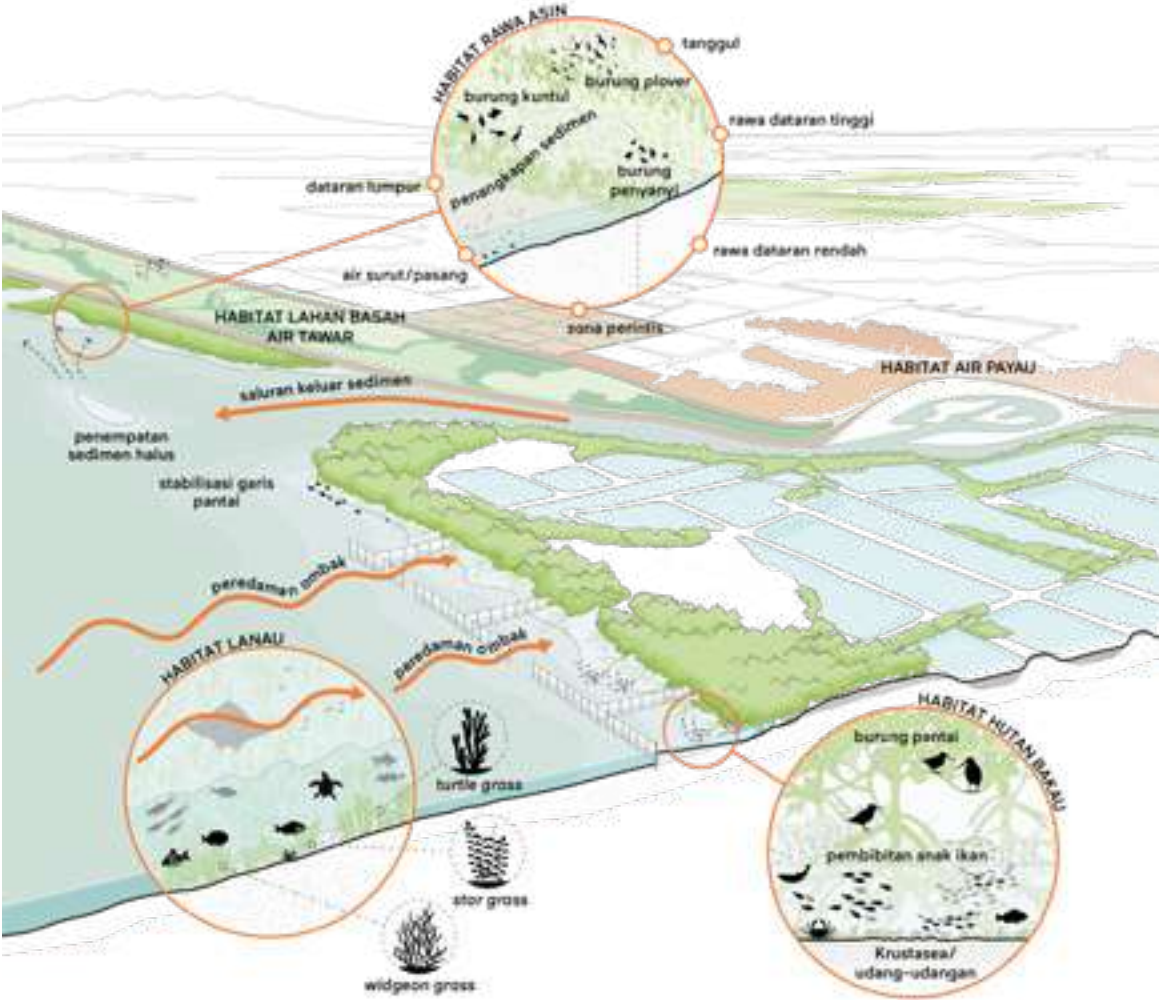


← Menciptakan habitat lahan basah dan rawa

lahan basah dan rawa asin terletak di sepanjang pantai berlumpur, dengan tanah yang kaya akan zat tanaman yang telah terdekomposisi dan merupakan salah satu habitat dengan keanekaragaman hayati tertinggi di dunia. Vegetasinya memiliki kemampuan untuk memurnikan air dengan membersihkan kontaminan dan memproses limbah hara. Rumput lahan basah juga menangkap sedimen, yang memungkinkan pengembangan dataran lumpur seiring waktu. Habitat-habitat ini bergantung pada dipertahankannya persediaan sedimen demi pembentukan tanah secara berkelanjutan dan untuk menyeimbangi kenaikan permukaan laut. Pendekatan *Building with Nature* berupaya untuk menyelaraskan sumber-sumber sedimen dengan kesempatan pengembangan lahan basah.

↓ Gbr. B.1

Dataran lumpur intertidal dan hutan mangrove menciptakan habitat bagi berbagai spesies. Sebagai rumah dan daerah untuk berkembang biak, habitat tersebut menyediakan tempat yang penting bagi burung pantai yang bermigrasi. Akar mangrove menyediakan substrat keras yang khas dalam lingkungan pantai berlumpur. Sistem ini berperan besar dalam pembibitan ikan dan keanekaragaman spesies; sistem akarnya melindungi anak ikan dari para predator, memungkinkan pengembangan, dan menambah persediaan makanan.



Tempat tinggal, bekerja, dan berkunjung

→ Mempertahankan budi daya perairan dan pertanian

Budi daya perairan dan pertanian telah menggantikan sabuk hijau hutan mangrove dan penyangga lahan basah di banyak daerah tropis. Praktik-praktik penggunaan lahan yang tidak berkelanjutan telah berkontribusi pada eksploitasi sumber daya secara berlebihan dan kontaminasi tanah. *Building with Nature* memadukan perlindungan wilayah pesisir dengan strategi produksi berkelanjutan (misalnya, untuk sawah dan tambak udang) agar beralih ke perekonomian lokal berbasis hutan mangrove yang multifungsi.



Secara historis, pantai berlumpur sulit untuk ditempati dan dikembangkan, dengan hutan yang lebat, tanah yang tidak stabil, dan tantangan pengelolaan air, namun daerah yang terlindungi ini juga menampung banyak sumber daya alami dan spesies yang bertumbuh. Lingkungan tersebut memelihara kehidupan laut dan memiliki tanah yang subur untuk pertanian dan budi daya perairan, dengan manfaat tambahan berupa rekreasi, pendidikan, dan pariwisata.

Strategi-strategi pemulihan pantai berlumpur bertujuan untuk membantu masyarakat yang terdampak oleh erosi kawasan pesisir, banjir, dan penurunan muka tanah. Dengan semakin sering dan parahnya kejadian banjir sekarang ini, masyarakat setempat memperoleh semakin banyak pengetahuan dan dalam beberapa situasi, mempertinggi struktur untuk beradaptasi dengan kenaikan muka laut. Akan tetapi, hilangnya lahan di seluruh dunia tetap mengancam mata pencaharian dan perumahan. Praktik-praktik terpadu yang menggabungkan konservasi dan pemulihan wilayah pesisir dengan pertanian dan perikanan berkelanjutan merupakan kunci dari pertumbuhan dan perubahan yang positif. Lanskap ini memiliki potensi besar untuk pembangunan ekonomi lestari.

Perlindungan sektor perikanan

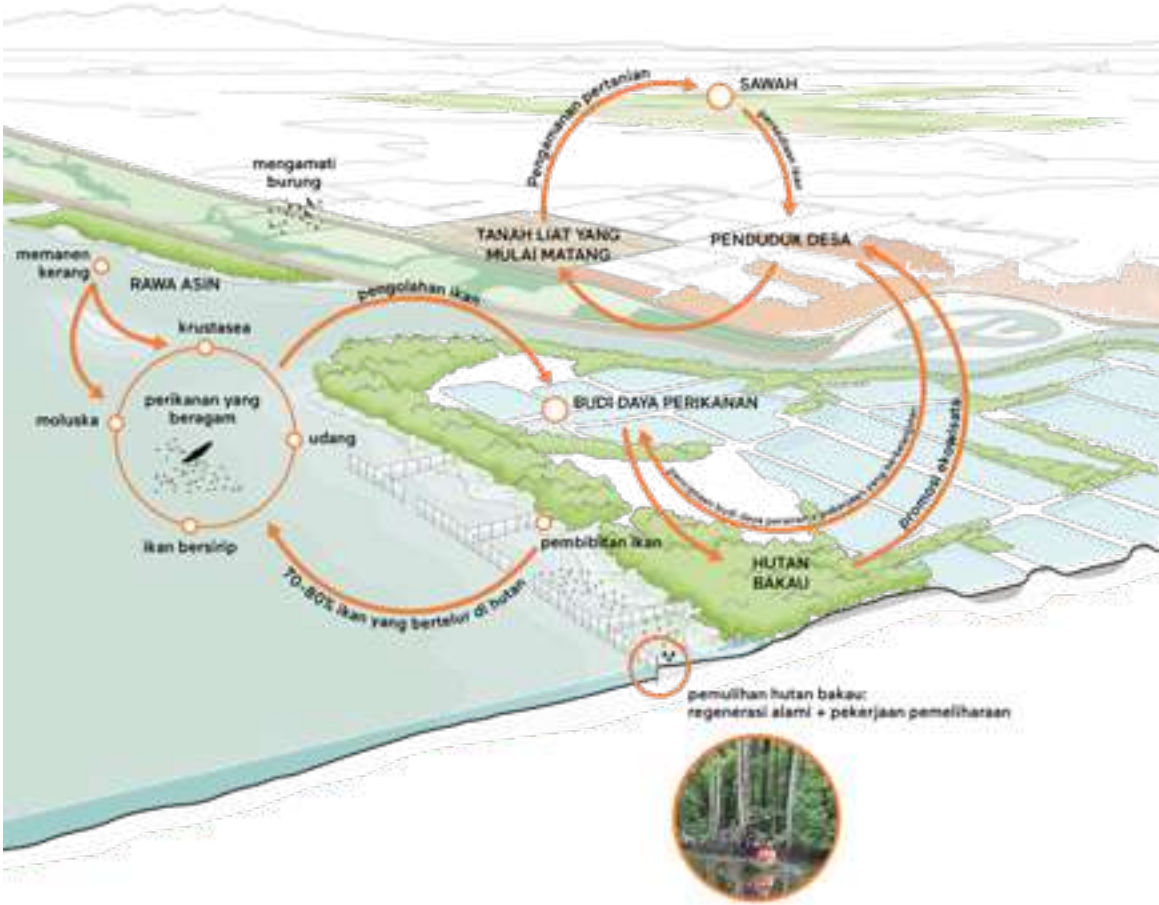
Habitat lahan basah, termasuk rawa dan hutan mangrove, menyediakan tempat untuk makan dan berkembang biak bagi ikan. Habitat tersebut berkontribusi pada ukuran dan keanekaragaman ikan dan mendukung keberhasilan perikanan di dekat pantai. Pengelolaan perikanan sebagai bagian dari pemulihan hutan mangrove merupakan kunci dari keberlanjutannya.

Menciptakan insentif finansial

Pembangunan berkelanjutan memiliki peranan yang sangat penting untuk mencapai kesehatan masyarakat jangka panjang. Pengelolaan sedimen dan sumber daya serta budi daya perairan pohon mangrove campuran berhasil dilakukan apabila terdapat persetujuan dan pengawasan masyarakat. Di Demak, insentif finansial berupa hibah (Bio-rights) diberikan kepada para warga untuk mengadopsi praktik-praktik budi daya perairan berkelanjutan beserta pemulihan hutan mangrove.

↓ Gbr. B.2

Mempertahankan pantai berlumpur memerlukan perencanaan yang holistik bagi manusia dan alam. Keberhasilan konservasi memberikan berbagai manfaat bagi masyarakat, seperti perlindungan terhadap banjir melalui pemulihan hutan mangrove, dan manfaat perorangan dari praktik-praktik budi daya perairan yang inovatif, yang mempertahankan perikanan dan mata pencaharian lokal. Ekowisata—termasuk berperahu, mengamati burung, dan mengamati alam—dapat menjadi sumber-sumber modal baru bagi pembangunan ekonomi lokal.



Aliran sumber daya

Pengelolaan sedimen dan sumber daya air sangat penting untuk memelihara pantai berlumpur dan memitigasi risiko pada lingkungan dengan tanah yang sangat termampatkan dan erusif. Pengelolaan sedimen dimulai dengan memahami sistem alami dan keseimbangan sedimennya. Sumber-sumber sedimen termasuk endapan relik dari sumber geologis atau organisme laut dan material dari sungai di dekatnya atau pantai yang tererosi yang dibawa oleh angin dan ombak di sepanjang pantai. Sementara, erosi sering kali berasal dari peristiwa badai, penurunan muka tanah, atau intervensi manusia berupa urbanisasi dan pembangunan jalan dan tambak budi daya perairan. Pada saat intervensi diperlukan untuk meningkatkan atau memulihkan sumber daya alami, maka penting untuk mempertahankan keseimbangan alami. Di daerah-daerah yang mengalami penurunan permukaan tanah, pengelolaan sumber daya air yang baik dimulai dengan analisis tentang penyebab yang mendasari. Pengambilan air tanah secara berlebihan sering kali menjadi penyebabnya; mengurangi pemompaan air tanah merupakan kunci untuk melindungi akuifer bawah tanah dan membatasi penurunan permukaan tanah. Daur ulang dan inovasi dalam pengolahan dan pembersihan sumber-sumber air permukaan dapat mengurangi kebutuhan akan air tanah.



↑ Adaptasi dengan penurunan permukaan tanah

Perekonomian pantai berlumpur bergantung pada pertanian dan perikanan untuk produksi pangan dan mengandalkan air tanah yang dipompa untuk keperluan air minum dan irigasi. Pemompaan telah menyebabkan penurunan permukaan tanah, yang sekarang ini, mengancam perekonomian ini karena hilangnya lahan, khususnya di wilayah pesisir berdataran rendah. Selain mengembangkan strategi-strategi mitigasi, masyarakat dapat beradaptasi dengan penurunan permukaan tanah dengan meningkatkan sabuk hijau hutan mangrove untuk perlindungan wilayah pesisir, yang juga memberikan mata pencaharian alternatif dan mendorong penangkapan sedimen.

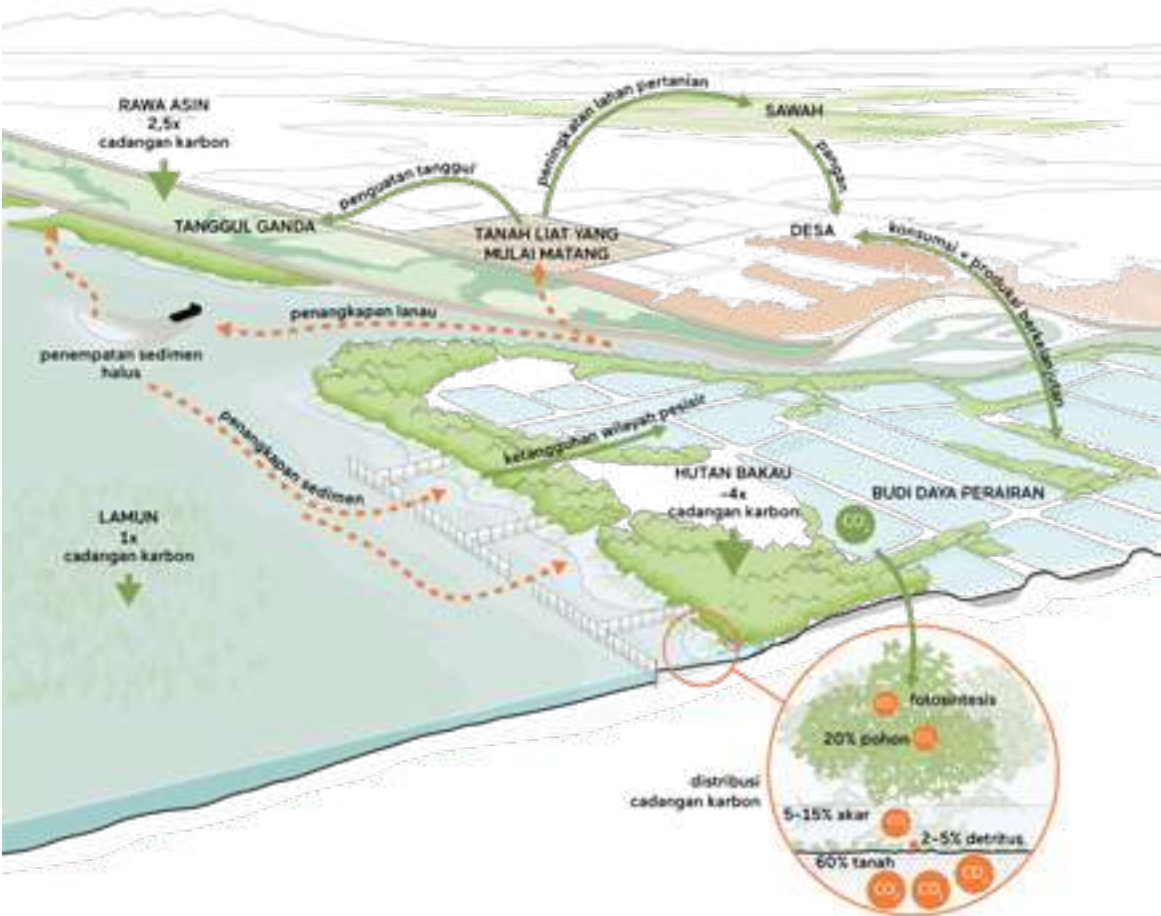
→ Sekuestrasi karbon melalui pengembangan hutan mangrove

Vegetasi zona intertidal, khususnya di rawa asin dan hutan mangrove, berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim. Tanaman lahan basah menyerap karbon dioksida melalui fotosintesis, yang bertindak sebagai penyerap karbon sementara. Sebagian besar biomassa tanaman tetap bebas dari oksigen di bawah air, yang menjadi bagian dari tanah di bawah lapisan lanau, daun, dan ranting. Proses ini secara efektif mengunci karbon biru jauh di bawah tanah. Per satuan daerah permukaan, hutan mangrove dua kali lebih efektif daripada hutan hujan dalam menyimpan karbon.



↓ Gbr. B.3

Pengelolaan dinamika sedimen di pantai berlumpur memiliki serangkaian implikasi bagi keberlanjutan perekonomian lokal. Penangkapan sedimen di zona intertidal meningkatkan ketangguhan wilayah pesisir bersama dengan konservasi dan pemulihan hutan mangrove di darat. Struktur-struktur semak belukar permeabel meredam kekuatan ombak dan menangkap sedimen tersuspensi pada sisi di atas tanah, yang memberikan kesempatan regenerasi hutan mangrove. Sedimen dengan kandungan organik yang rendah dapat ditangkap dan dimatangkan menjadi tanah liat untuk digunakan dalam pembangunan dan perbaikan tanggul.



Pendekatan terpadu

Pantai berlumpur merupakan ekosistem yang sangat produktif, tangguh, dan adaptif yang juga menimbulkan berbagai risiko karena substrat sedimen halus. Para pemangku kepentingan masyarakat memperoleh manfaat dari lanskap tersebut dengan banyak cara: melalui pertanian, perikanan lepas pantai, sumber bahan baku, ekowisata, penelitian, dan pendidikan. Oleh karena itu, setiap proses yang mendukung mitigasi risiko atau perubahan harus menyertakan semua pemangku kepentingan dan memberikan kesempatan untuk bermitra di tingkat masyarakat.

Proyek-proyek *Building with Nature* mengakui kemitraan sebagai inti dari setiap keberhasilan prakarsa; setiap kolaborator memiliki keahlian dan keterampilan tertentu, yang memberikan perspektif dan peran penting kepada mereka. Para pemangku kepentingan lokal memiliki pengetahuan yang mendalam tentang kondisi lokasi, peraturan daerah masyarakat, dan prioritas; mereka juga sering kali memegang kendali pelaksanaan dan pengayaan. Suatu proyek hanya dapat berhasil apabila memberikan manfaat bagi masyarakat. Berbagai instansi pemerintah menetapkan kebijakan dan sering kali bertanggung jawab atas pengelolaan infrastruktur laut, serta menciptakan lingkungan yang mendukung melalui pendanaan dan legislasi. LSM membantu mengelola proyek: mereka mengoordinasi kegiatan penjangkauan dan kegiatan lapangan, mendukung pemimpin masyarakat lokal, memfasilitasi kebijakan dan dialog dengan pemangku kepentingan, dan memberikan kontribusi keahlian. Lembaga-lembaga penelitian memberikan pemahaman dan kapasitas teknis untuk memimpin pemantauan dan analisis data demi mengevaluasi dampak dari suatu intervensi. Para ahli spesialis lain, perusahaan teknik, dan kontraktor memfasilitasi pelaksanaan di lapangan, mengembangkan pedoman replikasi proyek, menguraikan proposal pengembangan usaha, dan memberikan nasihat praktis.

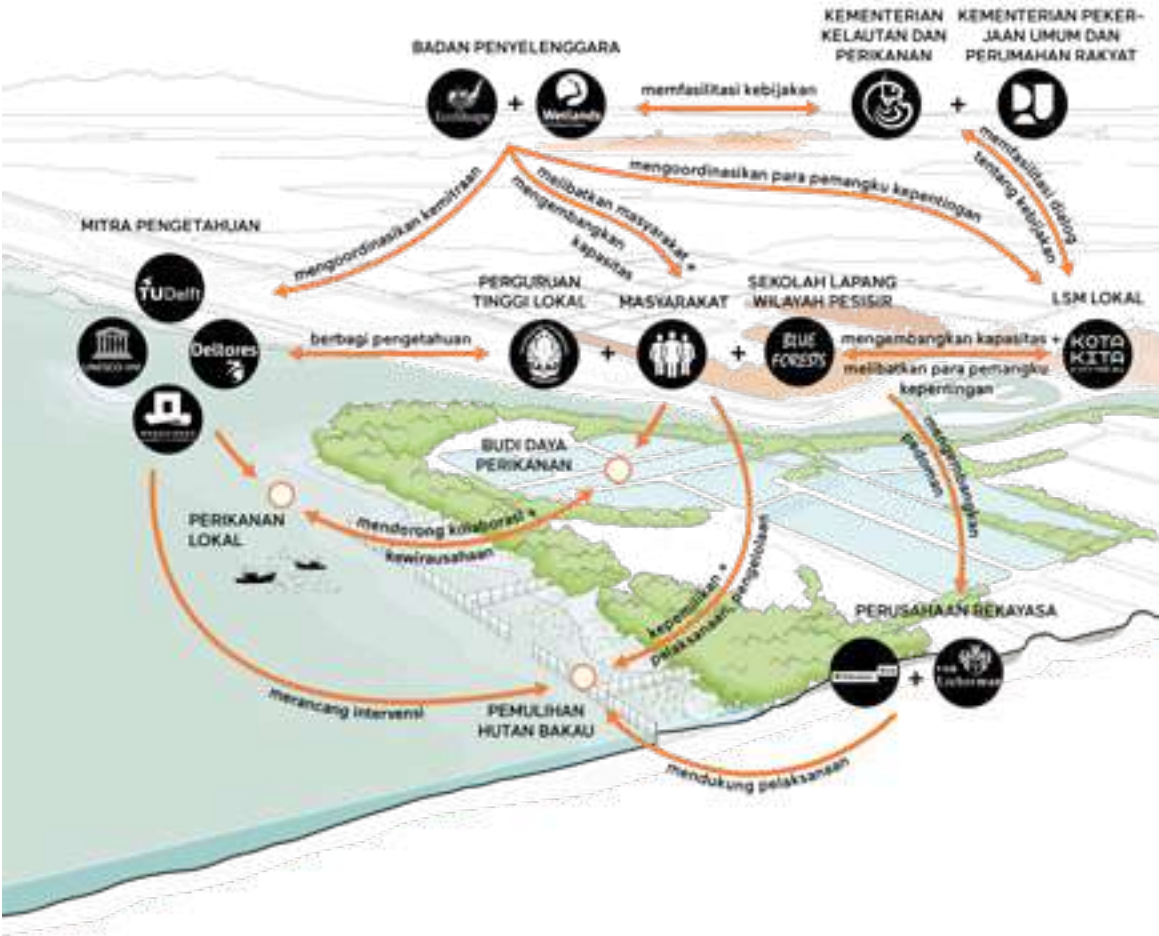
→ Penciptaan secara bersama-sama melalui kemitraan

Setiap proyek bergantung pada lokasi spesifiknya; akan tetapi, proyek-proyek yang dikembangkan dengan masyarakat setempat memiliki kesempatan keberlanjutan dan keberhasilan yang lebih besar dalam jangka panjang. Pendekatan-pendekatan *Building with Nature* memerlukan pengetahuan yang spesifik pada lokasi tertentu dan berbasis sistem yang mendalam untuk menggunakan proses-proses yang dinamis; pengelolaan dan pemantauan secara adaptif merupakan hal yang sangat penting untuk bekerja dengan sistem yang berlaku. Di Demak, forum pengelolaan laut Bintoro terdiri dari sepuluh kelompok masyarakat yang mendukung pemulihan wilayah pesisir, pengelolaan sumber daya, dan budi daya perairan berkelanjutan.



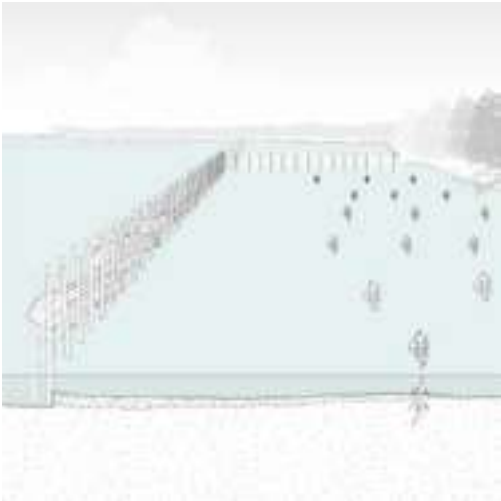
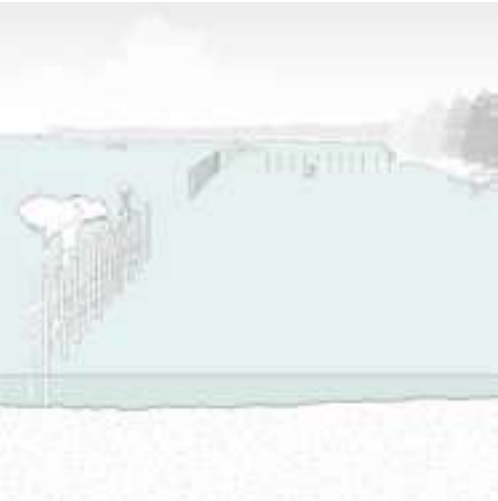
↓ Gbr. B.4

Building with Nature mempersatukan jaringan banyak peserta yang memiliki beragam keahlian dan kepentingan. Partisipasi pemerintah daerah, perguruan tinggi, dan warga menjadi inti dari perencanaan, pelaksanaan, dan pengayaan upaya adaptasi wilayah pesisir. Di Demak, Sekolah Lapang Wilayah Pesisir meningkatkan kapasitas petani untuk mengelola sumber daya secara lebih baik dengan memberikan nasihat tentang praktik-praktik budi daya perairan berkelanjutan. Pemerintah dan perguruan tinggi menjadi mitra dalam program pelatihan dan peningkatan kesadaran untuk meningkatkan pendekatan-pendekatan *Building with Nature*.

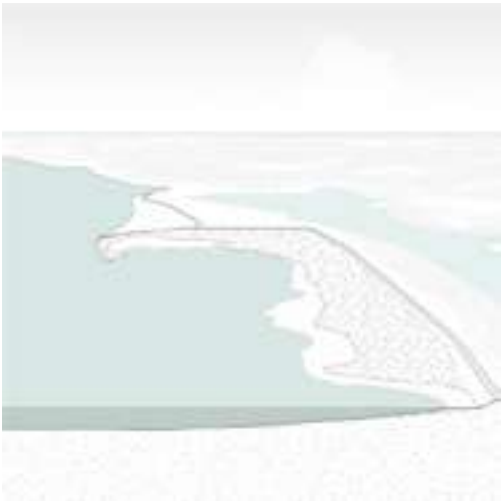
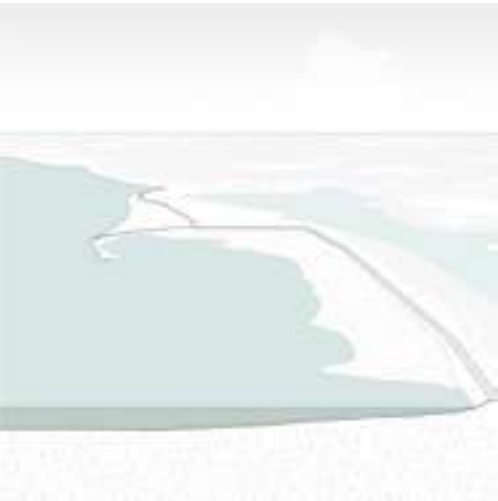


Sistem yang berkembang

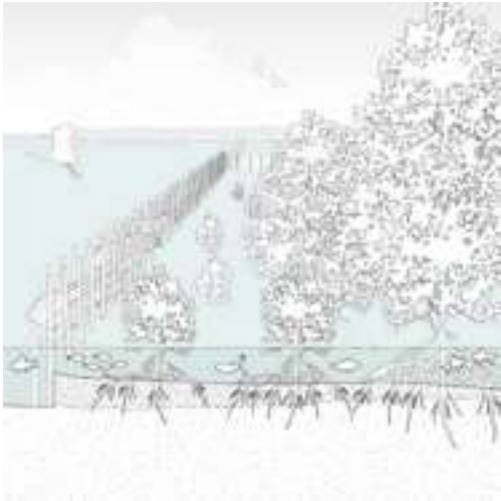
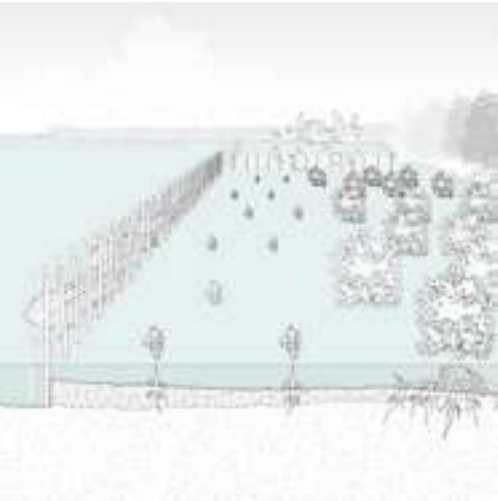
Gbr. B.5	Masyarakat membangun struktur permeabel sejajar dengan pantai.	Gbr. B.6	Struktur permeabel meredam ombak; sedimen mengendap di belakangnya.
----------	----------------------------------------------------------------	----------	---------------------------------------------------------------------



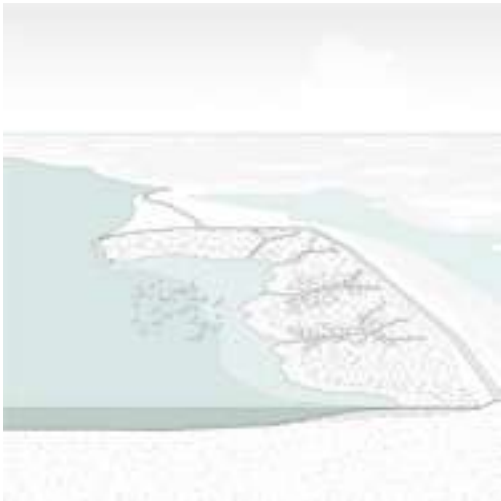
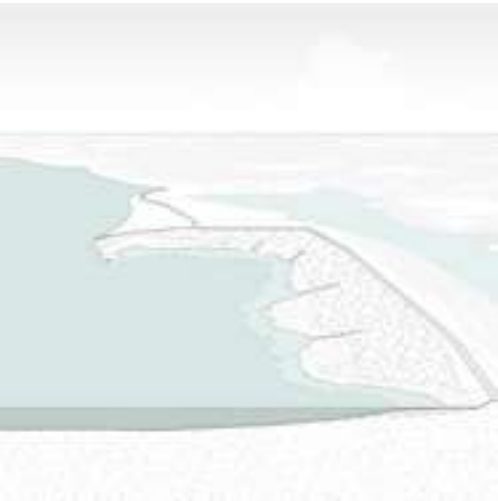
Gbr. B.9	Kontraktor menempatkan kerukan di daerah rawa sasaran dan menanamnya dengan tanaman.	Gbr. B.10	Tumbuhan perintis tumbuh dan mulai menangkap sedimen.
----------	--------------------------------------------------------------------------------------	-----------	-------------------------------------------------------



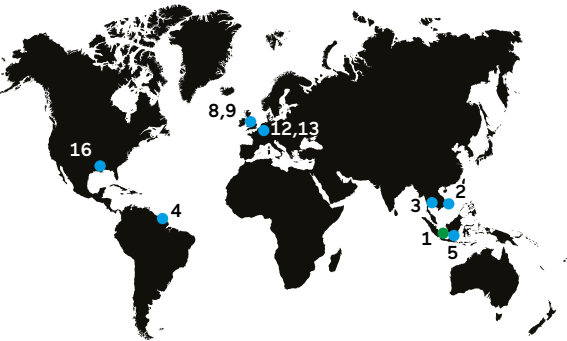
Gbr. B.7	Hutan mangrove beregenerasi dan maju seiring dengan naiknya ketinggian dasar laut.	Gbr. B.8	Hutan mangrove telah berkembang; perencanaan untuk struktur baru dimulai.
----------	------------------------------------------------------------------------------------	----------	---------------------------------------------------------------------------



Gbr. B.11	Rawa asin terbentuk dan berkembang, yang menangkap sedimen tersuspensi.	Gbr. B.12	Rawa asin telah terbentuk dan mulai berkembang dengan baik; saluran terbentuk.
-----------	-------------------------------------------------------------------------	-----------	--------------------------------------------------------------------------------



Sumber dan Referensi



Proyek terkait (EcoShape / Pihak lain)

- Dengan urutan kemunculan dalam bab ini
- 1 *Building with Nature* Indonesia, Demak, Indonesia
 - 2 Struktur berbentuk huruf T, Delta Mekong, Vietnam
 - 3 Pagar bambu, Bangkok, Thailand
 - 4 Weg naar Zee, Paramaribo, Suriname
 - 5 Gresik, Jawa, Indonesia
 - 6 Pengembangan Rawa Asin Marconi, Delfzijl, NL
 - 7 Percontohan Koehoal Mud Motor, Harlingen, NL
 - 8 Penyelarasan kembali Pulau Wallasea yang dikelola, Essex, Inggris Raya
 - 9 Penyelarasan kembali Medmerry yang dikelola, Chichester, Inggris Raya
 - 10 Twin Dike, Delfzijl, NL
 - 11 Pelabuhan penyeberangan Perkpolder, NL
 - 12 Polder Bergenmeersen, Wetteren, Belgia
 - 13 Polder Kruibeke, Antwerp, Belgia
 - 14 Percontohan Pematangan Tanah Liat, Delfzijl, NL

- 15 Pemulihan rawa asin Galgeplaat, Eastern Scheldt, NL
- 16 Penempatan secara strategis di Horseshoe Bend, Morgan City, Amerika Serikat

Referensi

- Baptist, M. J. dkk. (2019). *Beneficial use of dredged sediment to enhance salt marsh development by applying a “Mud Motor”*. Ecological Engineering, 127, 312–323.
- Deltares. (2018). *Ecosystem-based adaptation at scale through Building with Nature: Towards resilient coasts in Indonesia*.
- Deltares. (2019). *Risk assessment North Java coast*.
- Deltares. (2020). *Effectiveness of ecosystem-based adaptation measures subject to sea level rise and land subsidence*.
- EcoShape. (2013). *Best practices for creating new salt marshes in a saline estuarine setting, a literature study*. (C145/12).
- Healy, T. dkk. (2002). *Muddy coasts of the world: Processes, deposits and function*. Proceedings in Marine Science, 4, 1–542.
- Spalding, M. dkk. (2014). *Mangroves for coastal defence: Guidelines for coastal managers and policy makers*. Wetlands International and The Nature Conservancy.
- Van Wesenbeeck, B. dkk. (2015). *Aquaculture induced erosion of tropical coastlines throws coastal communities back into poverty*. Ocean and Coastal Management, 116, 466–469.
- Winterwerp, J. C. dkk. (dalam proses percetakan). *Managing erosion of mangrove-mud coasts with permeable dams – lessons learned*. Ecological Engineering.

Sumber daya online

- *BE SAFE: Bio-engineering for safety using vegetated foreshores*—ikhtisar dari program penelitian mendasar
- *BioManCo: Restoring mangrove coastlines*—halaman ikhtisar dari program penelitian mendasar tentang pemulihan hutan mangrove dengan banyak tautan dan posting
- *EcoShape Living Lab for Mud*—situs web yang menyoroti tentang penelitian terpadu yang dilakukan dalam prakarsa ini
- *Mangroves for coastal defence: Guidelines for coastal managers and policy makers*—versi digital dari pedoman pemulihan hutan mangrove oleh Wetlands International dan The Nature Conservancy
- *Mangrove restoration: To plant or not to plant?*—makalah posisi oleh Wetlands International tentang pemulihan hutan mangrove
- *Supertrees: Meet Indonesia’s carbon guardian*—Artikel Vox tentang penyimpanan karbon biru oleh hutan mangrove



Untuk sumber daya dan referensi tambahan, kunjungi ecoshape.org/library

Masyarakat

Pada saat proyek *Building with Nature* di Indonesia dimulai sebagai suatu proyek percontohan berskala kecil pada tahun 2013, tujuannya adalah untuk menguji kapasitas struktur permeabel demi menstimulasi sedimentasi dan mendukung pemulihan alami hutan mangrove. Proyek tersebut berkembang selama tahun berikutnya dan di saat yang sama mempertahankan fokusnya pada upaya-upaya fisik. Pada waktu yang sama, tim lapangan Wetlands International Indonesia mengembangkan lebih lanjut kapasitas kelompok masyarakat di sembilan desa di sepanjang pesisir Demak.

Sekolah Lapang Pesisir yang merupakan bagian proyek tersebut berfokus pada pengembangan kapasitas lokal melalui peningkatan pengetahuan tentang sistem alami, budi daya perairan hutan mangrove campuran, dan mata pencaharian alternatif. Program ini mendapatkan pencapaian besar pada tahun 2017, pada saat sebelas kelompok masyarakat menandatangani kontrak Bio-rights, yang mewakili tiga ratus penduduk desa. Didukung oleh pendanaan yang terkait dengan kontrak tersebut, masyarakat melaksanakan budi daya perairan berkelanjutan dan upaya revitalisasi mata pencaharian sambil di saat yang sama mengupayakan pemulihan hutan mangrove di sepanjang pantai dan sungai. Semua pihak setuju untuk mengubah kembali beberapa tambak budi daya perairan menjadi hutan mangrove untuk mencegah erosi lebih lanjut, yang merupakan suatu prospek yang tidak populer sebelumnya. Prospek ini menunjukkan keterlibatan baru dalam pemulihan wilayah pesisir dan revitalisasi budi daya perairan serta menandakan komitmen terhadap penciptaan masa depan berkelanjutan se cara bersama-sama. Perjanjian tersebut membantu menyelaraskan prakarsa-prakarsa yang berbeda. Dua intervensi fisik yang berbeda—struktur permeabel dan tambak budi daya perairan hutan mangrove campuran—dikaitkan dengan suatu mekanisme pembiayaan sosial. Integrasi tersebut merupakan kemajuan besar bagi *Building with Nature*. Dalam *roundtable* ini, para anggota dan pemimpin masyarakat Demak merenungkan lanskap mereka yang berubah dan kontribusi spesifik dari *Building with Nature* terhadap pembangunan ekonomi berkelanjutan.



1



Slamet
Nelayan dan anggota kelompok masyarakat Barokah, Desa Timbulsloko

“Saya tumbuh dewasa pada tahun 1960-an, pada saat laut berjarak lebih dari satu mil. Kemudian mulai ada banjir... pada saat air pasang datang dan menyapu semua sawah tersebut, kami tidak memiliki pilihan selain mengubah lahan kami menjadi tambak ikan.”



2



Nor Khamed
Wakil Maskur dan anggota kelompok masyarakat Onggojoyo Jaya, Desa Wedungv

“Saya membeli sepuluh hektar tambak di sini pada tahun 2004, akan tetapi tiga tahun kemudian, tambak tersebut disapu bersih. Apabila Tuhan menginginkannya terjadi, hal itu akan terjadi. Anda harus menerimanya. Akan tetapi, saya tidak ingin para tetangga saya mengalami hal yang sama, sehingga saya ingin menghentikan masuknya air laut.”



Mat Sairi
Kepala kelompok masyarakat Barokah, Desa Timbulsloko

“Orang tua kami memperingati kami bahwa kami harus melindungi pohon mangrove. Mereka mengatakan bahwa pohon mangrove memberikan banyak manfaat, seperti tiram, kepiting, dan ikan di antara akar-akarnya, serta perlindungan garis pantai. Akan tetapi warga kami ingin menghasilkan uang dan memberi makan keluarga mereka.”



3

4



Intervensi-intervensi sebelumnya menyebabkan situasi yang tidak dapat dipertahankan di pesisir Demak.

- 1**
Menghilangkan hutan mangrove untuk budi daya perairan dan pengambilan air tanah mengakibatkan erosi dan penurunan permukaan tanah.
- 2**
Infrastruktur keras wilayah pesisir mengganggu proses penampakan sedimen dan di saat yang sama menimbulkan beban pengayaan.
- 3 & 4**
Banjir yang meluas berdampak pada kehidupan sehari-hari di Desa Timbulsloko dan Purworejo.

“Lebih dari tiga puluh juta orang di Jawa menghadapi risiko. Sektor pertanian dan budi daya perairan, yang keduanya merupakan pendorong pertumbuhan ekonomi, mengalami kerugian senilai beberapa miliar dolar. Intervensi-intervensi konvensional telah gagal; kita tidak dapat melanjutkan praktik-praktik di masa lalu.”



Fegi Nurhabni
Wakil Direktur Mitigasi Bencana dan Adaptasi Perubahan Iklim, Kementerian Kelautan dan Perikanan

5
Penurunan permukaan tanah dan banjir berdampak pada kehidupan sehari-hari di Desa Bedono.



6

“Pemulihan hutan mangrove lebih dari sekedar penanaman... sering kali, bibitnya tersapu air. Pemulihan habitatnya dengan mendorong penumpukan sedimen yang stabil merupakan hal yang sangat penting. Kami telah membuktikan bahwa struktur permeabel dapat memulihkan ekosistem wilayah pesisir, dan pendekatan tersebut harus mulai diterapkan secara regional dan ditingkatkan.”



7



Abdul Muhari
Sebelumnya berasal dari Kementerian Kelautan dan Perikanan; sekarang Kepala Peringatan Dini, Badan Nasional Penanggulangan Bencana



Yus Rusila Noor
Manajer Program,
Building with Nature,
Wetlands International
Indonesia

“Proyek memenuhi kebutuhan lokal dan di saat yang sama mendorong manfaat seperti perikanan, sequestrasi karbon, rekreasi, dan keanekaragaman hayati.”



8



9

Pengembangan garis pantai dan masyarakat yang tangguh bergantung pada pendekatan multipemangku kepentingan, yang memadukan intervensi fisik dengan tata guna lahan yang berkelanjutan demi pertumbuhan ekonomi yang inklusif. Pohon mangrove memerlukan kondisi wilayah pesisir yang stabil untuk tumbuh kembali di daerah-daerah yang telah mengalami deforestasi. Sabuk hijau hutan mangrove memberikan beberapa manfaat bagi perekonomian lokal: perlindungan wilayah pesisir, memelihara sektor perikanan, dan mendukung ekowisata.

6

Pembangunan struktur permeabel di sepanjang garis pantai di darat yang sebelumnya mempertahankan sabuk hijau hutan mangrove.

7

Struktur permeabel yang telah selesai di Desa Bedono.

8

Pengembangan kembali hutan mangrove secara alami di Desa Betahwalang, di mana suatu tambak wilayah pesisir diubah menggunakan rehabilitasi hutan mangrove secara ekologis (EMR).

9

Penumpukan sedimen dimulai karena ombak yang lebih rendah di dalam kisi-kisi struktur permeabel.

Apri Susanto Astra
Manajer Keselamatan Wilayah Pesisir, Wetlands International Indonesia



“Pelaksanaan *Building with Nature* di Indonesia dapat membantu mengelola daerah pesisir yang rusak karena pendekatan tersebut memadukan pemulihan lingkungan dengan peningkatan ekonomi masyarakat. Integrasi tersebut merupakan salah satu kekuatannya.”

“Kami menghabiskan waktu selama hampir satu tahun tinggal dan bekerja di sembilan desa yang berpartisipasi, untuk mempelajari masalah, harapan, dan rencana pembangunan mereka. Kami membahas gagasan pemilihan kelompok desa untuk melakukan kegiatan. Pada saat itulah kami menetapkan program pelatihan untuk membantu mencapai tujuan mereka.”



Eko Budi Priyanto
Koordinator Pembinaan
Masyarakat, Wetlands
International Indonesia

10
Pengembangan
kembali hutan
mangrove di
belakang struktur
permeabel di Desa
Bedono.





11

Metode rekayasa campuran tersebut sangat bermanfaat bagi kami. Salah satu aspeknya adalah fungsi perlindungan daerah pesisir dari erosi dan abrasi.”



Sayidi
Anggota Forum Bintoro dan kelompok masyarakat Bedono Bangkit, Desa Bedono



Ahmad Hanif
Anggota kelompok masyarakat Purwo Gumilar, Desa Purworejo

“Topik yang paling menarik dari pelatihan ilmu pengetahuan adalah faktor-faktor yang berdampak pada budi daya perairan, seperti pH, salinitas, suhu air, dan sebagainya. Dari pelatihan tersebut, saya belajar bagaimana faktor-faktor tersebut dapat berdampak pada kesehatan ikan dan udang serta bagaimana faktor-faktor tersebut dapat digunakan untuk memeriksa kualitas air.”



Kambali
Ketua kelompok masyarakat Bedono Bangkit, Desa Bedono

“Bagi para penduduk Desa Bedono, pengayaan struktur permeabel adalah kewajiban mereka



12



13



Nur Chomaidi
Ketua kelompok masyarakat Berkah Alam, Desa Surodadi

“Di masa lalu, kami sering kali menggunakan pestisida, akan tetapi, tidak menyelesaikan masalah budi daya perairan kami. Pada tahun 2016, kami diperkenalkan dengan istilah ‘kembali ke alam’: cara memperlakukan alam sambil tinggal di dalamnya. Kita harus bersahabat dengan lingkungan. Kami kemudian diperkenalkan dengan program Sekolah Lapang, yang mendukung budi daya ramah lingkungan menggunakan pupuk dan pakan dari alam di sekitar kita.”

Pembangunan berkelanjutan menekankan pengembangan kapasitas dan pengetahuan yang dapat dipraktikkan.

11

Para anggota masyarakat berpartisipasi dalam rencana pembangunan daerah pesisir desa.

12

Perbaikan struktur yang rusak oleh para anggota masyarakat Desa Bedono.

13

Lokakarya tentang pengayaan struktur permeabel, Desa Bedono.

14

Pengumpulan biji mangrove yang akan diproses untuk dijual dan dikonsumsi.



14

“Lebih banyak penduduk desa yang berhasil daripada yang gagal. Manfaat *Building with Nature* dirasakan bukan hanya oleh para anggota kelompok masyarakat tetapi juga oleh seluruh masyarakat desa. Masyarakat luas belajar dari para anggota kelompok tersebut.”

15
Sesi Sekolah Lapang Pesisir di
Desa Bedono dengan kelompok
masyarakat Bedono Bangkit.

“Sebelum berpartisipasi dalam proyek, kami tidak tahu cara budi daya udang dengan baik. Melalui Sekolah Lapang Wilayah Pesisir, kami belajar untuk membuat MoL (mikroorganisme lokal) dan merasakan manfaatnya karena panen kami meningkat. Penghasilan masyarakat bertambah dan perekonomian lokal meningkat karena *Building with Nature*.”

Maftuhin
Ketua kelompok
masyarakat Purwo
Gumilar, Desa
Purworejo



“Kami harus mengatasi rasa takut bahwa panen akan gagal lagi tahun ini. Setelah menjadi bagian dari kelompok masyarakat Bio-rights *Building with Nature*, kami merasa didukung. Kami menerima pengetahuan dan informasi: seperti waktu terbaik untuk mengisi persediaan benih untuk ikan bandeng dan udang, cara memelihara tambak kami untuk mengembangkan ikan yang lebih besar, dan poin-poin penting lain yang kami gunakan untuk meningkatkan kualitas panen kami.”



Musda’atun Penambak, Desa Surodadi

16



17

“Sejak tahun 2003, saya telah mempertinggi rumah kami tiga kali. Saya memberitahu anak laki-laki saya bahwa berikutnya, dia yang akan melakukannya, karena saya tidak lagi memiliki energi atau uang yang cukup untuk melakukannya. Akan tetapi berkat dukungan fasilitator program *Building with Nature*, kami mampu meningkatkan kualitas udang kami. Kami mengikuti nasihat mereka dan menggunakan pengetahuan yang mereka bagikan kepada kami.”



Djaelani
Pengusaha dan penambak udang, desa Purworejo

Khaidir
Anggota kelompok masyarakat Bedono Bangkit, Desa Bedono



“Saya memulai budi daya kerang darah (*Anadara granosa*) pada bulan April 2019, pada saat saya menempatkan tiga ton kerang tersebut dalam tambak seluas 1,2 hektar. Pada bulan Desember 2019, saya telah beberapa kali memanen sebagian dan menghasilkan delapan puluh juta rupiah. Tambak yang terdampak oleh abrasi tidak hanya dapat tetap digunakan, akan tetapi juga dapat menciptakan mata pencaharian alternatif bagi para penduduk desa—suatu pendekatan yang kami pelajari di Sekolah Lapang Wilayah Pesisir.”



H. Jamaludin Malik
Kepala Desa Wedung



“Saya berharap bahwa program *Building with Nature* ini dapat berjalan lancar. Alhamdulillah, sekarang desa sudah bersih. Sungai bersih, tidak ada sampah, apalagi sampah plastik. Atas kehendak Tuhan, kami akan menjadi orang-orang yang baik dan berguna.”

18

19



Kontrak bio-rights menciptakan suatu mekanisme yang berhasil dalam melakukan konservasi dan pengayaan struktur permeabel demi menghasilkan hibah bagi masyarakat.

16

Musda’atun di tambaknya.

17

Nelayan menebar jala ke sungai di Desa Purworejo.

18

Membersihkan dan menyiapkan ikan untuk dijual.

19

Perahu nelayan di pantai di Desa Purworejo.



20



Maskur
Kepala Forum Bintoro
dan Kepala kelompok
masyarakat Onggojoyo
Jaya, Desa Wedung

“Forum Bintoro telah didirikan, dan sekarang, semoga kerusakan lingkungan di daerah pesisir karena masalah abrasi, erosi, penurunan permukaan tanah, banjir pasang surut, dan sampah plastik dapat diatasi. Saya berharap forum ini akan berguna bagi masyarakat wilayah pesisir, khususnya di Kabupaten Demak.”



Moh Natsir
Bupati Demak



21

Pengembangan masyarakat pendukung pemulihan.

20

Membahas masalah penurunan permukaan tanah di Forum Bintoro, perkumpulan anggota kelompok masyarakat dari seluruh kabupaten Demak, semua orang yang terlibat dalam program *Building with Nature*.

21

Para penduduk desa dengan dokumentasi dari zona hutan mangrove yang dilindungi.

“Proyek *Building with Nature* di Demak telah memberikan harapan kepada masyarakat bahwa dengan bekerja bersama dan bekerja keras, perbaikan situasi dan mata pencaharian lokal mungkin untuk dilakukan. Kami berharap kegiatan-kegiatan tersebut akan berlanjut dan Demak bersedia untuk berbagi pengalamannya.”

C

Danau



Marker Wadden, Danau Marken

Kata kunci

- Lahan basah air tawar
- Bioturbasi
- Pengelolaan daerah aliran sungai
- Penyimpanan dan persediaan air
- Rekreasi tepi danau
- Limpasan hara
- Penyimpanan karbon
- Pengelolaan, pengayaan, dan pemantauan secara adaptif (pendukung)

Lanskap

Danau dataran rendah adalah lingkungan air tawar yang memiliki peran fundamental dalam sistem air regional serta masyarakat zona delta dan pesisir. Pendekatan multiyurisdiksi dalam pengelolaan daerah aliran sungai regional merupakan sesuatu yang sangat penting untuk memelihara persediaan air tawar, meningkatkan ekologi danau, dan memulihkan hubungan yang bermakna antara lingkungan alami dan permukiman di dekatnya. Ketika badan air ini melintasi batas politik yang berbeda, maka sangat penting untuk menyelaraskan upaya-upaya pengelolaan yang ada demi memelihara lanskap danau dan posisinya dalam daerah aliran sungai.

Danau di daerah delta dan pesisir dapat merupakan danau alami atau buatan. Danau terbentuk secara alami di tempat-tempat di mana sedimentasi telah memisahkan laguna atau cabang estuarin dari pengaruh pasang surut dan air asin. Danau juga dapat berasal dari intervensi rekayasa seperti bendungan, pintu air, river training, dan reklamasi lahan basah atau dari pengerukan dan metode penggalan lain. Danau dataran rendah menerima air dan sedimen dari sungai, air tanah, dan hujan. Proses pertukaran ini akan menentukan neraca air, kualitas air, dan komposisi spesies dari ekosistem danau. Akumulasi hara di banyak daerah aliran sungai dapat menimbulkan permasalahan eutrofikasi, khususnya di danau dangkal.

Lingkungan danau menyediakan banyak layanan pengaturan (*regulating*) seperti proses pembentukan tanah, pendauran hara, dan pengisian air tanah (*groundwater recharge*). Dengan cara demikian, layanan pengaturan ini akan berkontribusi pada keanekaragaman hayati. Apabila terdapat danau di sekitar daerah perkotaan, maka danau akan menawarkan layanan penting bagi penduduknya, termasuk air minum, fasilitas rekreasi dan penyangga banjir. Pendekatan-pendekatan *Building with Nature* berfokus pada rekayasa pola hidrodinamis dan morfologis, peningkatan penyimpanan air, dan perbaikan habitat tertentu untuk mengimbangi penggunaan danau oleh manusia agar tidak mengganggu integritas fungsi ekosistem dari danau tersebut.



→ Lanskap danau dataran rendah fiktif yang menggambarkan konsep-konsep *Building with Nature*.

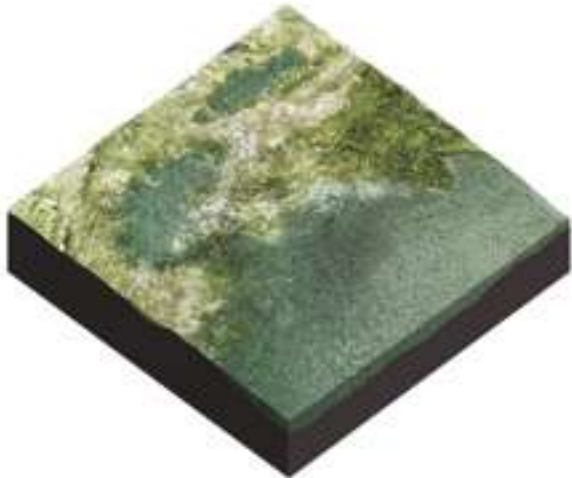


Konsep-konsep *Building with Nature*

→ Mengembangkan kawasan lahan basah

Upaya-upaya pengembangan dan pemulihan lahan basah air tawar berfokus pada peningkatan kapasitas pengelolaan banjir dan di saat yang sama menyediakan layanan pengolahan air seperti filtrasi dan penangkapan polutan. Proyek-proyek ini bertujuan untuk memperbarui profil sedimen, memperkenalkan spesies tanaman dan habitat, dan menangani dampak dari kondisi tanah dan air pada dinamika hara dan rantai makanan ekosistem. Lahan basah adalah dataran banjir alami di sekitar danau dataran rendah yang tergenang pada periode waktu tertentu dalam setahun. Lahan basah sangat menarik untuk hiking, berperahu, dan mengamati burung. Akan tetapi pada banyak lingkungan, struktur pengendali banjir dan tata guna lahan telah memisahkan atau mengisolasi lahan basah dari sistem danau, yang menimbulkan kerusakan: kualitas air yang buruk, siklus hara yang terdistorsi, rendahnya keanekaragaman hayati, dan kekeruhan yang tinggi.

- Tiengemeten, Haringvliet
- Trintelzand, Danau Marken



Cagar Alam Cliffe Pools, Kent



Danau Pape, Rucava



Marker Wadden, Danau Marken



Marker Wadden, Danau Marken

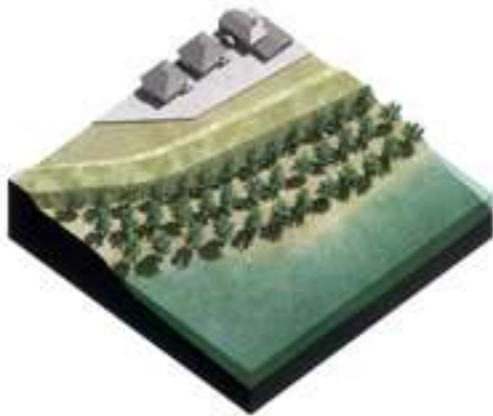


← Pembangaunan pulau alam

Pembangunan pulau alam dapat meningkatkan kejernihan air danau dan membantu mengelola konsentrasi sedimen yang tinggi pada lingkungan yang memiliki kondisi gerakan gelombang yang terbatas. Apabila kelebihan sedimen tersuspensi merusak kehidupan bawah air, maka pulau buatan akan menyediakan daerah terlindungi di mana sedimen dapat mengendap. Sehingga, daerah air bersih baru dapat terbentuk dan menetralkan turbiditas/kekeruhan yang meluas. Proses konstruksinya melibatkan proses pengerukan sedimen dasar danau dan menempatkannya pada daerah yang tertutup sebagian, untuk membentuk kantong bagi pengembangan lahan basah, sungai kecil, kolam, dan ekosistem lain yang diinginkan. Seiring dengan terbentuknya pulau, pulau tersebut akan menopang habitat bagi burung dan ikan dan menjadi tempat di mana orang-orang dapat mengakses alam dan menikmati rekreasi.

- Marker Wadden, Danau Marken
- Broedeiland Blik, Haringvliet
- De Kreupel, Danau IJssel
- Dode Hond, Eemmeer
- Ierst, Danau Marken

Konsep-konsep *Building with Nature*



← Pembentukan hutan lahan basah

Di daerah-daerah yang memiliki gerakan gelombang yang rendah hingga sedang, tanggul hybrid dapat menjadi infrastruktur pengurang risiko banjir yang memberikan banyak manfaat. Misalnya, pohon Gandarusa (*willow*) menawarkan kekakuan namun memiliki toleransi terhadap genangan. Kombinasi pohon dan semak belukar lahan basah dengan penghalang tradisional yang terbangun dari tanah liat dapat mengurangi ketinggian ombak, memberikan nilai habitat, dan mendukung keanekaragaman hayati.

- Hutan Gandarusa Noordwaard, Steurgat



Hutan Gandarusa
Noordwaard, Steurgat

→ Pengembangan zona penyangga di darat

Daerah retensi air buatan memberikan kapasitas penampungan air hujan yang fleksibel. Daerah-daerah tersebut dikelola secara bersamaan dengan sistem air regional dan dirancang untuk menjadi penyangga baik dalam kondisi banjir maupun kekeringan. Lanskap multifungsi ini membuka kesempatan ekonomi sebagai tempat untuk rekreasi, memancing, budi daya perairan, pertanian terapung, dan produksi energi terbarukan. Mereka dapat berfungsi sebagai daerah pemijahan (*spawning*) dan pengasuhan (*nursery*) ikan atau sebagai habitat bagi burung lahan basah. Zona penyangga berskala kecil dapat menyediakan layanan ekosistem bagi daerah di sekitarnya, sedangkan zona berskala besar dapat menggantikan sistem pemompaan dan drainase.

- Koopmanspolder, Wervershoof



→ Pembuatan cekungan sedimentasi

Lubang sedimen atau perangkap lanau adalah tempat yang secara lokal lebih dalam pada suatu danau. Lubang tersebut ditempatkan secara strategis untuk menangkap konsentrasi sedimen halus di dalamnya. Efek sistemis dari sedimentasi adalah peningkatan kejernihan air danau dan peningkatan kesehatan habitat. Material yang bernilai (sering kali berupa pasir) dapat ditambang selama pembangunan cekungan sedimentasi, dan seiring waktu, sedimen yang terendap secara konstan menyediakan sumber daya yang dapat digunakan secara lokal.

- Marker Wadden, Danau Marken
- Stroomgeul, Danau Marken



← Integrasi daerah tepi air yang tervegetasi

Lingkungan daerah tepi air akan meningkatkan ketangguhan tanggul dan akan meningkatkan pertahanan terhadap banjir dengan meredam kekuatan ombak, dengan lerengnya yang dangkal, menstabilkan struktur tersebut dengan massa tambahan, dan dengan meningkatkan panjang rembesan. Vegetasi di daerah tepi air berkontribusi lebih lanjut pada peredaman serta stabilisasi ombak dan menciptakan serangkaian zona vegetasi yang berbeda yang mendukung habitat baru dan di saat yang sama memberikan kesempatan untuk berekreasi. Pengembangan daerah tepi air yang tervegetasi di danau dataran rendah sering kali dilakukan dengan memadukan pembangunan dengan konservasi. Selama periode pembentukan, daerah tepi air harus dilindungi dari burung herbivor dan dari fluktuasi ketinggian air musiman.

- Penguatan *Houtribdike*, Enkhuizen
- Oeverdijk, Hoorn



Penguatan *Houtribdike*,
Enkhuizen

Marken Wadden marina, Danau Marken



Manfaat ekologis

Sebagai lingkungan air tawar, danau dan daerah sekitarnya menawarkan manfaat-manfaat ekologis yang khas; seperti menyediakan air minum dan tempat berkembang biak bagi unggas air. Sepanjang sejarah, manusia telah membuat dan menyesuaikan danau melalui intervensi rekayasa untuk berbagai alasan: pengendalian banjir, reklamasi daratan, keperluan navigasi, pengembangan pelabuhan, dan reservoir air tawar. Kesalahan pengelolaan sistem danau sering kali menimbulkan intervensi yang mengoptimalkan satu fungsi saja dan mengabaikan dampak negatif pada kesehatan ekosistem. Misalnya, reklamasi lahan basah danau menghasilkan lahan pertanian akan tetapi mengurangi daerah gradien tanah-air dan menghilangkan keanekaragaman habitat. Penangkapan ikan secara berlebihan dan pemuatan hara dari limpasan semakin memperburuk lanskap dan mengganggu rantai makanan.



← Penciptaan habitat air tawar

Danau menunjukkan serangkaian zona ekologi antara pantai dan perairan terbuka, termasuk daerah pertumbuhan tanaman air di mana sinar dapat sepenuhnya menembus ke dalam air hingga daerah dengan pertumbuhan yang terbatas dan penumpukan sedimen di dasar danau. Konservasi dan pemulihan lahan basah dapat membantu untuk membuat zona danau ini seimbang dan menciptakan suatu lingkungan yang menarik bagi burung. Konservasi dan pemulihan lahan basah juga meningkatkan kapasitas penyangga dan penyaringan lahan di dekatnya, meningkatkan kualitas dan jumlah air.

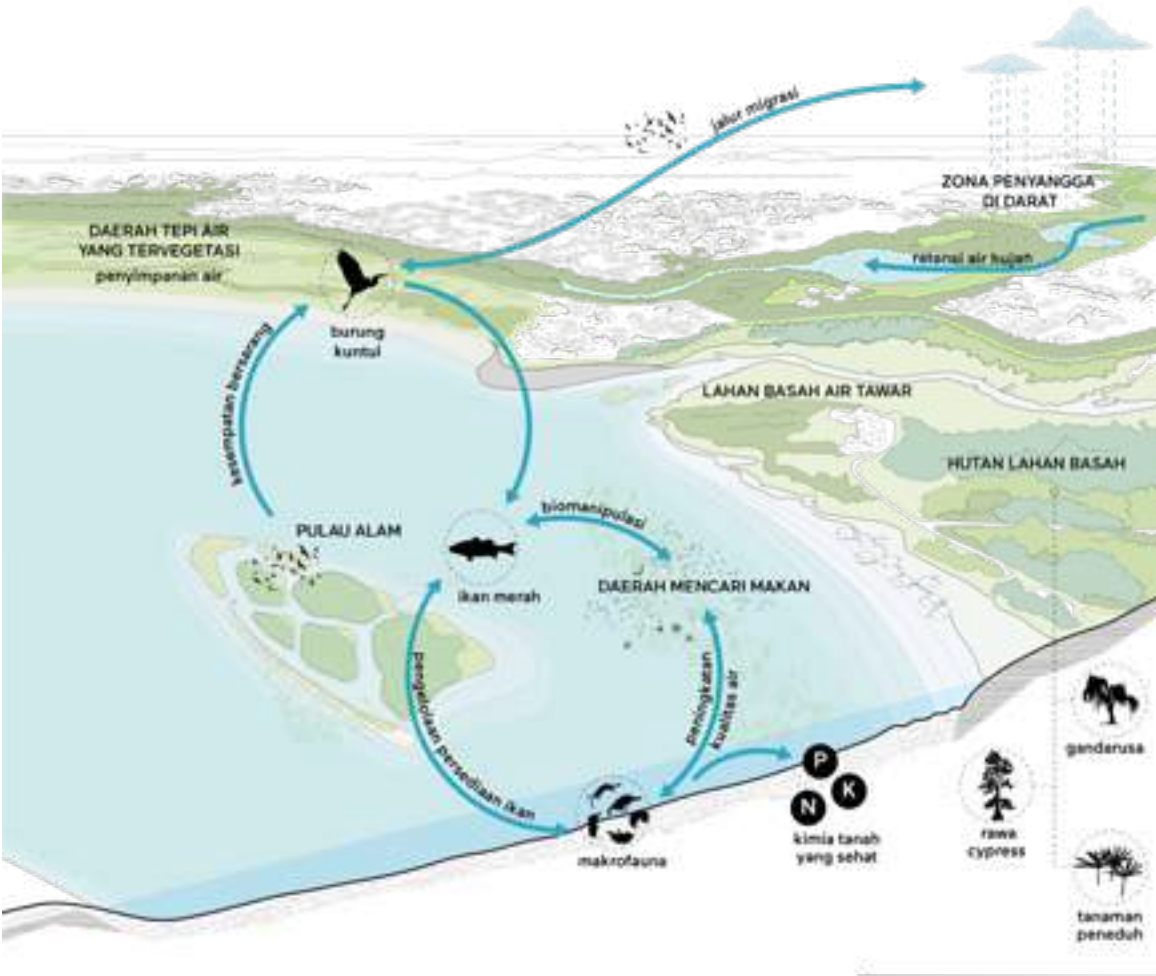
→ Pengelolaan daerah aliran sungai regional

Sistem danau memiliki hubungan yang terjalin dengan daerah di sekitarnya dan mengalami berbagai bentuk tekanan dari daerah aliran sungai regional. Pemuatan hara secara berlebihan (eutrofikasi) merupakan masalah yang umum yang terjadi karena pengelolaan lahan pertanian yang buruk. Konektivitas antara danau dan daerah aliran sungai menyertakan dinamika ketinggian air, pengangkutan sedimen, dan migrasi ikan dan burung. Menghubungkan lingkungan hidup dan memulihkan gradien lahan basah baik yang di dekat maupun jauh dari danau dapat membantu untuk mengelola puncak limpasan dalam air, sedimen, dan hara.



↓ Gbr. C.1

Selain karakteristik fisik lingkungan danau, seperti adanya daerah yang dangkal dan dalam, praktik-praktik pengelolaan tidak dapat dipisahkan dengan kesehatan lanskap. Pengelolaan ketinggian air biasanya menjadi fitur yang dominan. Diperkenalkannya dinamika ketinggian air musiman dan multitahun akan memperkuat ketangguhan ekosistem yang penting seperti rawa ilalang. Strategi-strategi pengelolaan lain dapat berfokus pada pengaturan persediaan ikan untuk tujuan pemulihan ekologis (biomanipulasi). Strategi-strategi ini membutuhkan pemahaman yang komprehensif akan sistem yang membentuk habitat.



Tempat tinggal, bekerja, dan berkunjung

Banyak danau yang terletak di sekitar daerah perkotaan dan menyediakan layanan penting untuk menopang popu-
lasi: layan seperti menyediakan dan menyimpan sumber air minum dan irigasi, menahan presipitasi dan limpasan air hujan (mengurangi risiko banjir), dan menyediakan sum-
ber pangan, fasilitas transportasi, dan amenitas rekreasi. Selain itu, danau memiliki pengaruh yang signifikan pada identitas daerah di sekitarnya. Warisan budaya tepi danau sering kali terkait dengan sejarah, ketenangan, dan ruang terbuka, berbeda dari lingkungan terbangun (*built up*) yang semakin padat dan semakin diperebutkan.

Suatu ekosistem danau yang sehat menyediakan sumber daya bersama sebagai tempat untuk rekreasi luar ruangan, seperti berenang, memancing ikan, berkano, berkayak, berperahu, dan mengamati burung. Ekosistem tersebut merupakan tempat untuk beristirahat untuk berjemur, membaca, dan bersantai. Beberapa lingkungan danau menjadi tempat tujuan musiman yang populer bagi para turis.

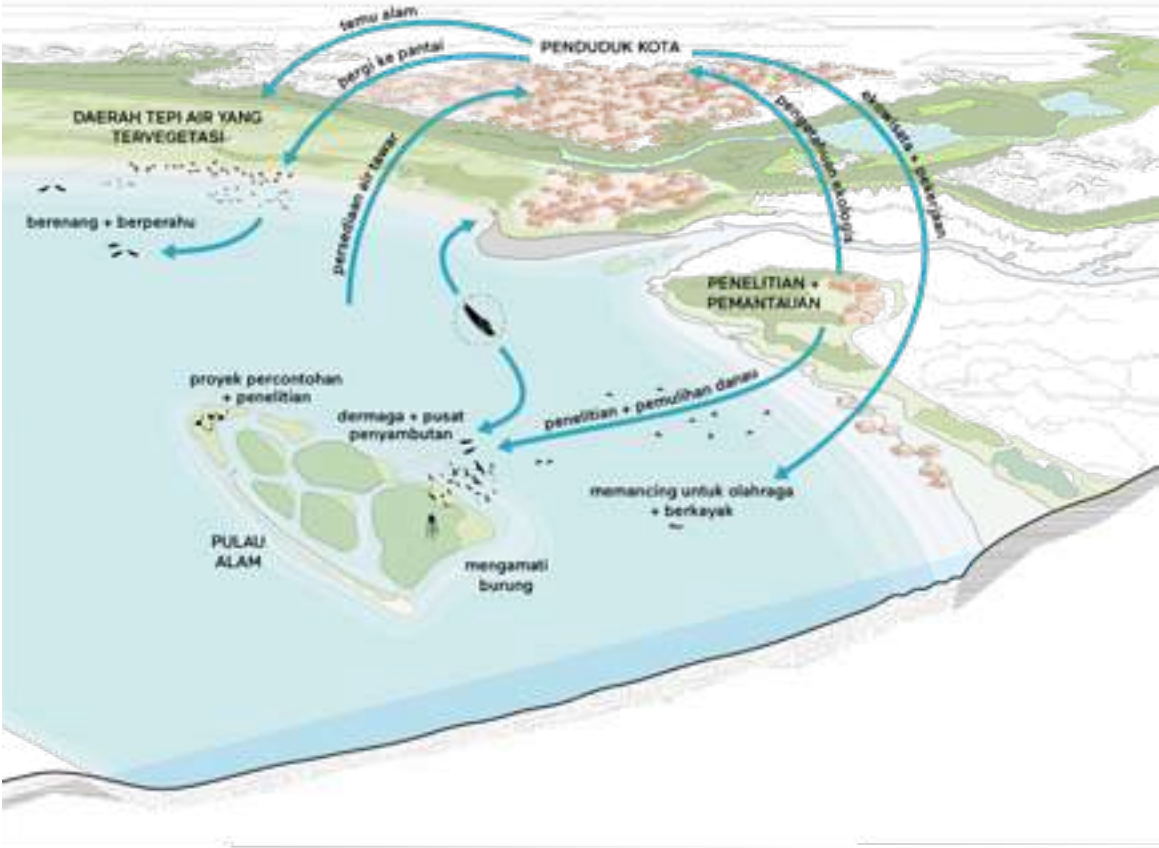
Penyediaan air minum
Penduduk perkotaan sering kali mengandalkan danau sebagai reservoir untuk memastikan persediaan air minum. Pengayaan dan mengamankan persediaan membutuhkan pengelolaan akses dan penggunaan danau secara aktif, serta pengelolaan pembangunan atau kegiatan yang terjadi di cekungan drainasenya. Sebagai tempat persediaan dan penyimpanan air permukaan, danau rentan terhadap kontaminasi dari limbah manusia begitu juga dari presipitasi, limpasan air hujan, dan dari air tanah.
Dukungan adaptasi iklim
Upaya-upaya pemulihan danau dapat memfasilitasi adaptasi iklim maupun peningkatan nilai rekreasi. Misalnya, pendekatan <i>Building with Nature</i> yang dilakukan melalui proyek-proyek peningkatan pengendalian banjir biasanya berfokus pada perubahan fisik di wilayah riparian (<i>riparian zone</i>), pencarian kesempatan untuk mengganti sisi beton dengan pantai yang memiliki kemiringan yang dangkal dan tervegetasi. Pantai lunak ini dapat berfungsi ganda sebagai aset rekreasi.

Temu alam
Pulau-pulau alam Marker Wadden menyediakan habitat yang sangat penting bagi banyak spesies burung, ikan, dan tanaman. Hasilnya, pulau-pulau tersebut telah menjadi tempat tujuan bagi pengamatan burung dan petualangan alam sejak dibuka kepada masyarakat pada tahun 2018. Para pengunjung datang setiap hari dengan kapal feri untuk menjelajahi pulau-pulau tersebut, yang dapat dilewati di atas jalur setapak yang terbuat dari kayu. Struktur kecil, atau tempat persembunyian untuk pengamatan (<i>blind</i>), memberikan ruang dan tempat berlindung bagi para pengamat burung. Pulau-pulau tersebut juga berfungsi sebagai laboratorium hidup untuk melakukan eksperimen dan penelitian.



↓ Gbr. C.2

Danau adalah sistem sosioekologis yang mencerminkan hubungan yang dinamis antara manusia dan ekosistem, menyertakan proses biologis dan abiotik dalam berbagai skala. Penelitian ilmiah yang berfokus pada proses dan sistem danau sangat penting untuk dilakukan untuk memahami cara mempertahankan lingkungan dan perekonomian danau dan merupakan titik awal dari setiap intervensi.



Aliran sumber daya

Danau mengalami pergerakan hidrodinamis yang lebih terbatas daripada zona wilayah pesisir, yang berarti bahwa upaya untuk melakukan pengayaan kualitas air menjadi lebih mendesak. Aliran air yang masuk ke danau berasal dari presipitasi, sumber air tanah, dan daerah di sekelilingnya. Fungsi ekosistem yang sehat bergantung pada proses biologis dan proses fisik serta interaksinya. Kontaminasi dari kegiatan manusia dan kualitas air akan berdampak pada berbagai bakteri, alga, tanaman, dan ikan yang dapat bertahan hidup dalam lingkungan ini, yang memiliki dampak sekunder pada karakteristik sedimen danau.

Aktivitas biologi dan kekuatan fisik seperti ombak berpadu dalam membentuk proses sedimentasi dan resuspensi. Kekuatan angin menghasilkan arus dan ombak dengan sirkulasi horizontal pada permukaan danau. Sinar matahari dapat menyebabkan variasi dan stratifikasi suhu. Bahkan dengan memperhitungkan proses-proses ini, akan tetap sulit untuk memperkirakan dampak-dampak yang dapat timbul dari berbagai upaya yang dilakukan pada sistem danau. Pemantauan dan analisis data diperlukan adalah pelengkap bagi penelitian dan penggunaan setiap alat (tools) prediktif.



↑ Pemurnian dan penyimpanan air

Danau dataran rendah sering kali menunjukkan gradien air-tanah yang rendah dengan daerah yang tervegetasi yang mengelilingi badan air. Hutan, daerah tepi air, dan lahan basah ini memurnikan limpasan air permukaan dan air tanah, menyaring hara sebelum memasuki ekosistem danau, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan keanekaragaman hayati. Penyingkiran penghalang dan delineasi terbangun, serta menghubungkan kembali danau dengan daerah aliran sungainya akan mendukung fungsi lingkungan danau yang sehat.

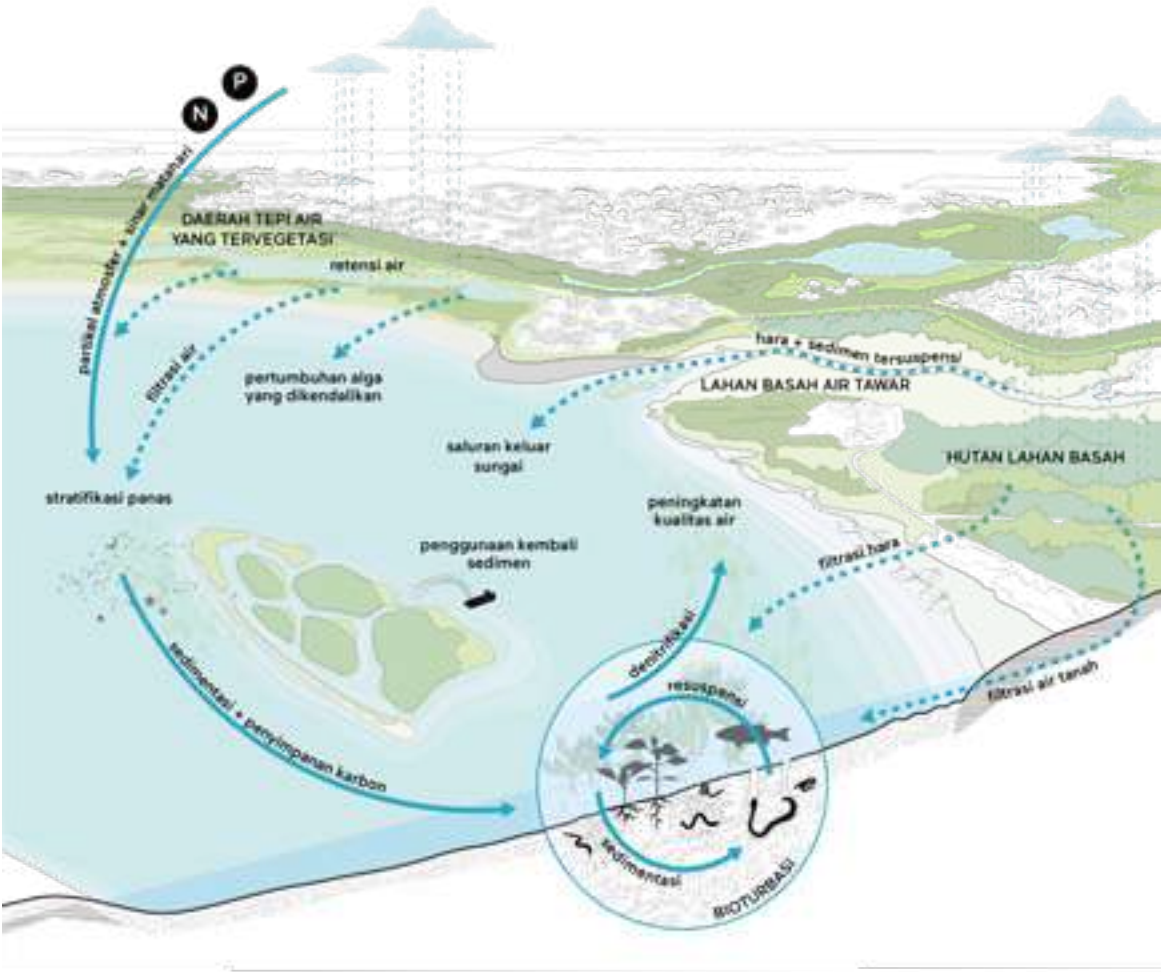
→ Penangkapan karbon

Sedimentasi dasar danau berperan penting dalam menangkap dan menyimpan karbon. Semakin banyak penelitian yang menunjukkan bahwa danau di berbagai lingkungan secara efektif menyimpan karbon organik dan mencegah dihasilkannya gas rumah kaca dalam jangka pendek. Akan tetapi, danau juga dapat menghasilkan gas metana dan gas rumah kaca lain. Pemahaman secara menyeluruh akan sistem danau dan daerah di sekitarnya dibutuhkan untuk mempelajari lebih lanjut peran danau sebagai penyerap karbon.



↓ Gbr. C.3

Interaksi dasar danau berskala kecil antara organisme dan sedimen berperan besar dalam kimia tanah dan kesehatan danau. Apabila fungsi ekologi telah berkurang karena pemuatan hara yang berlebihan dan pertumbuhan alga, pengelolaan sedimen dapat memiliki dampak yang menguntungkan pada ekosistem danau. Penyingkiran lanau memulai proses bioturbasi, yang menyegarkan kembali mikroorganisme yang sangat penting baik untuk membatasi pembiakan alga dan mengaktifkan pertumbuhan tanaman di dasar danau. Tanaman-tanaman air menangkap sedimen tersuspensi dan meningkatkan fungsi ekosistem dalam siklus umpan balik yang positif.



Pendekatan terpadu

Danau dataran rendah sering kali berada dalam yurisdiksi dari beberapa badan pemerintah atau badan hukum, akan tetapi upaya dan proyek akan memberikan dampak pada danau secara keseluruhan; setiap tujuan harus dievaluasi dengan mempertimbangkan pemahaman akan sistem secara keseluruhan. Pemahaman sistem dalam tahap perancangan sangat penting. Solusi-solusi *Building with Nature* memiliki sifat dinamis, sehingga terdapat ketidakpastian akan perilaku dan pengaruhnya setelah dilaksanakan. Daripada memberikan hasil yang statis, lebih baik menerima sifat dinamis ini dan mengembangkan suatu pendekatan yang adaptif dalam pengelolaan dan pengayaan yang dapat menanggapi lanskap yang berubah.

Pengelolaan yang adaptif dimulai dengan target yang telah ditetapkan dan pengakuan bahwa sistem alam dapat menanggapi intervensi dengan cara yang tidak terduga. Pemantauan dan analisis memberikan informasi untuk memahami sistem ini dan fungsinya, serta seiring waktu, perubahan bertahap dapat membuat suatu proyek mencapai tujuannya. Yang lebih penting lagi, keberhasilan pengelolaan secara adaptif bergantung pada partisipasi dan penerimaan pemangku kepentingan yang baik. Wilayah danau yang terpisah-pisah hanya dapat mengupayakan pemulihan dan peningkatan danau melalui kolaborasi.

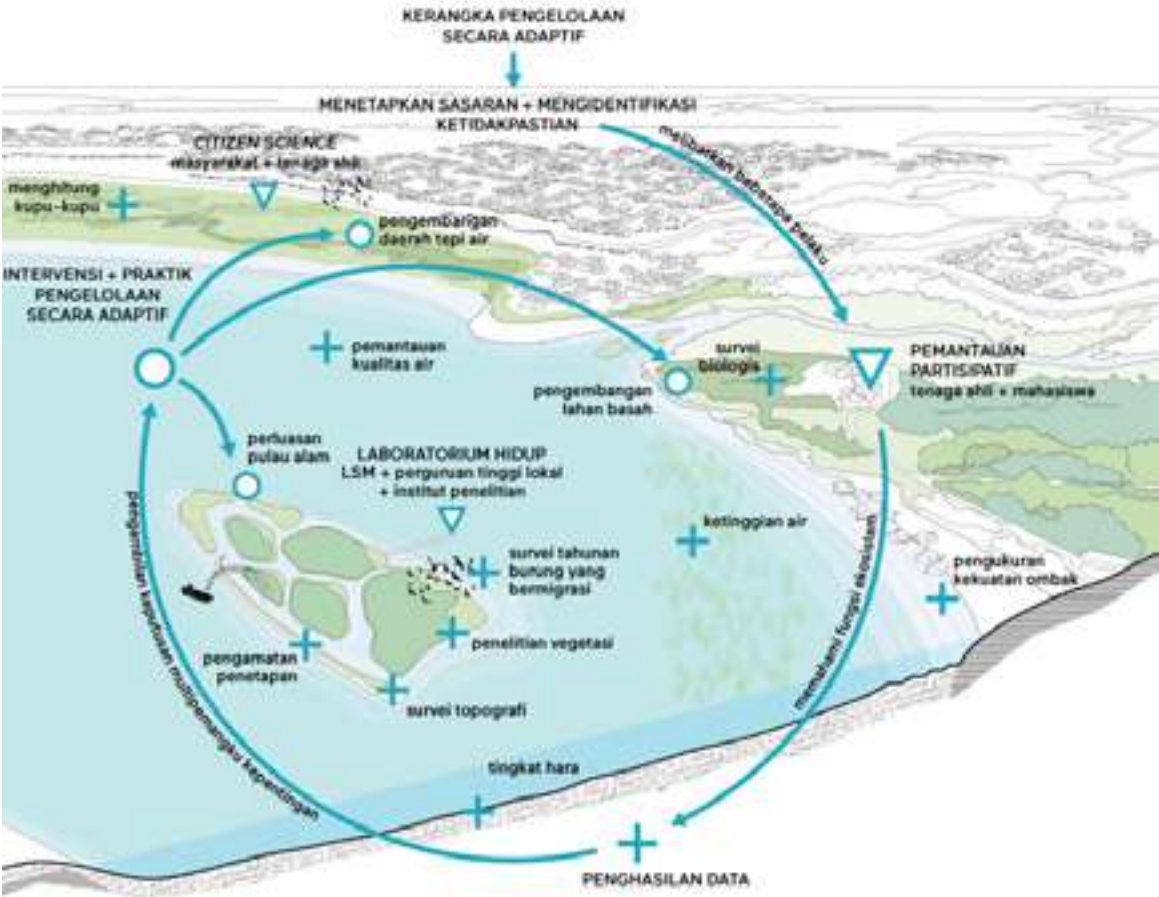
→ Pemantauan dan pengumpulan data

Pemantauan dan pengumpulan data memberikan umpan balik penting untuk membuat rancangan proyek. Percontohan Houtribdike menguji kapasitas dari suatu daerah tepi air berpasir untuk melindungi tanggul yang sudah ada dari gerakan gelombang, yang menyebabkan penerapan dengan skala penuh. Proyek tersebut mempelajari morfologi tanggul dan mengevaluasi peran dari berbagai tanaman dalam proses erosi dan stabilisasi. Selama periode empat tahun, para peneliti mengumpulkan data ketinggian air dan mengukur kekuatan ombak secara rutin, mengambil foto per jam dari dua kamera, dan melaksanakan survei topografis. Data ini dan data lain mendukung gagasan bahwa daerah tepi air berpasir dapat memberikan keamanan bagi sistem danau yang hemat biaya.




↓ Gbr. C.4

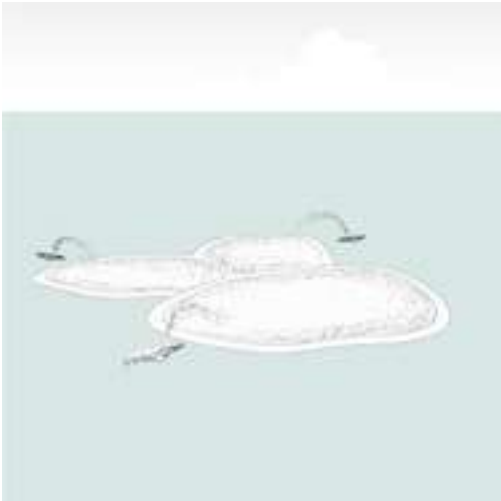
Danau membutuhkan suatu pendekatan terpadu dalam perencanaan dan pengelolaan yang menghubungkan tujuan jangka pendek dan panjang dengan pengamatan. Program Pengetahuan dan Inovasi (KIMA) Marker Wadden dibentuk untuk mengumpulkan data dan memfasilitasi analisis demi melakukan pengelolaan, adaptasi, dan pengayaan pulau-pulau alam dan proyek terkait. Pemantauan pengendapan sedimen selama pembangunan memberikan informasi tentang penahapan pengerukan dan penempatan sedimen. Proses tersebut ditentukan berdasarkan pengalaman dan bukan berdasarkan rancangan atau perhitungan prediktif.



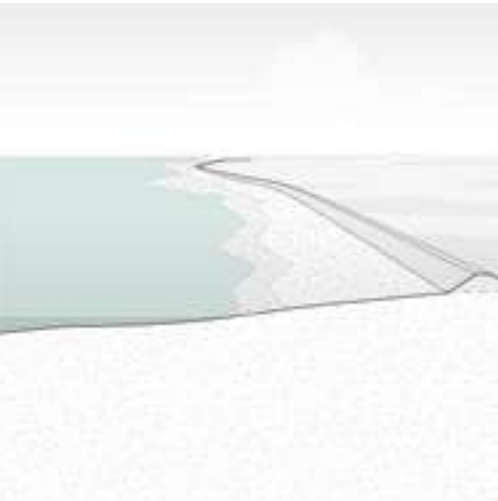
Sistem yang berkembang

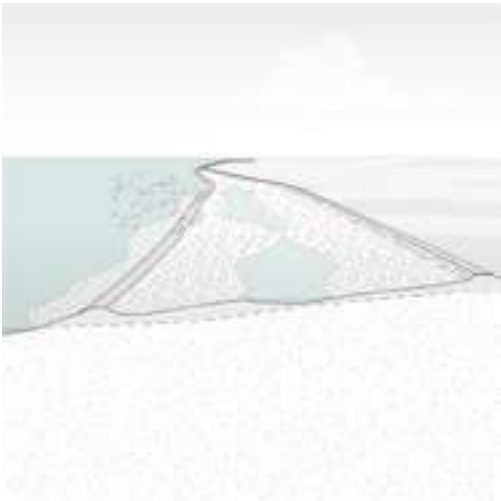
Gbr. C.5	Kapal keruk membangun tanggul cincin untuk menahan sedimen yang dikeruk	Gbr. C.6	Sedimen dipompa ke dalam tanggul cincin, yang kemudian mengendap
----------	-------------------------------------------------------------------------	----------	------------------------------------------------------------------







Gbr. C.9	Stabilitas dari suatu tanggul yang ada dinilai akan terganggu.	Gbr. C.10	Kontraktor menempatkan tanah di depan tanggul, yang menambah stabilitas.
----------	----------------------------------------------------------------	-----------	--------------------------------------------------------------------------



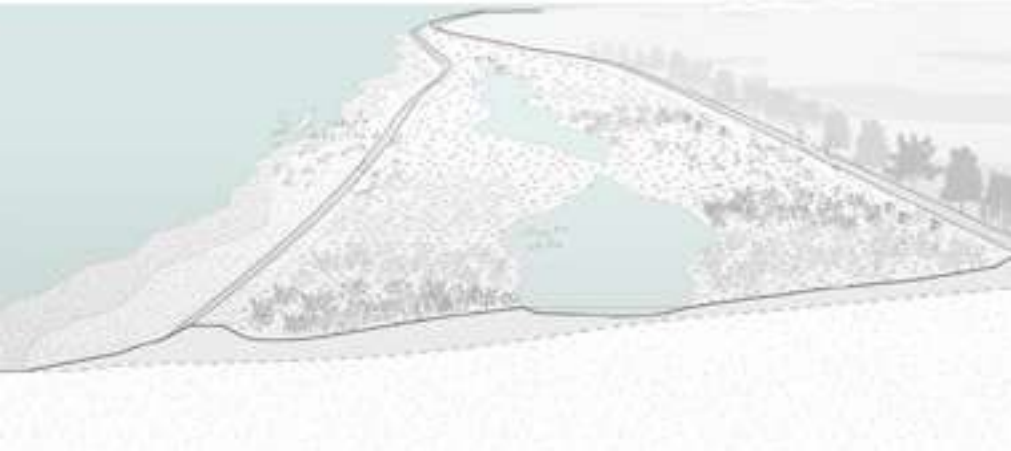


Gbr. C.7	Pulau-pulau baru terbentuk, vegetasi mulai muncul	Gbr. C.8	Pulau-pulau alam telah berkembang dan dihuni oleh tanaman dan hewan.
----------	---------------------------------------------------	----------	----------------------------------------------------------------------

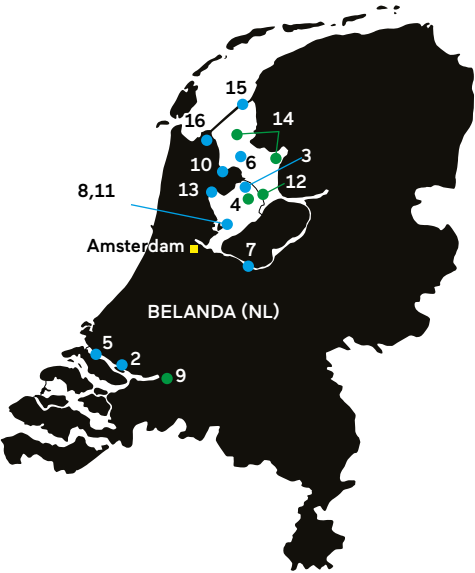




Gbr. C.11	Daerah tepi pantai ditanam dan membangun kesempatan habitat
-----------	-------------------------------------------------------------



Sumber daya



Proyek terkait (● EcoShape / ● Pihak lain)

- Dengan urutan kemunculan dalam bab ini
- 1 Wilayah Sungai Thames, Inggris Raya
 - 2 Tiengemetten, Haringvliet, NL
 - 3 Trintelzand, Danau Marken, NL
 - 4 Marker Wadden, Danau Marken, NL
 - 5 Broedeiland Blik, Voorne-Putten, NL
 - 6 De Kreupel, Danau IJssel, NL
 - 7 Dode Hond, Eemmeer, NL
 - 8 Ierst, Danau Marken, NL
 - 9 Hutan Gandarusa Noordwaard, Steurgat, NL
 - 10 Koopmanspolder, Wervershoof, NL
 - 11 Stroomgeul, Danau Marken, NL
 - 12 Percontohan dan penguatan Houtribdike, Enkhuizen, NL
 - 13 Oeverdijk, Hoorn, NL
 - 14 Sand Engines IJsselmeer, Oudemirdum, Workum, dan Hindeloopen, NL
 - 15 Sungai migrasi ikan Afsluitdijk, Kornwerderzand, NL
 - 16 Pantai Wieringermeer di darat, NL

Referensi

- Gulati, R. D. et al. (2008). *Lake restoration studies: Failures, bottlenecks and prospects of new ecotechnological measures*. *Limnologica: Ecology and Management of Inland Waters*, 38, 3–4.
- Juvonen, J. (2020). *Cost-benefit analysis of continuous cover forestry and buffer zones as Nature Based Solutions to preserve water quality level in Lake Puruvesi and in its sub-catchment area* [Master's thesis, University of Helsinki].
- Lorenz, S. et al. (2015). *Minimum shoreline restoration requirements to improve the ecological status of a north-eastern German glacial lowland lake in an urban landscape*. *Fundamental and Applied Limnology*, 186(4), 323–332.
- Meerhoff, M. et al. (2009). *Shallow lakes and ponds*. In Gene E. Likens (ed.), *Lake ecosystem ecology: A global perspective* (pp. 343–353). Elsevier.
- Penning, E. (2012). *Ecohydraulics in large shallow lakes: Implications for management* [Doctoral dissertation, Delft University of Technology].
- Saaltink, R. M. (2018). *Wetland eco-engineering with fine sediment* [Doctoral dissertation, University of Utrecht].
- Scheffer, M. (2004). *Ecology of shallow lakes*. Springer Netherlands.
- Steetzel, H. J. et al. (2017). *Building with Nature pilot sandy foreshore Houtribdijk design and behaviour of a sandy dike defense in a lake system*. *Proceedings of Coastal Dynamics Conference*.
- Vuik, V. (2019). *Building safety with nature: Salt marshes for flood risk reduction* [Doctoral dissertation, Delft University of Technology].

Sumber daya online

- *Handreiking POV Voorlanden*—laporan akhir dari suatu studi ilmu terapan tentang penggunaan daerah tepi air (dalam bahasa Belanda)
- *Lake ecology primer*—ikhtisar halaman web tentang fungsi danau
- *MarkermeerIjmeer*—repositori berbagai proyek penelitian di Danau Marken dan Danau IJ (dalam bahasa Belanda)
- *Marker Wadden Knowledge and Innovation Program*—ikhtisar situs web tentang program penelitian (KIMA) Marker Wadden
- *Wetlands Protection and Restoration*—halaman web ikhtisar EPA A.S.



Untuk sumber daya dan referensi tambahan, kunjungi ecoshape.org/library

Ilmu Pengetahuan

Ilmu pengetahuan dan penelitian bersifat fundamental bagi pengembangan semua proyek *Building with Nature*, dan ketegasan ilmiah merupakan salah satu nilai fondasi inti EcoShape. Contohnya adalah sekelompok mahasiswa PhD yang memulai perjalanan penelitian mereka sebagai bagian dari program *Building with Nature* pertama, yang berkembang dan berlanjut karena semakin banyak mahasiswa dan peneliti pascadoktoral yang bergabung dengan proyek-proyek *Building with Nature*.

Dilambangkan oleh interaksi lintas disiplin ilmu yang kompleks yang bersifat dinamis dalam berbagai skala, ilmu pengetahuan di balik *Building with Nature* merupakan sesuatu yang menarik dan di saat yang sama menantang: setiap proyek *Building with Nature* dapat dianggap sebagai eksperimen berskala besar yang tidak dapat direplikasi dalam lingkungan sistemnya sendiri yang kompleks. Integrasi disiplin ilmu dengan terminologi khususnya sendiri dan pendekatan ilmiah yang berbeda perlu dilakukan untuk melakukan analisis proses dan interaksi yang lebih mendalam. Pada tahap ini, upaya perlu ditingkatkan karena kemajuan ilmiah tidak ternilai dengan mempertimbangkan kebutuhan Solusi-Solusi Berbasis Alam yang mendesak.



Peter Herman
Rotterdam,
Belanda, 2 siang
Profesor Bidang Rekayasa Hidraulik Ekologis, Universitas Teknologi Delft; Peneliti senior, Deltares



Stefan Aarninkhof
Delft, Belanda, 2 siang
Kepala Departemen Rekayasa Hidraulik; Profesor Bidang Rekayasa Wilayah Pesisir, Universitas Teknologi Delft



Kathelijne Wijnberg
Enschede, Belanda, 2 siang
Profesor dan Ketua Sistem Wilayah Pesisir dan Rekayasa Berbasis Alam, Universitas Twente



Nathalie Seddon
Oxford, Inggris Raya, 1 p.m.
Profesor Bidang Keanekaragaman Hayati; Direktur Prakarsa Solusi Berbasis Alam, Universitas Oxford

Bagaimana penelitian Anda menghasilkan *Building with Nature*?

Peter Herman: Melalui *Building with Nature*, lanskap menjadi lebih dari sekedar kanvas kosong. Rancangan dari suatu proyek digambarkan seperti menambahkan sesuatu pada suatu lanskap yang telah ada dan telah berfungsi—yang berfungsi secara ekologis, geomorfologis, dan juga bagi manusia. *Building with Nature* lebih memperhatikan rancangan dan bagaimana rancangan tersebut memengaruhi hubungan antara alam dan geomorfologi, dan juga bagaimana rancangan tersebut akan dirasakan oleh manusia dan berdampak pada hubungan manusia dan lanskap. Sebagai seorang ahli ekologi, saya tentu lebih berfokus pada apa yang dilakukan oleh rancangan tersebut pada proses-proses alami. Pertanyaan yang sangat penting bagi saya adalah: bagaimana cara proses alam ini benar-benar bekerja?

Di Sand Motor, apabila Anda memeriksa populasi hewan bentos, Anda akan menemukan keanekaragaman yang lebih tinggi setelah pembangunan. Penemuan ini bukan disebabkan oleh jumlah spesies per sampel yang serta-merta lebih tinggi, akan tetapi perbedaan antar sampel telah meningkat. Gradien dan kontras

meningkatkan dan membuat kombinasi faktor lingkungan yang tidak biasanya terjadi di pantai. Seiring dengan waktu, kombinasi yang janggal cenderung menghilang, akan tetapi perlu waktu bertahun-tahun bagi komposisi sedimen, kekuatan fisik, dan hewan untuk menghasilkan keseimbangan baru. Saya tertarik untuk memahami dan membuat model dari proses-proses ini.

Stefan Aarninkhof: Setiap proyek memiliki karakteristik yang khas yang memerlukan penyelidikan atas proses yang mendasari. Penyelidikan ini sangat penting untuk memungkinkan perancangan dan pelaksanaan solusi. Misalnya, kondisi awal di Sand Motor luar biasa dinamis, dan seiring waktu, perubahan melambat. Kami menemukan pola yang serupa dalam mempelajari dinamika daerah tepi air alami di Houtribdike, yang secara mengejutkan menunjukkan perilaku yang sama.

Kathelijne Wijnberg: Penggunaan proses di kawasan pesisir untuk mengatasi masalah di kawasan pesisir adalah apa yang saya anggap sebagai hal yang penting dalam *Building with Nature*. Skala waktu menjadi pertimbangan yang sangat penting di sini, karena proses di kawasan pesisir memerlukan

waktu. Setiap proyek percontohan merupakan upaya pertama untuk memahami proses yang memindahkan sedimen dan dinamika vegetasi. Saya menganjurkan untuk mengikuti proses proyek percontohan hingga akhir masa rancangannya untuk mengetahui apakah proyek percontohan sungguh-sungguh berfungsi dan apakah kita dapat melakukan perbaikan atau penyesuaian. Untuk mencapai tujuan tersebut, saya tertarik dengan pengembangan teknik pemantauan. Selain itu, kita belum cukup memperhatikan peran manusia dalam konteks pengembangan solusi.

Saya juga telah terlibat dalam proyek Sand Motor. Kami melihat bagaimana ruang tersebut diciptakan: Orang-orang membangun rumah pantai untuk perekonomian

pariwisata, dan mereka juga menyapu pantai tersebut. Tempat mereka membersihkan pantai menentukan tempat perkembangan vegetasi, yang berinteraksi dengan pembentukan gumuk pasir. Kita belum mengetahui apakah terdapat dampak jangka panjang. Kita melihat perbedaan dalam jangka pendek, akan tetapi pada akhirnya, apakah ada bedanya atas proyek secara keseluruhan?

Nathalie Seddon: Orang-orang sering kali bertanya tentang kombinasi spesies terbaik untuk reforestasi di suatu negara tertentu. Bahkan di Inggris, di mana terdapat kerangka ilmu (*body of knowledge*) yang mendalam, kami tetap tidak tahu apa jawabannya. Kami pikir kami sedang beralih ke suatu ekosistem yang lebih Mediterania.



Sand Motor, The Hague (2011)



Sand Motor, The Hague (2018)

“Tidak ada solusi *Building with Nature* yang berfungsi di setiap waktu, atau di setiap tempat.”

Kathelijne Wijnberg / 2:28 sore

Kami seharusnya membahas tentang pemulihan habitat dengan paling tidak beberapa spesies Mediterania, akan tetapi kami tidak tahu mana yang akan berhasil. Itulah alasan mengapa kami memerlukan eksperimen dan melihat kombinasi spesies dan jenis lanskap yang berbeda. Metode ini membutuhkan pemantauan dan evaluasi jangka panjang.

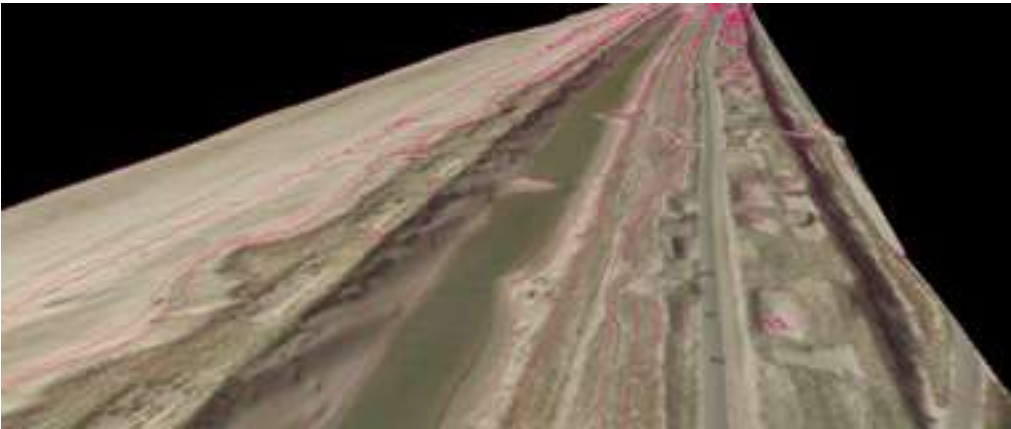
Dengan mempertimbangkan tujuan pekerjaan kita yang berubah-ubah, para ilmuwan dapat melakukan yang terbaik untuk mengusulkan suatu rancangan lanskap atau rencana alam dan lanskap. Apa yang kita ketahui adalah cara merancang eksperimen, dan temuan-temuan kita dapat memberikan informasi tentang rancangan. Saya menganggap para ilmuwan sebagai ahli eksperimen, bukan sebagai orang yang memiliki pengetahuan tentang cara melakukan suatu hal.

Kathelijne Wijnberg: Tidak ada solusi *Building with Nature* yang berfungsi di setiap waktu, atau di setiap tempat. Terdapat kebutuhan untuk melakukan pemantauan sehingga kita dapat belajar pada saat solusi gagal dan faktor-faktor yang menyebabkan kegagalannya.

Stefan Aarninkhof: Sebagai ilmuwan, kita harus belajar dari proyek-proyek berskala penuh di lapangan. Akan tetapi, proyek-proyek ini sering kali memiliki persyaratan pemantauan

yang tidak sejalan dengan kebutuhan ilmiah. Karena alasan ini, para ilmuwan harus terlibat lebih awal untuk memastikan bahwa pemantauan dimulai sejak dini dan dengan fokus yang cukup untuk memenuhi standar ilmiah. Saya meyakini bahwa pemantauan harus menjadi suatu komponen penting dari semua proyek, yang mengarah pada perubahan cara dilaksanakannya proyek ini. Pelaksanaan proyek secara tepat waktu dan sesuai dengan anggaran seharusnya tidak lagi menjadi standar penyelesaian proyek bagi pemerintah dan pemimpin industri. Kita harus memberikan insentif untuk belajar demi proyek-proyek selanjutnya, menstimulasi pemikiran jangka panjang, dan melakukan peningkatan di masa depan.

Nathalie Seddon: Solusi-Solusi Berbasis Alam memiliki keterbatasan pencapaian di bidang mana pun. Solusi-solusi tersebut hanya dapat memitigasi perubahan iklim dan mendukung adaptasi serta keanekaragaman hayati pada saat dipadukan di seluruh lanskap dan wilayah. Advokasi seputar Solusi-Solusi Berbasis Alam saat ini menghadapi masalah, yang menunjukkan bahwa advokasi tersebut dapat memberikan tiga kemenangan atau mencapai ke tujuh belas tujuan pembangunan berkelanjutan. Baru-baru ini, terdapat beberapa pernyataan yang dilebih-lebihkan tentang potensi mitigasi dari Solusi berbasis bekerja bersama Alam dan



Visualisasi 3D dari Monitoring LiDAR yang dilakukan di Bukit Pasir Hondsbossche

kesalahpahaman tentang pengimbangan, yang menghasilkan penekanan secara berlebihan pada penghijauan daripada pengelolaan dan pemulihan ekosistem alami. Menurut saya, klaim-klaim advokasi ini merusak gerakan. Kita ilmuwan harus memahami interaksi teknologi dan layanan pengaturan ekosistem dalam konteks lanskap multifungsi ini. Masih banyak yang belum kita pelajari. Bagaimana pekerjaan Anda terkait dengan disiplin ilmu lain, terutama, perspektif dan metode dari ilmu sosial?

Nathalie Seddon: Pada saat ini, saya memiliki dua kerangka kerja utama (*body of work*). Kerangka kerja pertama bertujuan untuk meningkatkan kerangka sosioekologis dan menggunakan Solusi-Solusi Berbasis Alam untuk memadukan sistem sosioekonomi dan sistem ekologis. Saya mencoba untuk memahami cara bekerja atau *Building with Nature* dengan sedemikian rupa sehingga kerentanan sistem secara keseluruhan berkurang di suatu dunia yang dengan cepat memanas. Kerangka kerja kedua berupaya untuk memahami secara lebih baik potensi migrasi yang sesungguhnya dari Solusi-Solusi Berbasis Alam. Pemahaman ini termasuk mengubah pemahaman tentang potensi mitigasi global dari segi pemanasan puncak, sasaran suhu, dan kesepakatan di

masa lalu, serta penyajian pesan yang tidak terlalu bersahabat dengan kebijakan, akan tetapi bernuansa, tentang cara bekerja bersama alam untuk membahas mitigasi. Dalam keduanya, perspektif sosioekonomi menjadi faktor pendorong.

Kathelijne Wijnberg: Dalam proyek-proyek ilmiah berbasis alam, para ilmuwan sosial telah berkontribusi dengan memahami tentang bagaimana orang menggunakan ruang yang diciptakan. Interaksi manusia adalah keyakinan inti dalam arsitektur lanskap modern, dan kita merasakan dampaknya dalam lingkungan yang lebih terurbanisasi, misalnya, limpahan kegiatan ekonomi pada antarmuka pantai-bukit pasir. Kita membutuhkan para ilmuwan sosial untuk membantu kita memahami mengapa orang bertindak seperti yang mereka lakukan, bagaimana mereka berinteraksi, bagaimana mereka berperilaku dengan peraturan, bagaimana peraturan dibuat, dan mengapa mereka berubah: semua aspek tata kelola.

Peter Herman: Saya tidak melihat ilmu sosial cukup untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tentang kekuasaan dan ketidakadilan. Analisis apakah seharusnya terdapat banyak sand motors di sepanjang pesisir Belanda atau tidak—dengan memperhitungkan

tekanan komersial dari perusahaan penge-rukan besar—tentu mungkin untuk dilakukan. Apabila semua pasir dibawa ke pantai untuk pengisian pasir berskala besar, perusahaan pengerukan besar dapat menggunakan kapal besar mereka dan mengalahkan operasi-operasi kecil yang jauh lebih baik digunakan untuk melakukan pengisian pasir berskala kecil saat ini. Apabila diabaikan sebagai suatu faktor yang menentukan kebijakan, apa yang sesungguhnya sedang dibahas? Aspek kekuasaan yang kelihatan-nya tidak terkait sangat penting untuk dipertimbangkan oleh para ilmuwan sosial.

Nathalie Seddon: Sudah terdapat banyak pekerjaan tentang topik tersebut. Kolega saya Stephen Woroniecki telah melakukan pekerjaan yang brilian tentang adaptasi berbasis ekosistem di Sri Lanka, dengan memeriksa isu kuasa dan bagaimana pelak-sanaan upaya-upaya adaptasi menyebabkan peningkatan marginalisasi di antara warga lokal. Sebagai seorang ilmuwan alam, saya juga berjuang dengan kata-kata manfaat ber-sama, rancangan bersama, dan penciptaan secara bersama-sama. ini menyampaikan nilai penting: bahwa orang harus dilibatkan dalam suatu proyek sejak awal apabila mereka memiliki kepentingan di dalamnya. Keberhasilan jangka panjang dari setiap proyek bergantung pada para pemangku kepentingannya yang memiliki instansi, dan penerimaan oleh mereka untuk melanjutkan proyek setelah tidak ada dana lagi. Para ilmuwan sosial telah mengumpulkan sekum-pulan bukti yang mendukung hal ini. Di Asia Tenggara, pada saat pemulihan hutan mangrove terjadi dengan cara top-down, lahan diubah kembali menjadi tambak udang setelah tidak ada uang lagi.

Selain itu, apa peran ilmu pengetahuan?

Kathelijne Wijnberg: Agar solusi berfungsi, kita harus memahami bagaimana cara sistem

alami bekerja. Saya meyakini bahwa pema-haman ilmiah merupakan dasar dari semua solusi. Rentang waktu yang panjang, puluhan tahun, selama mana Solusi-Solusi Berbasis Alam berkembang dapat menjadi tantangan.

Stefan Aarninkhof: Saya tidak dapat menerima pujian tersebut, akan tetapi saya meyakini bahwa ilmu pengetahuan merupakan faktor pendukung terbesar untuk menciptakan momentum untuk pendekatan *Building with Nature*. Dua puluh lima tahun lalu, orang-orang seperti Ronald Waterman sudah mem-bahas tentang *Building with Nature*. Para ilmuwan—khususnya ahli ekologi dan ahli morfologi—mulai bekerja bersama, mempel-ajari interaksi antara vegetasi dan pasir, dan menciptakan bidang biogeomorfologi. Kolega saya Mindert de Vries selalu bertanya apakah ada orang yang telah mempertimbangkan dampak ekologis dari pekerjaan kami. Itulah kali pertama kami mulai menggunakan kata “ekologi.” Kolaborasi tersebut menghasilkan konsep baru dan solusi baru, yang mendapat-kan momentum seiring waktu.

Nathalie Seddon: Kita harus membangun komu-nitas lintas disiplin ilmu untuk menyatukan pemangku kepentingan yang berbeda dan jenis ilmuwan yang berbeda dalam perca-kanan yang sama. Pembangunan tersebut telah terjadi dengan berbagai skala. Sangat penting untuk mempersatukan para ilmuwan, praktisi, pengambil kebijakan, dan pemangku kepentingan lain sejak awal.

Peter Herman: Sebagai ilmuwan, kita paling banyak terlibat sebelum proses dimulai. Kami memiliki peran yang signifikan untuk menginspirasi orang-orang, mengajarkan kepada mereka apa yang kami ketahui tentang proses-proses alami, dan membagi-kan gagasan-gagasan yang dapat menjadi dasar rancangan. Tahap penting lain bagi kami menyusul setelah itu, dalam pemantauan, evaluasi, perolehan wawasan, dan pemberian

“Orang-orang harus dilibatkan dalam suatu proyek sejak awal apabila mereka memiliki kepentingan di dalamnya.”

Nathalie Seddon / 3:07 p.m.

wawasan baru untuk proyek-proyek selan-jutnya. Selama pelaksanaan proyek, fokus-nya adalah pada tekanan politik, pembiayaan, dan persetujuan. Sebagai ilmu-wan alam, kami tidak memiliki peran di sini.

Stefan Aarninkhof: Saya tidak setuju. Walaupun bergantung pada situasi, akan tetapi tahap penentuan proyek sangat penting. Apabila dirancang dengan sifat percontohan yang jelas dan tujuan pembelajaran, maka para ilmuwan berperan penting. Hal ini berlaku di Sand Motor, di mana inovasi menjadi prinsip rancangan utama. Kami mengadakan sesi perancangan yang interaktif di mana para ilmuwan seperti Norbert Dankers berperan sangat penting dalam menetapkan rancangan akhir Sand Motor. Saya masih ingat dia mengatakan bahwa kita harus mempertimbangkan anjing laut. Mereka membutuhkan lokasi istirahat sehingga Sand Motor dipindahkan ke lepas pantai, dengan air di antaranya.

Empat puluh tahun lalu, para insinyur bertanggung jawab atas isu-isu keselamatan air, dan solusi-solusi dikembangkan menurut pendapat mereka. Penting bagi kami para insinyur untuk menyadari bahwa dunia telah berubah. Sekarang, kami beroperasi dalam masyarakat yang jauh lebih luas. Hal itu juga yang kami coba ajarkan kepada

para mahasiswa kami. Rekayasa tentu harus dilakukan dengan baik, akan tetapi harus ditempatkan dalam konteks yang lebih luas, dan kesadaran akan kebutuhan dan prioritas pemangku kepentingan lain menjadi kuncinya. Saya mendapati bahwa para mahasiswa sangat menerima gagasan ini, dan bagi mereka, perancangan bersama sistem-sistem alam menyiratkan partisipasi dalam suatu sistem sosial yang lebih luas merupakan fakta yang sudah jelas dengan sendirinya. Pemahaman Solusi-Solusi Berbasis Alam dan *Building with Nature* ini memenuhi apa yang dibutuhkan oleh para mahasiswa dalam teknik hidraulis untuk mengembangkan karier yang bermakna.

Peter Herman: Saya melihat para mahasiswa kami sangat berhasrat untuk melakukan hal yang baik bagi dunia. Banyak mahasiswa teknik yang tertarik untuk memasukkan proses-proses biologis ke dalam pemikiran dan pembuatan model mereka. Kita ber-usaha untuk merealisasikan lintas disiplin ilmu. Saya memiliki seorang mahasiswa yang ingin memasukkan dampak-dampak ilalang pada arus dan dinamika sedimen. Dia menyebutkan bahwa literatur tentang ilalang masih terbatas. Dia tidak menyadari bahwa menggunakan nama Latin untuk suatu spesies dapat memberikan kepada Anda

“Ilmu pengetahuan merupakan pendukung terbesar dari momentum *Building with Nature* kita.”

Stefan Aarninkhof / 3:38 sore

akses ke jauh lebih banyak literatur biologi daripada nama umum. Dia tidak tahu bagaimana pengetahuan biologis disusun. Kelaziman-kelaziman seperti ini sulit untuk dijembatani. Kita harus melakukan banyak pekerjaan agar orang-orang menyadari kosa kata, konsep, dan tradisi dalam disiplin ilmu lain untuk membuat pekerjaan lintas disiplin ilmu menjadi produktif dan bermakna.

D

Sungai dan Muara



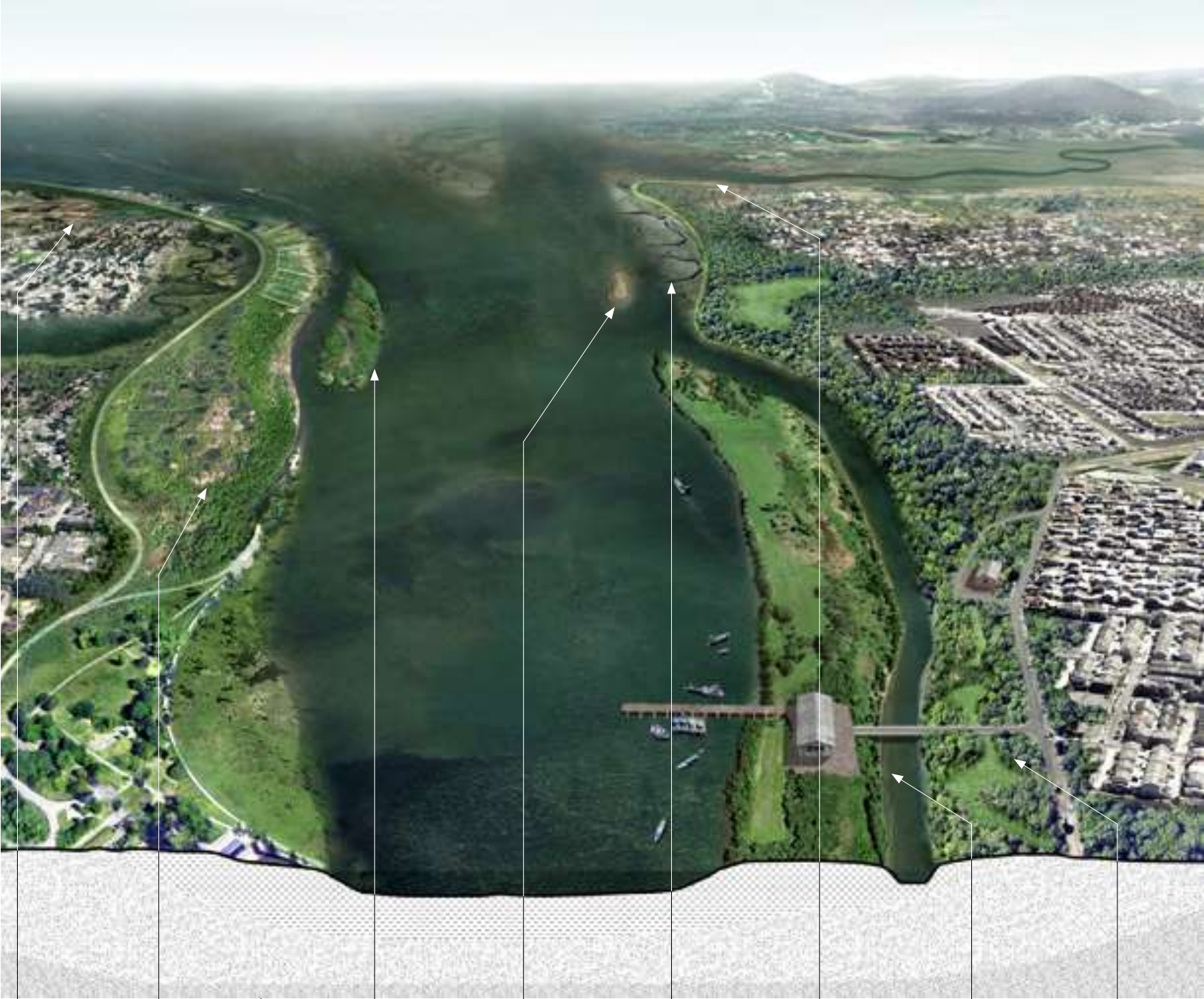
Polder Noordwaard, Steurgat

Kata Kunci

- Pemulihan habitat
- Gradien alami
- Transisi air tawar-asin
- Kualitas air
- Konektivitas
- Pengelolaan banjir dan dataran banjir
- Pendekatan resapan
- Aliran sedimen
- Pengetahuan teknologi dan sistem (pendukung)

Lanskap

Tanah subur di sepanjang sungai dan muara telah menopang per-
mukiman manusia sejak peradaban pertama. Jalan air dan badan air
ini menyediakan akses penting untuk transportasi dan perdagangan.
Sungai bersumber dari air tanah, kelebihan presipitasi, dan juga
mencairnya salju, membawa bukan hanya sedimen, hara, dan biji,
tetapi juga polutan dan limbah. Proses-proses erosi dan sedimentasi
membentuk sungai dan muara aluvial dan mendukung kontinum eko-
sistem yang saling berhubungan dan terus berkembang. Muara adalah
lingkungan pasang surut air payau yang memiliki zona transisi antara
air tawar dari sungai dan air asin dari laut. Selalu berubah, lanskap ini
secara biologis berdampak besar karena interaksi aliran air asin dan
tawar; gradiennya menghasilkan keanekaragaman hayati yang tinggi.
Sungai dan muara saat ini sering kali telah menekan dinamika
alami. Sungai telah dibatasi, dan daerah muara telah direklamasi;
transisi dari air ke tanah telah ditetapkan. Pengalaman menunjukkan
bahwa intervensi teknik rekayasa keras di sungai dan muara memberikan
solusi lokal dan manfaat bagi manusia dalam jangka pendek akan tetapi,
sering kali kemudian menyebabkan masalah di bagian hulu atau hilir.
Building with Nature ditujukan untuk mengoptimalkan manfaat-
manfaat intervensi bagi manusia dengan menggunakan sistem fluvial
dan muara secara berkelanjutan. *River training* dapat dipertimbangkan
dan ditujukan untuk memulihkan koridor sungai dengan menetapkan
kembali konektivitas dan memberikan ruang untuk banjir. Daerah tepi
air dan rawa asin mengatasi isu-isu serupa di muara. Perluasan ruang
alami meningkatkan kesempatan bagi rekreasi lokal dan regional dan di
saat yang sama meningkatkan ekosistem sungai dan muara. Ikan bermi-
grasi dan berkembang biak lagi, dan lanskap menyediakan habitat bagi
burung dan spesies lain.



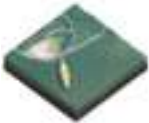
→ Lanskap sungai dan muara fiktif yang menggambarkan konsep-konsep *Building with Nature*



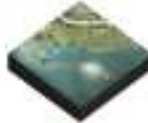
Pematangan dan konsolidasi tanah liat



Mengintegrasikan kawasan tepi air tervegetasi



Membangun pulau-pulau alam



Secara strategis menempatkan sedimen halus



Mengelola bantaran sungai (*realignment*)



Pemulihan gradien salinitas



Membangun kanal-kanal sekunder



Menetapkan hutan lahan basah

Konsep-konsep *Building with Nature*

→ Mengintegrasikan kawasan tepi air tervegetasi


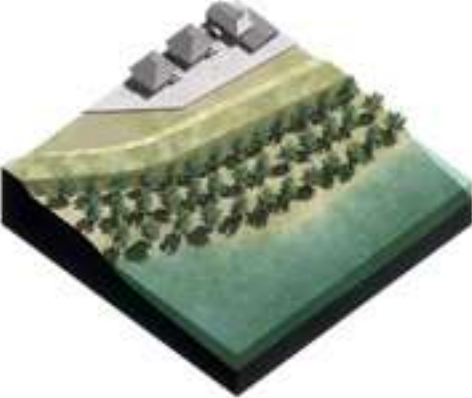
Lingkungan kawasan tepi air meningkatkan ketangguhan tanggul dan meningkatkan kapasitas pertahanan terhadap banjir dengan menstabilkan sisi banjir tanggul dengan massa sedimen tambahan dan menambah panjang rembesan. Lingkungan tersebut meredam energi ombak, mengurangi dampak aksi gelombang dan overtopping. Daerah tepi air yang tervegetasi menunjukkan serangkaian jenis habitat dan memberikan kesempatan untuk berekreasi. Dalam lingkungan berlanau, daerah tepi air menangkap sedimen dan membantu pembentukan tanah, yang memungkinkan adaptasi kenaikan permukaan laut. Meskipun demikian, daerah tepi air memerlukan ruang, dan pembangunannya memerlukan pekerjaan tanah berskala besar, yang harus selaras dengan hidrodinamika lokal untuk kelayakan jangka panjang.

- Penguatan *Houtribdike*, Danau Marken
- Percontohan Rawa Asin Marconi, Delfzijl
- Penguatan tanggul, Ravenstein-Lith



Rawa asin Zuidgors, Western Scheldt





← Menetapkan hutan lahan basah

Dalam lingkungan sungai dengan gerakan gelombang yang rendah hingga sedang, rancangan tanggul dapat memadukan daerah penyimpanan banjir dan vegetasi yang toleran terhadap genangan untuk memaksimalkan pengurangan risiko banjir. Dengan perencanaan secara hati-hati dan pengelolaan yang berkelanjutan, vegetasi berkayu dapat mengurangi gerakan gelombang pada tanggul pelindung. Hutan lahan basah memberikan nilai habitat dan mendukung keanekaragaman hayati, yang membuat sistem campuran ini menjadi alternatif yang bernilai bagi penghalang pelindung tradisional dengan fungsi tunggal. Baik konsep daerah penyimpanan banjir maupun penggunaan hutan lahan basah memerlukan ruang yang besar dan pengelolaan secara hati-hati demi memastikan efektivitas.

- Hutan Gandarusa Noordwaard, Steurgat

→ Membangun kanal-kanal sekunder

Kanal sekunder di sepanjang koridor sungai dapat meningkatkan kualitas air dan memberikan variasi kedalaman, yang memperlambat aliran air dan memperluas ruang bagi sedimentasi. Saluran kedua juga meningkatkan kapasitas penyampaian banjir dan mendukung pengembangan habitat. Kanal-kanal menawarkan kesempatan untuk meningkatkan nilai alami, rekreasi, dan budaya dari lanskap sungai. Dipadukan dengan infrastruktur bendungan, saluran ini dapat meningkatkan dinamika fluvial dan memperluas kapasitas penyimpanan air hujan. Pembentukan saluran yang berfungsi dengan baik memerlukan wawasan akan sistem hidrodinamis, pola pengangkutan hara dan sedimen, dan ekologi lokasi.

- Mallegatpark, Rotterdam
- Vreugderijkerwaard, Westenholte
- Gamerensche Waarden, Gameren
- Pembangunan Daerah Ooijen-Wanssum, Venray
- Saluran sekunder Klompenwaard, Pannerden



Kanal sekunder
Klompenwaard, Pannerden

145

Sungai dan Muara

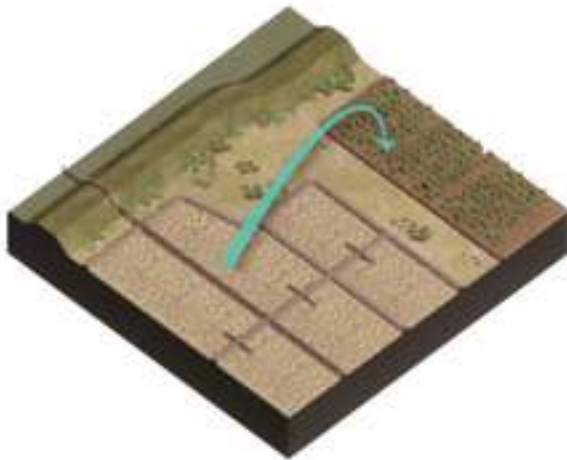
Konsep-konsep *Building with Nature*

Konsep-konsep *Building with Nature*

→ Pematangan dan konsolidasi tanah liat

Sedimen yang terlalu banyak atau terlalu sedikit di muara sering kali diakibatkan oleh intervensi manusia. Salah satu strategi untuk mengatasi kelebihan sedimen adalah dengan melibatkan penangkapan sedimen di daerah-daerah di mana penumpukan menjadi masalah dan menyingkirkannya ke depot sedimen. Lokasi-lokasi tersebut memungkinkan sedimen untuk matang menjadi material tanah liat melalui proses-proses seperti pengawaairan (*dewatering*), desalinasi, dan oksidasi. Tanah liat dapat digunakan untuk memperkuat tanggul, meninggikan dan melengkapi lahan pertanian, dan dalam penggunaan lain. Konversi tersebut menghasilkan manfaat bersama: kualitas air meningkat seiring dengan disingkirkannya sedimen, dan sedimen mendapatkan tujuan yang bermanfaat.

- Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat, Delfzijl



Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat, Delfzijl



→ Pemulihan gradien salinitas

Lingkungan muara dan aliran sungai secara alamiah memuat gradien air tawar dan asin yang menyebabkan masuknya sedimen beserta air asin dari pantai. Dalam banyak lingkungan perkotaan, zona transisi telah dihilangkan demi batas tepi air terbangun dengan pompa dan pintu air. Transisi air tawar-asin dapat dipulihkan dengan kali yang dialihkan yang bertemu dengan pantai di zona lahan basah. Transisi bertahap ini meningkatkan dan mendiversifikasi kondisi habitat bagi flora dan fauna dengan berbagai toleransi salinitas, dari ikan yang bermigrasi sampai dengan ekosistem tanaman.

- Pier van Oterdum, Delfzijl



← Mengelola penyalarsan kembali (*realignment*)

Penyalarsan kembali bantaran sungai dan batas tepi air secara strategis dapat menjadi sarana yang hemat biaya untuk memperluas jalur dan penyimpanan banjir, mengurangi risiko banjir bagi masyarakat di dekatnya, dan untuk menyusun rencana untuk menghadapi kenaikan permukaan laut. Penyalarsan kembali tersebut juga memberikan kesempatan untuk pengembangan lahan basah dan rekreasi. Penyalarsan kembali paling berlaku si lokasi di mana saluran sungai telah dibatasi oleh pematang buatan. Lubang terkendali pada tanggul tepi sungai memungkinkan genangan berkala dari habitat lahan basah dan rawa yang baru. Meskipun penyingkiran segmen tanggul dan pembangunan tanggul baru memerlukan pekerjaan tanah yang signifikan, keseimbangan material secara keseluruhan sering kali bergantung pada rancangan ketinggian tanah untuk daerah yang akan digenangi, yang dapat membutuhkan impor atau ekspor material lebih lanjut.

- Penyalarsan kembali Pulau Wallasea yang dikelola, Essex
- Penyalarsan kembali Medmerry yang dikelola, Chichester
- Millingerwaard, Millingen aan de Rijn
- Proyek Hedwige-Prosperpolder, Nieuw-Namen



Manfaat ekologis

Sungai dan muara adalah lingkungan yang produktif dan terhubung dengan berbagai jenis habitat. Habitat beragam karena perbedaan temporal dan fisik dalam hal kedalaman air, kecepatan arus, dan frekuensi genangan, serta faktor-faktor biologis. Dinamika dan gradien dalam konsentrasi hara, muatan sedimen, suhu, dan salinitas menopang ekosistem yang beragam. Intervensi struktural memengaruhi karakteristik sedimen dan morfologis, yang mengubah ekosistem koridor sungai. Pada bagian atas delta sungai, ekologi cekungan menentukan berapa lama air presipitasi akan tinggal sebelum memasuki cabang sungai, sedangkan di bagian bawah, sungai pasang surut memfasilitasi transisi dari lingkungan fluvial ke muara, dengan air tawar yang diganti dengan air payau.

→ Memulihkan koridor sungai

Building with Nature menawarkan solusi-solusi yang bertujuan untuk meningkatkan konektivitas di sepanjang dan antar koridor sungai. Infrastruktur tradisional sering kali memperkenalkan penghalang buatan pada bantaran sungai untuk membentuk kembali tanah pertanian, menghindari sumbatan es (*ice jam*), mengendalikan banjir, meningkatkan navigasi dan transportasi, memberantas malaria, dan memperluas daerah perkotaan. Penghalang ini tidak hanya menaikkan ketinggian air tetapi juga mengumpulkan aliran dari saluran utama, yang menyebabkan erosi dasar sungai. Prakarsa Ruang bagi Sungai menunjukkan nilai dari dihilangkannya pematang (tanggul), penghubungan kembali koridor sungai dengan daerah di sekitarnya, dan perancangan untuk mengatasi erosi, yang memperbaiki dalam hal pengurangan risiko banjir dan habitat.

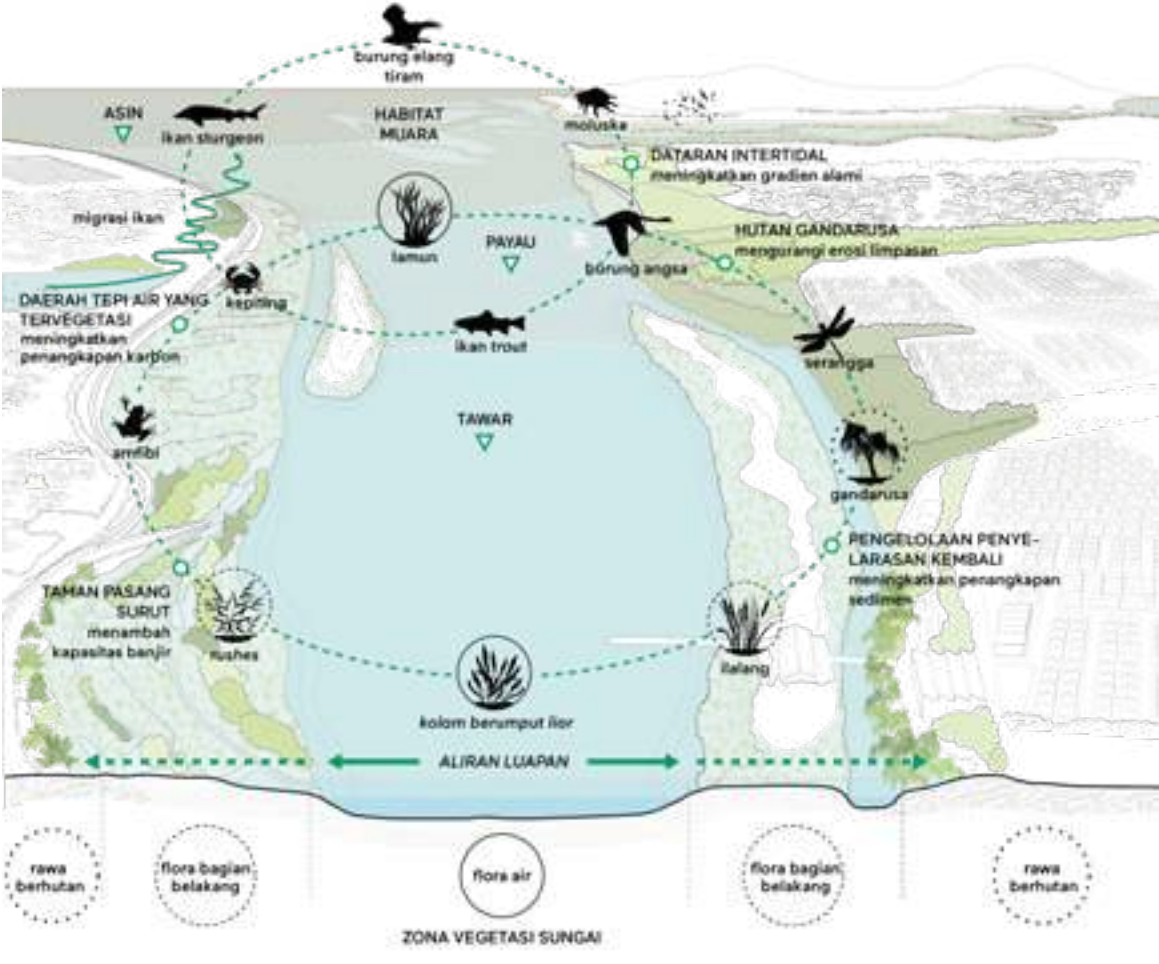


← Proses-proses ekosistem yang mendukung

Ekosistem muara dan sungai selalu berubah. Peningkatan gradien alami—termasuk tawar-asin, tanah- air, sedimen, hara, air hujan, dan habitat—sangat penting bagi proses-proses ekosistem. *Building with Nature* mempertimbangkan strategi-strategi untuk menyelaraskan kembali aliran sungai, mengembangkan lahan basah, dan mengembangkan kanal sekunder dan daerah tepi air, yang semuanya berfokus pada mencegah diskontinuitas dan gangguan struktural untuk mendukung proses-proses ekosistem yang diperlukan untuk memelihara habitat yang berfungsi dan mendorong migrasi ikan.

↓ Gbr. D.1

Pembuatan ruang untuk banjir berkala meningkatkan habitat sungai dan muara. Flood pulse yang berulang mengubah hubungan antara air dan tanah, sehingga menciptakan siklus genangan dan pengeringan. Pengelolaan lanskap ini harus memperhitungkan siklus musiman, kejadian badai, hubungan antara pembangunan di dataran tinggi dan kapasitas koridor sungai, serta dampak perubahan iklim.



Tempat tinggal, bekerja, dan berkunjung

→ Merancang solusi multimanfaat

Strategi-strategi *Building with Nature* dapat memberikan kesempatan rekreasi baru untuk sungai dan muara. Kesempatan ini berkisar dari ruang pasif untuk berkumpul dan refleksi sampai dengan daerah tepi air yang aktif untuk olahraga air, hiking, berkemah, dan berperahu. Tidak seperti sebagian besar rumah dan usaha, fasilitas rekreasi dan ruang publik outdoor memiliki potensi untuk dapat dirancang untuk digenangi secara berkala.



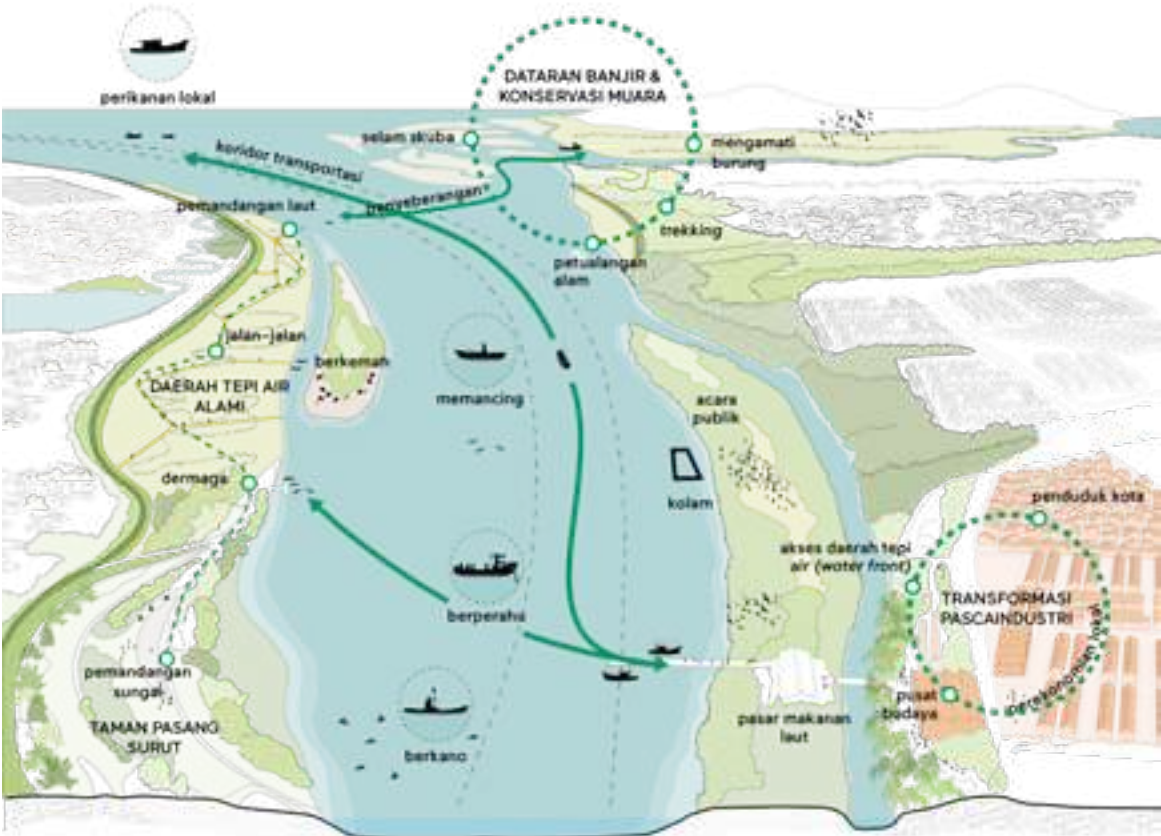
Beberapa peradaban pertama manusia terjadi pada ban-taran sungai dan ujung muara. Tanah yang subur memung-kinkan produksi pertanian, sedangkan badan air membe-rikan akses ke sumber-sumber perikanan. Seiring waktu, sungai menyediakan sarana transportasi yang penting dan membentuk batas alami untuk pertahanan militer dan delineaasi yurisdiksi. Sejak awal jalan air (*waterways*) memungkinkan perdagangan dan memang merupakan asal usul globalisasi. Selama Revolusi Industri, penggilingan dan pabrik memanfaatkan aliran air untuk menghasilkan tenaga untuk operasi mereka. Banyak budaya yang meyakini bahwa sungai memiliki nilai spiritual dan memperoleh inspirasi estetika dan budaya dari airnya yang mengalir, yang membuat sungai menjadi bagian penting baik dari warisan budaya maupun identitas perkotaan modern.

Praktik-praktik pembangunan ekonomi dan perenca-naan tata ruang saat ini membentuk sungai dan muara serta dataran banjirnya. Badan air ini dapat membawa antangan-tantangan seperti banjir, akumulasi limbah, bau, dan penyakit. Akan tetapi, sungai dan muara juga membe-rikan manfaat besar melalui keanekaragaman hayati, amenitas rekreasi, dan kesempatan untuk berdagang dan berusaha.

Menciptakan kawasan tepi air yang setara
Banyak kawasan tepi air perkotaan yang mengalami perubahan saat ini karena industri-industri lama pindah ke kawasan di luar perkotaan. Seiring dengan proyek-proyek revitalisasi yang menata kembali daerah tepi sungai untuk pengembangan perumahan baru dan rekreasi, maka penting untuk melibatkan lingkungan di dekatnya dan komunitas keadilan lingkungan dalam proses perencanaan dan meningkatkan akses ke dan ekuitas di ruang terbuka.
Memperkuat sumber-sumber air
Sungai sering kali merupakan sistem lintas batas di mana tindakan di daerah hulu memengaruhi atau menentukan hasil di daerah hilir. Sungai menyediakan air minum dan irigasi, sehingga mendukung kehidupan dan perdagangan sehari-hari. Akses ke sumber-sumber air berkelanjutan merupakan suatu isu yang sangat penting untuk daerah perkotaan secara global. Infrastruktur bendungan memiliki risiko tambahan terhadap siklus sedimen alami dan persediaan air. Perlindungan sumber daya air memerlukan suatu pendekatan yang menyeluruh pada daerah aliran sungai dan kolaborasi hulu dan hilir yang terpadu.

↓ Gbr. D.2

Kota-kota masa kini harus menegosiasikan banyak kebutuhan spasial. Dengan perencanaan yang bijaksana, alam, industri, Kota-kota masa kini harus menegosiasikan banyak kebutuhan spasial. Dengan perencanaan yang bijaksana, alam, industri, dan rekreasi dapat menjadi komponen pelengkap dari kegiatan daerah tepi air. Pengelolaan cekungan sungai menjadi kuncinya di sini dan harus memungkinkan proses-proses alami, mendukung keanekaragaman hayati, dan memilih penggunaan lahan dan kegiatan yang sesuai dengan lokasi yang dapat mengakomodasi genangan secara berkala sambil melindungi daerah di darat.



Aliran sumber daya

Karakteristik yang mendasar dari sungai adalah pergerakan air yang berkelanjutan, yang mengalir karena kekuatan gravitasi. Pergerakan ini kadang kala dipercepat oleh pematang atau tanggul dan diperlambat hanya oleh gesekan dari vegetasi, struktur keras, dan dasar sungai. Secara konseptual, interaksi antara air, sedimen, dan vegetasi menentukan bentuk sungai dan bentuk serta dataran banjirnya yang berkembang. Pada praktiknya, intervensi manusia seperti tanggul dan bendungan bersama dengan perubahan iklim dan penurunan permukaan tanah menentukan bentuk dari sungai kecil sekarang ini dan di masa depan.

Di muara, aliran air tawar dan asin mengalami pengaruh pasang surut, yang menyebabkan kondisi yang bergolak dan gradien tawar-asin yang horizontal. Muara menanggapi dan beradaptasi dengan perubahan salinitas dan genangan seiring dengan naik dan turunnya permukaan air serta selama siklus musiman dan peristiwa banjir. Bekerja pada lanskap ini membutuhkan pemahaman yang menyeluruh akan sistem dan pengelolaan sedimen untuk memberikan baik manfaat bagi manusia maupun alami.



↑ Memahami aliran sedimentasi

Sungai dan muara mengumpulkan dan membawa sedimen dan hara yang mengalir ke dalam badan air ini. Curah hujan melepaskan sedimen dari gunung dan daerah dataran tinggi, yang terbawa beserta material lain ke dalam dataran banjir dan pada akhirnya, sungai. Arus sungai dan pasang surut mengangkut sedimen ini lebih lanjut ke daerah hilir, yang mengendapkannya di sepanjang tepian yang tervegetasi dan di mana pun aliran air melambat. Dengan memahami sistem serta dinamika air dan sedimen, pembentukan aliran secara strategis dapat menghidupkan kembali vegetasi koridor sungai dan ujung muara.

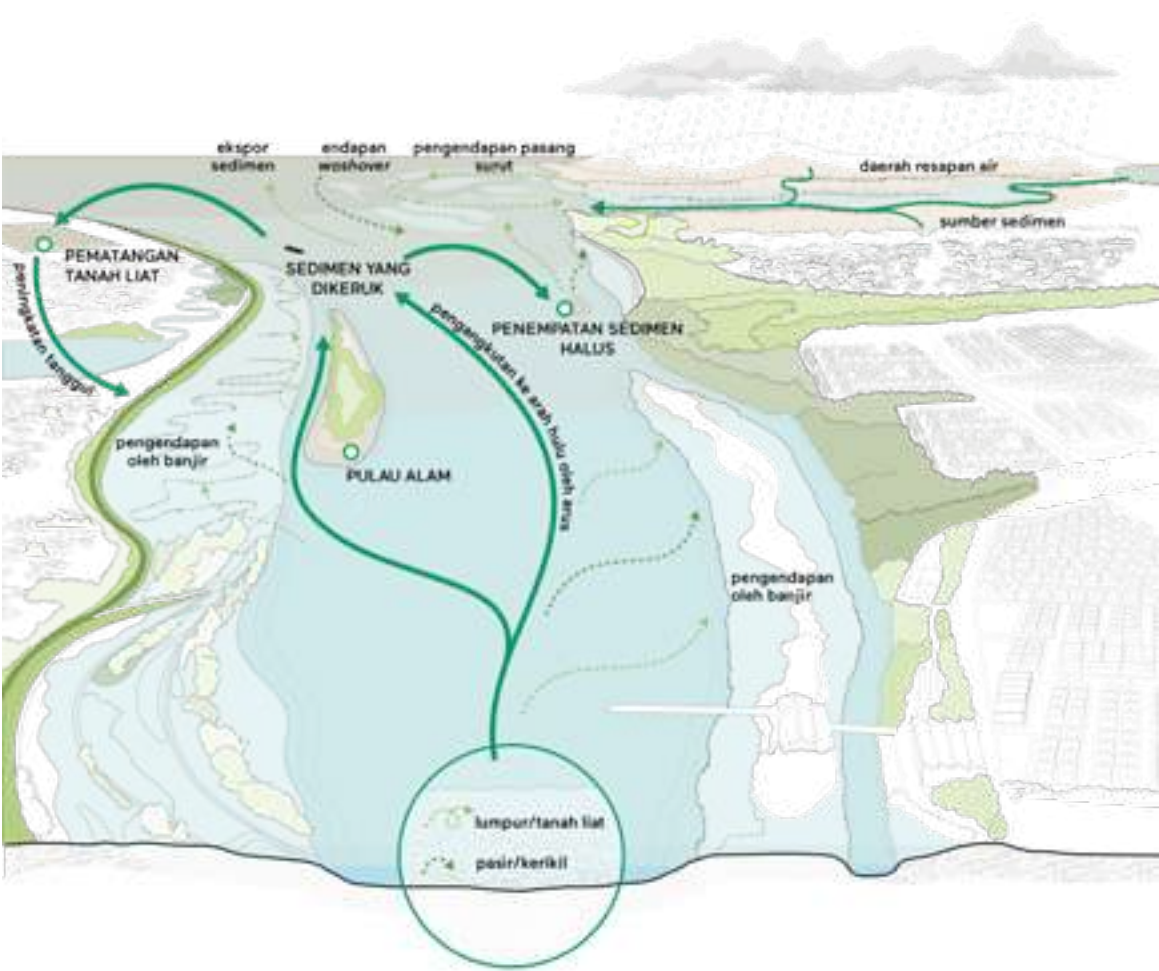
→ Menyeimbangkan erosi dan sedimentasi

Sungai dan muara yang sehat mengimbangi erosi dan sedimentasi. Banjir puncak dan gelombang badai merupakan kejadian ekstrem yang mengerosi material, sedangkan kondisi yang tenang memfasilitasi pengendapan sedimen. *Building with Nature* mendorong penangkapan sedimen di rawa dan lahan basah. Pendekatan peremajaan siklik yang menciptakan ruang melalui kanal sekunder atau pengembangan rawa merupakan suatu metode berkelanjutan untuk memastikan keamanan dataran banjir.



↓ Gbr. D.3

Sedimen sungai dan muara telah lama dianggap sebagai bahan baku yang dapat diambil untuk berbagai kegunaan: untuk memperkaya lahan basah; diubah menjadi tanah liat untuk industri, pertanian, peninggian tanah, atau pertahanan terhadap banjir; dan berfungsi sebagai dasar bahan konstruksi. Praktik terbaik saat ini menghindari pengambilan material dari sistem tersebut dan sebaliknya, berupaya untuk mendistribusi sedimen di dalam dasar sungai. Apabila sesuai, kegiatan pengerukan dipusatkan pada di daerah muara.



Pendekatan terpadu

Sungai dan muara mengungkapkan bukan hanya kondisi lokasi yang berada tepat di sekitar-nya tetapi juga kondisi daerah resapannya dan interaksinya dengan pesisir. Sebagian besar sungai besar di seluruh dunia telah diubah pada sepanjang jalurnya dan tidak lagi mengalir dengan bebas. Setiap proyek saat ini harus mengandalkan analisis dampak spasial dan skala waktu yang terkait dengan intervensi lanskap dan dimulai dari pemahaman penting akan interaksi antara sistem alami dan teknologi *Building with Nature* terapan. Beberapa unsur dari interaksi ini mencakup pengangkutan sedimen, proses morfologis, aliran salinitas, kejadian ekstrem dan dampaknya (banjir, hujan, kekeringan), serta spesies tanaman asli dan fungsional serta ekologi yang mendasari. *Building with Nature* secara fundamental berbeda dari infrastruktur hidraulis tradisional, karena praktik tersebut berfokus pada pendekatan berskala besar sambil menangani fitur-fitur tertentu.

Kombinasi pengamatan, analisis, dan pembuatan model kuantitatif secara pre-diktif sangat penting untuk dilakukan demi memahami realitas multidimensi dari setiap lingkungan; proses ini memerlukan tenaga ahli dari latar belakang yang beragam. Perkembangan pendekatan pengelolaan sungai di Belanda mencerminkan kebutuhan ini: pendekatan tersebut telah beralih dari pendekatan-pendekatan rekayasa tradisional, melalui pendekatan Ruang bagi Sungai, dan menuju integrasi lebih lanjut pengelolaan sungai menjadi praktik. Meskipun proyek-proyek memiliki tujuan yang berbeda, namun diarahkan untuk menyeimbangkan semua fungsi sistem sungai, termasuk ekosistem, dengan memulihkan proses-proses alami dan memitigasi kerusakan yang ditimbulkan oleh penggunaan lahan di masa lalu, modifikasi struktural jalan air, dan kegiatan penambangan sedimen.



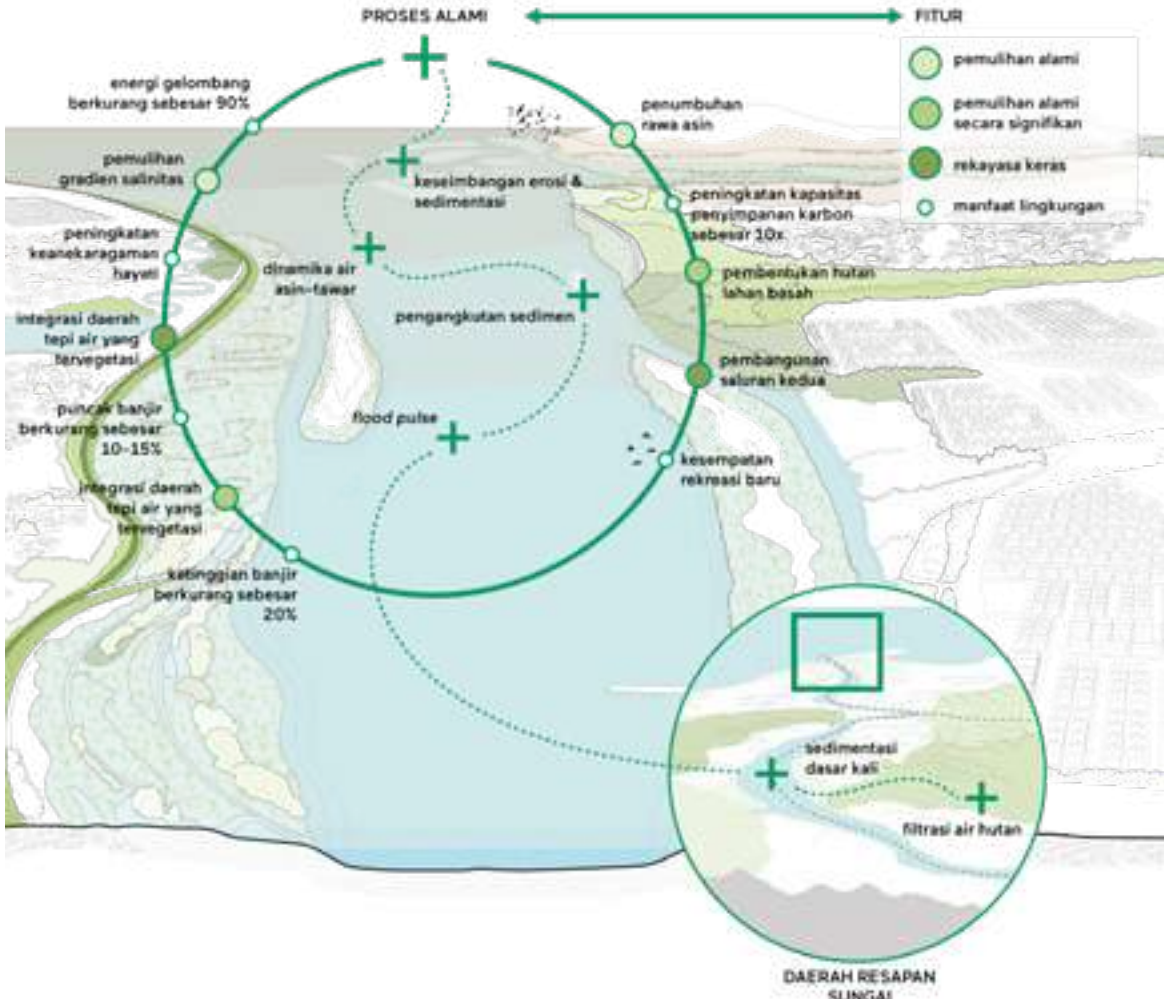
← Pemantauan proses alami

Studi tentang sand starvation di Eastern Scheldt mengungkapkan hal yang hilang dari sistem tersebut. Penemuan ini menghasilkan proyek pengisian pasir untuk dataran pasang surut Galgeplaat yang dapat dipantau dan dievaluasi secara cermat. Percontohan tersebut berhasil memberikan nilai dan penghematan biaya dari Solusi berbasis Alam. Pemantauan dan dokumentasi pelaksanaan proyek merupakan hal yang sangat penting untuk mendukung argumen peningkatan teknologi ini. Berdasarkan hasil di Galgeplaat, pengisian pasir selanjutnya diwujudkan di Roggenplaat di dekatnya.




↓ Gbr. D.4


Pemahaman akan sistem dan skala pengaruh sungai dan muara memberikan dasar bagi setiap intervensi yang akan diterapkan pada lanskap. Dengan pengetahuan dan perkiraan, intervensi-intervensi ini dapat memanfaatkan aset yang ada dan melengkapi proses alami. Pendekatan-pendekatan *Building with Nature* dimulai dari eksperimen untuk mempelajari secara lebih baik dampak ekologis dan morfologis jangka panjangnya.



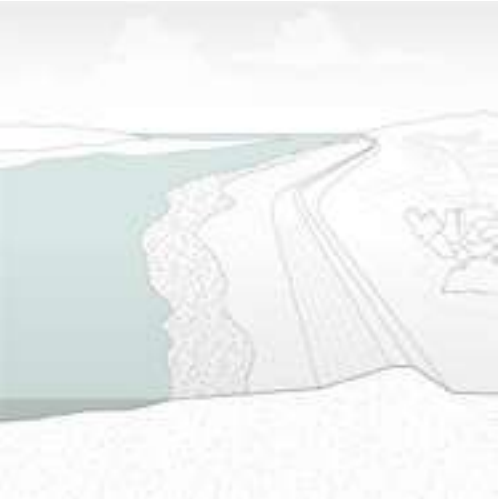
Sistem yang berkembang

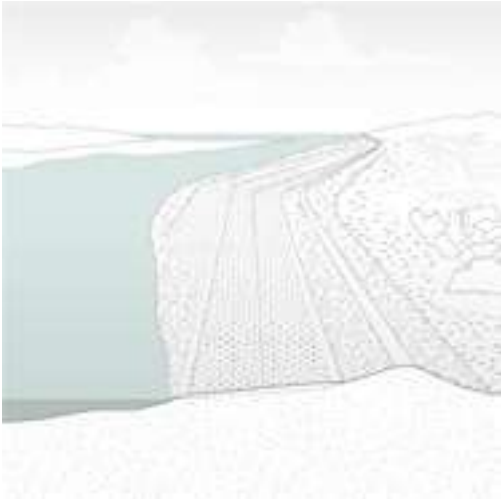
Gbr. D.5	Kapal keruk menyingkirkan sedimen dari daerah dengan akumulasi sedimen yang bermasalah.	Gbr. D.6	Sedimen halus dan berlamun dipompa ke dalam pematang.
----------	-----------------------------------------------------------------------------------------	----------	-------------------------------------------------------







Gbr. D.9	Tanggul yang ada perlu diperbaiki atau diganti.	Gbr. D.10	Platform tanah liat baru dibangun di depan tanggul.
----------	-------------------------------------------------	-----------	-----------------------------------------------------



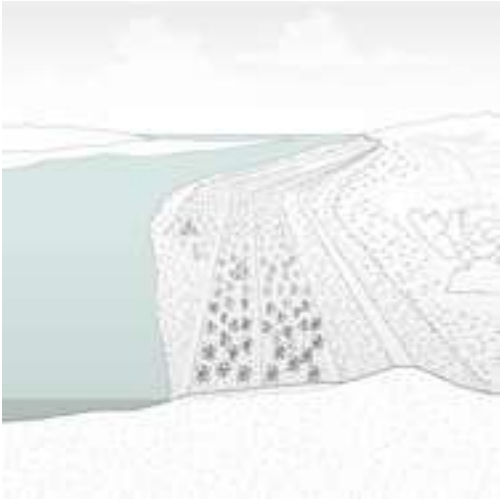


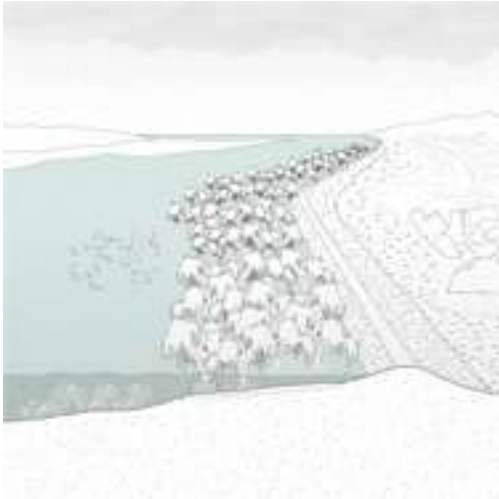
Gbr. D.7	<i>Dewatering</i> , desalinisasi, dan oksidasi mengubah sedimen.	Gbr. D.8	Tanah liat digunakan untuk memperkuat tanggul dan meninggikan lahan pertanian.
----------	------------------------------------------------------------------	----------	--------------------------------------------------------------------------------



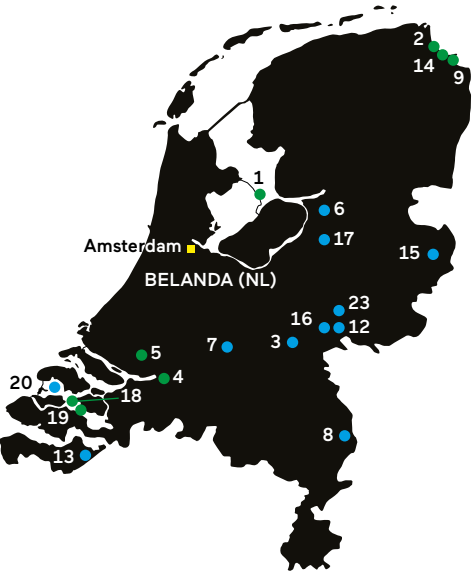
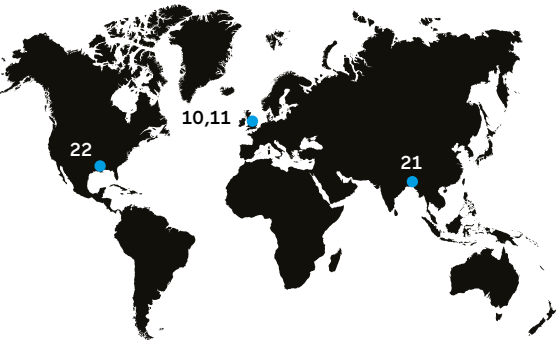


Gbr. D.11	Pohon-pohon lahan basah ditanam pada pematang yang terbuat dari tanah liat	Gbr. D.12	Hutan yang baru terbentuk meredam ombak dan mengurangi banjir
-----------	----------------------------------------------------------------------------	-----------	---------------------------------------------------------------





Sumber dan Referensi



Proyek terkait (● EcoShape / ● Pihak lain)

- Dengan urutan kemunculan dalam bab ini
- 1 Percontohan dan penguatan Houtribdike, Enkhuizen, NL
 - 2 Pengembangan Rawa Asin Marconi, Delfzijl, NL
 - 3 Penguatan tanggul, Ravenstein-Lith, NL
 - 4 Hutan Gandarusa Noordwaard, Steurgat, NL
 - 5 Mallegatpark, Rotterdam, NL
 - 6 Vreugderijkerwaard, Westenholte, NL
 - 7 Gamerensche Waarden, Gameren, NL
 - 8 Pembangunan daerah Ooijen-Wanssum, Venray, NL
 - 9 Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat, Delfzijl, NL
 - 10 Penyelarasan kembali Pulau Wallasea yang dikelola, Essex, Inggris Raya
 - 11 Penyelarasan kembali Medmerry yang dikelola, Chichester, Inggris Raya
 - 12 Millingerwaard, Millingen aan de Rijn, NL
 - 13 Proyek Hedwige-Prosperpolder, Nieuw-Namen, Belgia/NL
 - 14 Pier van Oterdum, Delfzijl, NL

- 15 *Building with Nature* voor Beekdalen, Waterschap Vechtstromen, NL
- 16 Ruang bagi Sungai: Relokasi tanggul Nijmegen, NL
- 17 Saluran air yang tinggi, Veessen-Wapenveld, NL
- 18 Terumbu tiram, muara Eastern Scheldt, NL
- 19 Pengisian pasir Galgeplaat, NL
- 20 Pengisian pasir Roggeplaat, NL
- 21 Pekerjaan sungai berkelanjutan, Sungai Gorai, Bangladesh
- 22 Penempatan secara strategis di Horseshoe Bend, Morgan City, Amerika Serikat
- 23 Saluran sekunder Klompenwaard, Pannerden, NL

Referensi

- CEDA. (2019). *Sustainable management of the beneficial use of sediments*. Central Dredging Association.
- Deltares. (2011). *Mud dynamics in the Eems-Dollard, research phase 1: Literature review mud and primary production*.
- Gilvear, D. J. et al. (2013). *River rehabilitation for the delivery of multiple ecosystem services at the river network scale*. Journal of Environmental Management, 126, 30–43.
- Penning, E. et al. (2016). *Establishing vegetated foreshores to increase dike safety along lake shores*. Flood Risk Conference Proceedings. Lyon, France.
- Schielen, R. et al. (2018). *An assessment of Building with Nature (BwN) measures: A comparative case study from Scotland and the Netherlands*. Proceedings from the 20th EGUGA conference. Vienna, Austria.
- Vannote, R. L. et al. (1980). *The river continuum concept*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 37, 130–137.
- Vuik, V. (2019). *Building safety with nature: Salt marshes for flood risk reduction* [Doctoral dissertation, Delft University of Technology].
- Zhu, Z. et al. (2020). *Historic storms and the hidden value of coastal wetlands for nature-based flood defence*. Nature Sustainability, 3, 853–862.

Sumber daya online

- *BE SAFE: Bio-engineering for safety using vegetated foreshores*—ikhtisar dari program penelitian mendasar
- *CEDA Working Group Beneficial Use of Sediment*—temuan kelompok kerja dan makalah posisi
- *Demonstrating Building with Nature at catchment sites*—lembar fakta tentang pekerjaan resapan di dalam proyek *Building with Nature* INTERREG NSR
- *Handreiking POV Voorlanden*—laporan akhir dari suatu studi ilmu terapan tentang penggunaan daerah tepi air (dalam bahasa Belanda)
- *Living Rivers*—halaman web Solusi-Solusi Berbasis Alam
- *Room for the River*—penjelasan tentang program Rijkswaterstaat (dalam bahasa Belanda; disingkat dalam bahasa Inggris)



Untuk sumber daya dan referensi tambahan, kunjungi ecoshape.org/library

Kerjasama Tim

Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat menyelidiki kelayakan teknis dan keuangan dari upaya untuk mengubah sedimen kerukan dan sedimen rawa asin yang tersedia secara lokal menjadi tanah liat yang cocok untuk membangun tanggul. Proyek tersebut mewakili satu blok pembangunan Eems-Dollard 2050, yang merupakan suatu program berbasis sistem yang terdiri dari berbagai percontohan yang ditujukan untuk memulihkan muara dan meningkatkan kelayakhunian pada masyarakat di sekitarnya.

Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat memanfaatkan 300.000 meter kubik sedimen untuk menghasilkan 70.000 meter kubik tanah liat. Dua lokasi pematangan yang berbeda masing-masing menampung sedimen di dalam 25 cekungan seluas satu hektar. Selama tiga tahun, proses-proses pematangan alami mengurangi air, garam, dan kandungan organik tanah liat, yang dibantu dengan kegiatan pengerjaan kembali yang minim seperti penghancuran kerak, pembalikan tanah liat secara berkala, dan menenggelamkan cekungan-cekungan tersebut dalam air. Data yang diperoleh dari upaya pemantauan yang komprehensif, yang dilakukan setiap tahun, memberitahukan informasi tentang status pematangan dan setiap adaptasi yang diperlukan terhadap strategi. Proyek tersebut melibatkan berbagai pihak publik dan swasta: Groningen Seaports dan Het Groninger Landschap menyerahkan sedimen kepada EcoShape. EcoShape mengepalai sebuah tim yang terdiri dari delapan mitra teknis yang berkolaborasi dalam strategi pematangan. Pada akhir proses, sebagian tanah liat diserahkan ke Hunze en Aa's untuk digunakan dalam proyek penguatan tanggul. Tanah liat sisanya digunakan dalam penggunaan lain yang bermanfaat, seperti pertanian. Provinsi Groningen dan Rijkswaterstaat mengelola proyek tersebut sebagai bagian dari Eems-Dollard 2050. Proyek tersebut dibiayai oleh Lembaga Dana Wadden (*Wadden Fund*) dan Program Perlindungan Banjir Nasional Belanda (*Dutch National Flood Protection Program/HWBP*), selain kontribusi natura (nonmoneter) dari semua mitra yang terlibat.

Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat berupaya untuk merumuskan suatu praktik lokal yang sederhana sebagai standar baru untuk penguatan tanggul di Belanda. Proyek tersebut memanfaatkan proses-proses alami untuk mengubah sedimen lokal yang tidak diinginkan menjadi sumber daya yang bernilai, sejalan dengan prinsip sirkularitas dan penggunaan sedimen yang bermanfaat. Proyek tersebut mempertemukan berbagai konsorsium mitra, yang menciptakan kesempatan untuk menyelaraskan tujuan dan kebutuhan mereka. Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat adalah suatu percontohan dengan kewajiban untuk menyerahkan suatu produk selain penelitian. Proyek tersebut memberikan contoh bagaimana dialog yang terbuka, pemahaman, tekad, dan komitmen pada visi bersama dapat berhasil meskipun menghadapi banyak rintangan dan memajukan inovasi dalam praktiknya.



Bart Koster
Groningen,
Belanda, 3 sore
SDM dan Koordinasi
Proyek, Proyek Mobilitas
Provinsi Groningen



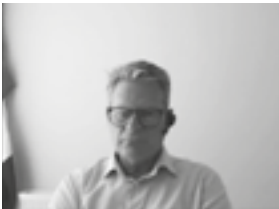
Erik Jolink
Veendam,
Belanda, 3 sore
Manajer Proyek, HWBP
Proyek demonstrasi
Tanggul Hijau yang Lebar
Dewan Air Hunze dan Aa



Erik van Eekelen
The Hague,
Belanda, 3 sore
Kepala Insinyur
Lingkungan, Van Oord;
Manajer Program,
EcoShape



Bart van de Kolk
Delfzijl,
Belanda, 3 sore
Koordinattor
Keberlanjutan, Groningen
Seaports



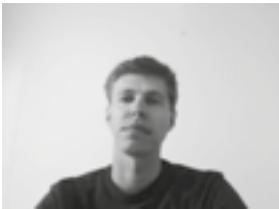
Fred Haarman
Amersfoort,
Belanda, 3 sore
Manajer Proyek dan
Program Senior,
Royal HaskoningDHV



Wim Sterk
Apeldoorn,
Belanda, 3 sore
Penasihat Senior, Unit
Air, Angkutan dan
Lingkungan,
Rijkswaterstaat



Herwin Prins
Haren,
Belanda, 3 sore
Manajer Proyek, Het
Groninger Landschap



Niels Nijborg
Amersfoort,
Belanda, 3 sore
Pemimpin Proyek
Pengelolaan Air dan
Lanskap, Arcadis
Nederland B.V.

Bart Koster: Saya ingat pada saat kita pertama kali mulai membahas tentang Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat, yang mencakup gagasan untuk mengubah sedimen yang tersedia secara lokal menjadi suatu hal yang sangat penting bagi Belanda: tanah liat untuk memperkuat tanggul. Hal tersebut terdengar sederhana dan logis, karena sedimen berubah menjadi tanah liat. Akan tetapi, proyek tersebut melibatkan beberapa organisasi dengan agenda yang berbeda, yang membuatnya menjadi lebih kompleks dan menarik.

Erik Jolink: Sebagai sebuah otoritas air, kami memiliki mandat untuk meningkatkan tanggul demi mengatasi risiko-risiko perubahan iklim. Akan tetapi, kami tidak ingin mengganti revetment tanggul Dollard dengan tanggul aspal keras yang direkayasa, yang tidak sesuai untuk konteks tersebut. Muaranya telah ditetapkan sebagai habitat burung langka sebagai bagian dari Natura 2000, suatu jaringan daerah lindung di seluruh EU. Sebaliknya, kami memikirkan tentang gagasan “Tanggul Hijau yang Lebar” dari tanah liat. Skala struktur ini berarti bahwa kami harus mengangkut sekitar 1,7 juta meter kubik tanah liat dengan truk untuk

membangun perlindungan sepanjang 12,5 kilometer. Kebutuhan ini menggiring kepada realisasi akal sehat: bahwa muara di dekatnya memiliki banyak sedimen yang tidak diinginkan yang terdiri dari material yang sama dengan tanah liat di sisi darat tanggul. Kami berpikir bahwa kami dapat melakukan sesuatu dengan sedimen tersebut, akan tetapi kami tidak ingin menunggu selama seratus tahun, sehingga kami harus mempercepat proses tersebut.

Erik van Eekelen: Pengerukan merupakan usaha yang menantang. Sedimen mengendap secara alami di tempat yang tidak diinginkan, dan kita mengeluarkan uang untuk memindahkannya, biasanya dengan jarak yang cukup jauh. Akan tetapi, sedimen juga dapat menjadi sumber daya yang sangat penting dan manfaat bagi alam. Sedimen bahkan dapat menghasilkan ekonomi sirkular apabila dibawa ke suatu lokasi tertentu dan diubah menjadi suatu produk yang dapat dijual.

Bart van de Kolk: Untuk jangka waktu yang lama, organisasi-organisasi konservasi alam mengkhawatirkan status muara Eems-Dollard. Banyak yang mengusulkan

untuk memadukan keuntungan ekonomi dengan peningkatan ekologis dengan mengembangkan kegunaan ekonomis untuk menyingkirkan jutaan ton sedimen halus dari sistem muara tersebut. Pada tahun 2013, sekelompok organisasi lokal berjanji untuk menangani isu tersebut secara bersamaan. Satu tahun kemudian, kami disuguhkan dengan konsep penggunaan kembali sedimen untuk peninggian tanggul.

Erik Jolink: Rijkswaterstaat telah lama mendukung penggunaan kembali sedimen yang dikeruk sebagai material pembangunan berkelanjutan. Tanggul Hijau yang Lebar diterima pada saat kami mengajukannya dalam kongres permulaan Survei Lintas Proyek Tanggul Laut Wadden. Di sana, saya bertemu dengan Erik van Eekelen dan baru mengetahui bahwa EcoShape juga sedang mengerjakan gagasan tersebut.

Erik van Eekelen: Kami mengusulkan eksperimen kecil. Kami dihadapi dengan pertanyaan umum tentang proses, pemilihan laboratorium, dan lokasi penggunaan tanah liat. Kami memperhitungkan bahwa suatu percobaan harus mencakup lebih dari sepuluh hektar lahan dan ratusan ribu meter kubik sedimen halus.

Peserta di seluruh ruangan terdiam, akan tetapi jelas bahwa eksperimen tersebut merupakan satu-satunya cara untuk menguji proposal pengembangan usaha tersebut. Setelah kami mencapai kesepakatan, kami dapat membahas tentang rancangan, lokasi, ukuran, variabel lain, dan teknologi yang diperlukan. Pembahasan ini menghasilkan Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat dengan sedimen dari dua lokasi. Momen tersebut merupakan momen yang sangat penting.

Fred Haarman: Kami melakukan analisis biaya-manfaat sosial pada tahun 2016 dan mengidentifikasi potensi pemanfaatan dari penggunaan kembali sedimen. Kami mempelajari bahwa Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat dapat memproses sekitar 40 persen dari total sedimen yang disingkirkan dari sistem muara, yang merupakan suatu estimasi yang masih berlaku saat ini. Implikasinya adalah bahwa sekitar satu juta meter kubik per tahun harus diproses dengan cara ini. Jumlah yang besar ini menyoroti potensi pentingnya proyek tersebut dan juga menggarisbawahi seberapa mendesak eksperimen tersebut bagi para manajer kami dan perlunya pekerjaan tersebut. Saat di mana sedimen pertama

“Keberhasilan Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat berakar dari sifat proposisi yang sederhana dan mudah dimengerti, yang hanya memerlukan sedikit atau tanpa penjelasan sama sekali”

Erik Jolink / 3:56 sore

dibawa masuk ke dalam depot di Delfzijl merupakan momen yang luar biasa. Tingkat ketertarikannya luar biasa tinggi, dan agak mengejutkan bagi suatu proyek dengan jenis ini yang terletak jauh di utara Belanda. Televisi nasional dan juga koran meliput peristiwa tersebut. Setelah peluncuran, pengunjung berbondong-bondong datang, termasuk dua puluh lima orang perwakilan Jerman yang datang untuk melihat apa yang dilakukan oleh Belanda terhadap sedimen tersebut. Hal ini jelas sangat tidak biasa.

Erik Jolink: Proyek sederhana menghasilkan cerita yang menarik. Keberhasilan Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat berakar dari sifat proposisi yang sederhana dan mudah dimengerti, yang hanya memerlukan sedikit atau tanpa penjelasan sama sekali.

Fred Haarman: *Building with Nature*, yaitu, pemanfaatan proses-proses alami untuk mencapai hasil yang diinginkan, merupakan suatu proyek yang menarik bagi banyak orang, termasuk para pemodal dan direktur. Daya tarik ini sangat penting: kita tidak akan berhasil tanpa Lembaga Dana Wadden. Cerita yang sederhana namun menarik dari proyek tersebut dan proposisi sirkulernya yang memenangkan semua pihak membantu kita memperoleh pendanaan

dan penyelarasan serta menghasilkan antusiasme.

Wim Sterk: Kami sejak awal menghadapi rintangan pertama, dalam tahap kontrak percontohan. Pengembangan suatu strategi pengadaan yang layak merupakan isu yang rentan dan rumit. Untungnya, Rijkswaterstaat, beserta Persatuan Otoritas Air Belanda (Dutch Union of Water Authorities), mampu memberikan kontrak tersebut kepada EcoShape melalui perjanjian penelitian *Building with Nature* yang ada.

Erik Jolink: Kami mengambil kesempatan untuk tetap melibatkan EcoShape, dengan mempertimbangkan penelitian yang sedang mereka lakukan.

Fred Haarman: Antara tahun 2016 dan 2017, kami membuat nota kesepahaman untuk mengoordinasikan berbagai kepentingan, pihak, dan unsur yang berbeda. Terdapat banyak pengulangan, akan tetapi kami mampu menyelaraskan kebutuhan setiap pihak karena kami memahami secara pasti apa yang ingin kami capai. Kami menetapkan bagaimana semua pihak akan berkolaborasi, menentukan jadwal, dan memutuskan suatu proses apabila ada yang salah. Dalam suatu program percontohan seperti ini, sulit untuk



5 April 2018: Pengisian dimulai di Pematang Delfzijl.
Atas: Sedimen yang dikeruk mengalir ke dalam depot melalui suatu pipa yang disambungkan secara langsung ke kapal keruk.
Bawah: Manajer Proyek Jannes Boer diwawancarai pada televisi nasional.



Oktober 2018: Kampanye pengambilan sampel tahun pertama di Delfzijl. Tim EcoShape menggunakan sebuah tongkang sederhana untuk mengakses lapangan dan mengumpulkan sampel, karena tanah liat masih terlalu lunak untuk diakses dengan berjalan kaki.

Hanya satu tahun setelah pengendapan, tanah liat tetap cair di bawah keraknya setebal tiga puluh sentimeter.



merencanakan semua hal terlebih dahulu dan mengantisipasi risiko-risiko yang sebenarnya dan penyelesaiannya. Menurut saya, kita berhasil karena pada saat menghadapi tantangan, kita mampu memanfaatkan perjanjian awal tersebut.

Erik van Eekelen: Untuk membangun kolaborasi yang kuat maka penting agar semua pihak sepakat untuk saling berkolaborasi, demi membangun kepercayaan, berbagi tujuan, dan menjelaskan apa yang siap dilakukan oleh setiap pihak untuk mencapainya. Kita semua saling mempercayai satu sama lain untuk melakukannya.

Herwin Prins: Sebagai sebuah organisasi alam, proyek tersebut memberikan kepada kami kesempatan untuk memenuhi ambisi yang telah ada sejak lama untuk mengeruk Slenk dan polder Breebaart. Kami telah mencoba selama sepuluh tahun namun terhambat oleh kurangnya pendanaan. Meskipun terdapat banyak tantangan pelaksanaan, kami menganggap proyek tersebut sebagai sebuah kemajuan besar. Melalui Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat, kami mempelajari pentingnya bekerja dari pengalaman kami sendiri dan membiarkan orang lain memimpin di bidang-bidang keahlian khusus mereka.

Fred Haarman: Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat telah memunculkan beberapa pertanyaan yang bukan hanya membuat prosesnya menjadi menarik, tetapi memiliki implikasi penting di masa depan. Bagaimana kita dapat menerapkan teknologi yang sama untuk meningkatkan bagian tanggul yang lebih panjang? Apa jangka waktu, ruang yang dibutuhkan, dan bagaimana kita dapat memperoleh efisiensi? Setiap hal yang kita pelajari dari Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat memberikan informasi tentang proses peningkatan tersebut.

Erik van Eekelen: Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat merupakan sebuah eksperimen, akan tetapi proyek tersebut juga harus langsung memiliki kinerja yang baik. Kuncinya adalah perjanjian pelaksanaan. Apabila proyek tersebut adalah suatu proyek percontohan biasa, kegagalan masih diperbolehkan. Kita dapat menulis laporan ilmiah yang menguraikan tentang kesalahan. Dalam hal ini, enam organisasi mitra harus melakukan pelaksanaan menurut perjanjian pelaksanaan mereka. Menurut saya, tujuan ganda ini sangat penting bagi keberhasilan eksperimen tersebut.

Niels Nijborg: Masing-masing pihak memiliki kepentingan tertentu, dan proyek tersebut memiliki beberapa risiko. Terdapat banyak pembahasan tentang cara mengelola risiko-risiko ini dan siapa yang paling cocok untuk melakukannya. Akan tetapi, kita tetap tidak pernah melupakan sasaran utamanya: mengubah sedimen menjadi tanah liat untuk meningkatkan tanggul. •••



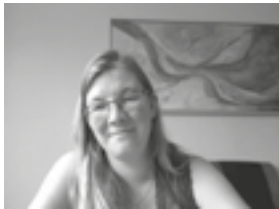
Luca Sittoni
The Hague,
Belanda, 5 sore
Manajer Program,
EcoShape; Penasihat
Senior, Deltares



Jannes Boer
Assen,
Belanda, 5 sore
Manajer Proyek Senior,
Arcadis Nederland B.V.



Wouter van der Star
Delft,
Belanda, 5 sore
Peneliti Biogeokimia,
Deltares



Kelly Elschot
Den Helder,
Belanda, 5 sore
Ahli Spesialis Rawa
Asin, Penelitian Laut
Wageningen (Wageningen
Marine Research)

Untuk eksperimen berskala besar ini, EcoShape telah berkolaborasi dengan sebuah tim yang terdiri dari delapan mitra. Para kontraktor dan insinyur bekerja bersama dengan para ahli ekologi dan penelitian sedimen. Pendekatan antardisiplin ilmu terhadap Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat memastikan suatu proses yang menarik dan menciptakan dinamika tim yang luar biasa.

Wouter van der Star: Fokus proyek tersebut mempersatukan ilmu pengetahuan dan pengoperasian dengan cara yang sangat saling melengkapi. Pada dasarnya, kami mengajukan dua pertanyaan. Pertama, dalam mempertimbangkan produk: “Bagaimana Anda membuat tanah liat yang baik dalam jumlah yang cukup dari sedimen Eems-Dollard?” Kedua, dengan memeriksa proses-proses alami: “Proses-proses apa yang mendukung produksi tanah liat yang baik, dan bagaimana kita dapat mempromosikannya”

Luca Sittoni: Kualitas kolaborasi dalam percontohan ini dan di Belanda secara umum sangat luar biasa. Kolaborasi tersebut mungkin terlihat biasa saja dalam kelompok ini, akan tetapi sering kali, tidak demikian halnya untuk proyek-proyek dengan skala dan

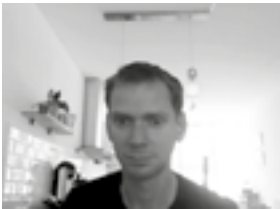
kompleksitas ini. Dengan mengakui kepentingan dari berbagai mitra, kita bertujuan untuk menghubungkan masalah-masalah yang terlihat berbeda dan menciptakan solusi-solusi yang lebih baik. Mempersatukan persediaan dan kebutuhan melalui kolaborasi merupakan inti dari pekerjaan kita.

Wouter van der Star: Saya telah terlibat dalam banyak proyek penelitian, dan kewajiban untuk mencapai hasil fisik yang telah ditentukan merupakan hal yang sangat tidak biasa. Dalam Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat, setiap perubahan strategi pemantauan berdampak pada kesimpulan ilmiah: perubahan tersebut berkonsekuensi pada produk akhir serta penafsiran ilmiah. Hasilnya dapat membuat frustrasi, akan tetapi terdapat fokus yang kuat: bagaimana cara membuat tanah liat yang baik dan proposal pengembangan usaha yang baik.

Kelly Elschot: Pendekatan tersebut merupakan sifat dari proyek-proyek EcoShape. Proyek-proyek tersebut berskala besar dan ambisius, yang berarti bahwa terdapat beberapa ketidakpastian terkait dengan hasilnya. Proses ekologis membutuhkan waktu, sedangkan



Hilko Timmer
Nijmegen,
Belanda, 5 sore
Insinyur dan Manajer
Proyek Laut, Witteveen+
Bos Consulting Engineers



Erik van Eekelen
The Hague,
Belanda, 5 sore
Kepala Insinyur Lingkungan,
Van Oord; Manajer Program,
EcoShape

hasil kerja proyek telah ditetapkan. Hal ini dapat menimbulkan gesekan. Pada Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat, saya berharap untuk melakukan pengukuran sehingga kami dapat memahami dampak-dampak dari pekerjaan penanaman. Kami mulai dengan sedimen cair, yang membentuk kerak asin dalam jangka waktu enam bulan. Sedimen tersebut berubah begitu cepat sehingga pengayaan tanaman sulit dilakukan. Semuanya berubah kembali setelah musim dingin.

Hilko Timmer: Proyek ini memiliki dinamika yang menyenangkan dan sekaligus menantang. Dalam suatu proyek perancangan dan pembangunan yang umum, rancangan yang diselesaikan diserahkan kepada kontraktor. Di sini, tujuan-tujuan penelitian kami perlu disesuaikan lebih lanjut selama proses pelaksanaan. Dengan keseimbangan tanah yang terbatas sebagai dasar, kami kemudian berfokus pada kriteria rancangan seperti tinggi tanggul dan dampak ombak, dan akhirnya, pada jalur pipa tekanan.

Erik van Eekelen: Proyek tersebut bukanlah proyek yang kompleks secara teknis, akan tetapi juga melibatkan banyak pihak. Keterbatasan pendanaan menjadi suatu

tantangan dalam mempertimbangkan kebutuhan untuk melakukan penelitian dan menganalisis pelajaran yang telah didapatkan. Tujuan-tujuan penelitian menjadi menantang bagi suatu kontraktor, yang biasanya menyediakan layanan dengan biaya yang terbatas.

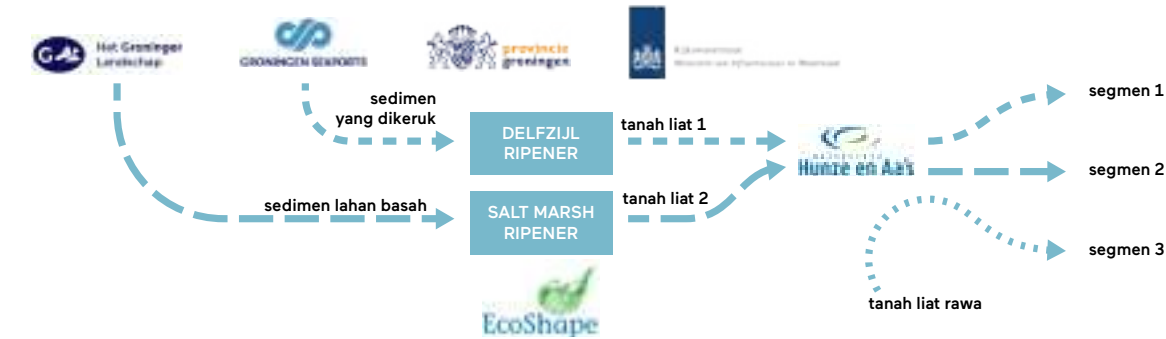
Jannes Boer: Memang benar: kita membangun sebuah kolam besar di mana kita mengendapkan sedimen, dan setelah beberapa tahun, kita memanen tanah liat. Sangat mudah. Akan tetapi, sebagai seorang manajer proyek, banyaknya jumlah organisasi yang terlibat menimbulkan suatu tantangan, bahkan apabila keahlian yang terkumpul membuat produk menjadi jauh lebih baik. Di dalam tim, perbedaan antara perusahaan hilang dalam waktu singkat, dan kita tergabung menjadi satu kesatuan.

Luca Sittoni: Kekuatan EcoShape terletak pada pembinaan kolaborasi dengan berbagai mitra: peneliti, kontraktor, perusahaan teknik, dan LSM. Konsorsium tersebut telah menjadi terkenal karena mempersatukan semua tenaga ahli, dan semua sudut pandang.

Hilko Timmer: Kami membahas jumlah dan skala bagian (*section*) secara panjang lebar,



MITRA PROYEK PERCONTOHAN PEMATANGAN TANAH LIAT



TIM TEKNIS PERCONTOHAN PEMATANGAN TANAH LIAT



Organisasi tim Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat sebagaimana terkait dengan program Eems-Dollard 2050 yang lebih luas.

Proyek tersebut didanai oleh Lembaga Dana Wadden dan Program Perlindungan Banjir Nasional Belanda (HWBP), beserta dukungan dalam bentuk natura dari para mitra proyek Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat: Pemerintah Pusat Belanda, Provinsi Groningen, Pelabuhan Laut Groningen, Dewan Air Hunze en Aa, dan EcoShape.

Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat tersebut dikaitkan dengan dua proyek lain dalam program Eems-Dollard 2050: Peningkatan Breebaart dan Tanggul Hijau yang Lebar. Sedimen yang dikeruk disediakan oleh Pelabuhan Laut Groningen dan Het Groninger

Landscape serta diangkut secara hidraulik ke Pematang Delzijl dan Rawa Asin. Di sini, proses alami pematangan, beserta kegiatan pengerjaan kembali, mengubah sedimen yang dikeruk menjadi tanah liat. EcoShape dan para anggota tim teknisnya melakukan kegiatan penelitian dan pengerjaan kembali.

Tanah liat selanjutnya digunakan oleh Dewan Air Hunze en Aa untuk membangun dua segmen dari Tanggul Hijau yang Lebar. Tanah liat rawa tambahan dimanfaatkan pada segmen ketiga.

“Fokus proyek tersebut mempersatukan ilmu pengetahuan dan pengoperasian dengan cara yang sangat saling melengkapi.”

Wouter van der Star / 5:12 sore

dengan mempertimbangkan tanah yang tersedia. Di atas segalanya, kami mencoba untuk praktis. Misalnya, terdapat seorang peternak yang perlu mengakses tanggul untuk sapi-sapinya. Kami mampu membagi bagian (section) pengujian untuk memper-tahankan akses tersebut. Pada gilirannya, situasi-situasi seperti ini pada akhirnya membentuk ukuran bagian (section) dan juga, program penelitiannya. Suatu proyek biasanya dimulai dengan tim dan klien yang mempertimbangkan “dasar rancangan.” Apabila kita sedang merancang sebuah mobil, kita dapat menentukan warna hijau, empat roda, kapasitas mesin, dan lain-lain. Dalam hal ini, kita secara efektif menjawab pertanyaan tentang berapa banyak roda dan ukuran mesin apa selama proses perancangan.

Wouter van der Star: Sesi perancangan sangat menarik karena sesi tersebut mempersatukan dua kelompok orang yang biasanya tidak saling berinteraksi. Proyek-proyek ilmiah biasanya mempertimbangkan luas meter persegi; di sini, kami diminta untuk berpikir dalam hektar! Konsekuensi dari keputusan kami jauh lebih besar, misalnya, terkait dengan pemantauan. Di Delfzijl, lokasi mengandung baik tanggul tanah liat maupun pasir. Meskipun kombinasi tersebut tidak mengurangi keterbangunan, tanggul pasir memiliki drainase yang jauh lebih

efisien, yang menyebabkan kolam pematangan jauh lebih cepat mengering. Hal ini menantang bagi penelitian karena kita merancang bagian (section) yang serupa yang cocok untuk direplikasi tanpa memperhitungkan perbedaan material dalam tanggul. Sedimen di antara kedua lokasi itu sendiri juga berbeda. Kami mampu mengisi Pematang (Ripener) Delfzijl dengan material halus dan homogen di semua seksi, yang sangat luar biasa dari sudut pandang ilmiah. Di Pematang (Ripener) Rawa Asin, terdapat segregasi dan keanekaragaman, yang menyebabkan replikasi menjadi suatu masalah. Akan tetapi Marcel van den Heuvel (kontraktor) selalu mengingatkan saya bahwa kondisi pada praktiknya beragam, yang membuat variasi menjadi bermanfaat untuk menyimulasikan kenyataan. Hal yang bermanfaat bagi ilmu pengetahuan lebih sulit untuk diwujudkan menjadi praktik (di masa depan).

Kelly Elschot: Proyek-proyek seperti ini memberikan kesempatan untuk melakukan eksperimen dengan skala yang jarang bisa dilakukan, dan kekhasan ini memungkinkan kami untuk memublikasikan studi ilmiah. Kami harus merancang eksperimen tersebut sehingga data yang dihasilkan dapat dianalisis secara statistik untuk publikasi yang telah dilakukan tinjauan sejawat.



Pematang Delfzijl

Pengisian bulan April 2018:
Sekitar 100.000 m³

Pengisian bulan Juli 2018:
Sekitar 90.000 m³

Tampilan denah Pematang Delfzijl. Depot dibagi menjadi lima belas sel, masing-masing dengan strategi pematangan dan pengerjaan kembali yang berbeda. Perincian lebih lanjut disajikan dalam daftar di bawah ini.

D1 Vegetasi asli <ul style="list-style-type: none">• Ketinggian pengisian 2 m• Lapisan pasir dengan pipa pembuangan• Pengerjaan kembali sejalan dengan sel vegetasi	<ul style="list-style-type: none">• Ketinggian pengisian 2,3 m• Lapisan pasir dengan pipa pembuangan• Pengerjaan kembali standar	<ul style="list-style-type: none">• Ketinggian pengisian 2 m• Lapisan pasir dengan pipa pembuangan• Pengerjaan kembali standar
D2 Ketebalan lapisan standar <ul style="list-style-type: none">• Ketinggian pengisian 2 m• Tidak ada lapisan pasir dengan pipa pembuangan• Pengerjaan kembali standar	D6 Ketebalan lapisan standar <ul style="list-style-type: none">• Ketinggian pengisian 2 m• Lapisan pasir dengan pipa pembuangan• Pengerjaan kembali standar yang lebih banyak	D12 Sel air tawar (diisi sekaligus) <ul style="list-style-type: none">• Ketinggian pengisian 0,75 m• Tidak ada lapisan pasir dengan pipa pembuangan• Dicampur dengan air tawar selama pengisian• Pengerjaan kembali standar
D3 Sel vegetasi <ul style="list-style-type: none">• Ketinggian pengisian 2 m• Vegetasi dilakukan pembenihan• Lapisan pasir dengan pipa pembuangan• Pengerjaan kembali standar• Setelah pembenihan, frekuensi pengerjaan kembali yang lebih sedikit	D7 Ketebalan lapisan rendah (diisi sekaligus) <ul style="list-style-type: none">• Ketinggian pengisian 0,9 m• Lapisan pasir dengan pipa pembuangan• Pengerjaan kembali standar	D13 Sel vegetasi <ul style="list-style-type: none">• Ketinggian pengisian 2 m• Vegetasi dilakukan pembenihan• Lapisan pasir dengan pipa pembuangan• Pengerjaan kembali standar• Setelah pembenihan, frekuensi pengerjaan kembali yang lebih sedikit
D4 Ketebalan lapisan standar (diisi sekaligus) <ul style="list-style-type: none">• Ketinggian pengisian 2 m• Lapisan pasir dengan pipa pembuangan• Pengerjaan kembali standar	D8 Ketebalan lapisan standar <ul style="list-style-type: none">• Ketinggian pengisian 2 m• Tidak ada lapisan pasir dengan pipa pembuangan• Pengerjaan kembali standar	D14 Ketebalan lapisan standar <ul style="list-style-type: none">• Ketinggian pengisian 2 m• Lapisan pasir dengan pipa pembuangan• Pengerjaan kembali standar yang lebih banyak
D4' Tanggul berbentuk cincin <ul style="list-style-type: none">• Ketinggian pengisian 0,4 m (pengisian pertama)• Ditempatkan di seberang tanggul berbentuk cincin sebelum pengisian kedua	D9 Ketebalan lapisan standar <ul style="list-style-type: none">• Ketinggian pengisian 2 m• Lapisan pasir dengan pipa pembuangan• Pengerjaan kembali standar	D15 Ketebalan lapisan rendah (diisi sekaligus) <ul style="list-style-type: none">• Ketinggian pengisian 1,5 m• Lapisan pasir dengan pipa pembuangan• Pengerjaan kembali standar
D5 Ketebalan lapisan yang tinggi	D10 Ketebalan lapisan rendah (diisi sekaligus) <ul style="list-style-type: none">• Ketinggian pengisian 1,5 m• Pengerjaan kembali standar	
	D11 Ketebalan lapisan standar	

Wouter van der Star: Sedimen dari suatu sistem laut asin dan mengandung sejumlah besar zat organik. Terlebih lagi, sebagian besar kandungannya adalah air. Langkah pertama dalam Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat adalah menghilangkan air tersebut. Pada saat sedimen diendapkan, sedimen tersebut sedikit berkonsolidasi. Partikel-partikel sedimen mengeluarkan air. Meskipun air menguap karena dipaparkan kepada matahari, garam tertinggal. Garam tersebut harus dihilangkan melalui hujan atau penyemprotan buatan. Meskipun kami memahami mekanismenya, kami tidak dapat mengantisipasi proses mana yang akan mendominasi atau apa yang dapat dicapai. Tersedianya sistem untuk mengoordinasi pengolahan dan pemantauan seiring dengan perkembangan proses akan sangat membantu. Kami membentuk sekelompok

tenaga ahli, dengan para anggota dari lembaga-lembaga penelitian, perusahaan teknik, kontraktor, dan Rijkswaterstaat. Kelompok tersebut bertemu secara teratur di lokasi untuk menghindari miskomunikasi. Misalnya, pada saat seorang ahli ekologi seperti Kelly mengacu pada kerak garam, dia mungkin mengacu pada sepuluh sentimeter bagian teratas. Bagi saya, kerak tersebut dapat berarti setengah meter. Pengamatan bersama sangat penting untuk dilakukan. Tahun lalu, kami menghadapi beberapa tantangan: kandungan garam atau kandungan zat organik tidak berkurang sebanyak sebelumnya. Pembahasan di antara kelompok tenaga ahli kami menjadi semakin intens. Terdapat ketidaksepakatan tentang mekanisme-mekanisme yang mendasar. Pada akhirnya, kami berhasil mencapai suatu perspektif bersama dan menyepakati



31 Mei 2018: Tim teknis Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat mengunjungi Pematang Delfzijl hanya dua bulan setelah pengendapan sedimen yang dikeruk. Tanah liat yang mulai matang telah membentuk kerak sekitar dua puluh sampai dengan empat puluh sentimeter di sebagian besar depot, yang memungkinkan tim untuk berdiri di atas permukaan di dekat perbatasan suatu sel.

“Proyek-proyek seperti ini memberikan kesempatan untuk melakukan eksperimen dengan skala yang jarang bisa dilakukan.”

Kelly Elschot / 6:04 sore

pendekatan-pendekatan penelitian dan pemrosesan. Saya senang dengan keberhasi-
lan tersebut.

Erik van Eekelen: Masalah bahasa jelas terlihat sejak awal proyek, dengan konsorsium tenaga ahli EcoShape dan perwakilan dari enam mitra proyek. Kami mengunjungi tanggul di mana Pematang Rawa Asin direncanakan. Setiap orang memiliki cara yang berbeda dalam melihat lokasi tersebut. Para ahli ekologi melihat beberapa burung dan tanaman serta hampir membuat perusahaan kami menyelidiki lebih lanjut. Para pejabat otoritas air jelas memikirkan tentang implikasi-implikasi pengelolaan risiko banjir setelah pembangunan. Seseorang yang lain mengatakan tentang kebutuhan untuk memindahkan ternak. Para kontraktor seperti saya sendiri tertarik dengan kemampuan lapisan tanah sebelah bawah untuk dikerjakan. Namun, kami telah menyepakati lokasi untuk melakukan eksperimen, dan kesepakatan tersebut yang mempersatukan kami sebagai sebuah tim. Ikatan tersebut terjadi bukan hanya di antara para anggota kelompok teknis tetapi juga pada para mitra proyek, meskipun dengan adanya banyak kesulitan yang menyusul: burung layang-layang pasir, badger, lokasi arkeolog, dan izin yang tidak fleksibel.

Wouter van der Star: Pada awalnya, orang-orang menganggap Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat merupakan suatu proyek yang baik namun juga merepotkan, dengan terlalu banyak risiko dan pemangku kepentingan. Akan tetapi, seiring berjalannya proyek tersebut, anggapan ini berubah: kami mulai menerima permintaan abstrak, untuk melakukan penelitian tambahan, dan meminta untuk mencadangkan tanah liat untuk proyek-proyek selanjutnya. Ini sangat luar biasa. Proyek Percontohan Pematangan Tanah Liat jelas tidak sia-sia dalam hal penelitian. Dengan dukungan dari EcoShape dan pihak lain, kami mulai mengukur emisi gas rumah kaca dari tanah liat, sebuah topik yang sekarang menjadi semakin relevan. Proyek tersebut telah memiliki reputasi, yang merupakan suatu hal yang luar biasa.

Kelly Elschot: Pertama kali saya pergi ke lokasi Delfzijl dengan tim menandai perubahan besar dari jenis pekerjaan saya yang biasa. Saya harus mengenakan helm berwarna kuning, jaket berwarna jingga, dan sepatu bot besar dengan pelindung ibu jari kaki dari baja. Papan tanda besar bertuliskan: “Hati-hati, pasir hisap.” Kondisi tersebut jauh berbeda dari pekerjaan saya di rawa asin dengan tanaman dan bunga. Pada kenyataannya, perbedaan tersebutlah yang



Musim Panas 2019: Tanah liat telah mengering dan sekarang dikerjakan kembali dan ditempatkan dalam alur-alur besar. Alur-alur tersebut mengoptimalkan paparan terhadap udara dan drainase, yang memfasilitasi oksidasi, menghilangkan garam dan kandungan organik.



Musim Panas 2020: Sampel tanah liat dikumpulkan untuk diuji.



Air hujan terkumpul dalam retakan tanah liat yang mulai matang. Air hujan yang tawar membantu mengurangi kandungan garam selama proses pematangan.

“Konsorsium tersebut telah menjadi terkenal karena mempersatukan semua tenaga ahli, dan semua sudut pandang.”

Luca Sittoni / 5:27 sore

membuat proyek ini menjadi menyenangkan. Pada suatu kunjungan lapangan tahun lalu, saya menghitung terdapat empat puluh unggas tanah. Terdapat rusa, badger, dan burung layang-layang pasir, benar-benar semua jenis tanaman dan hewan.



Spiegelwaal, Nijmegen

kata kunci

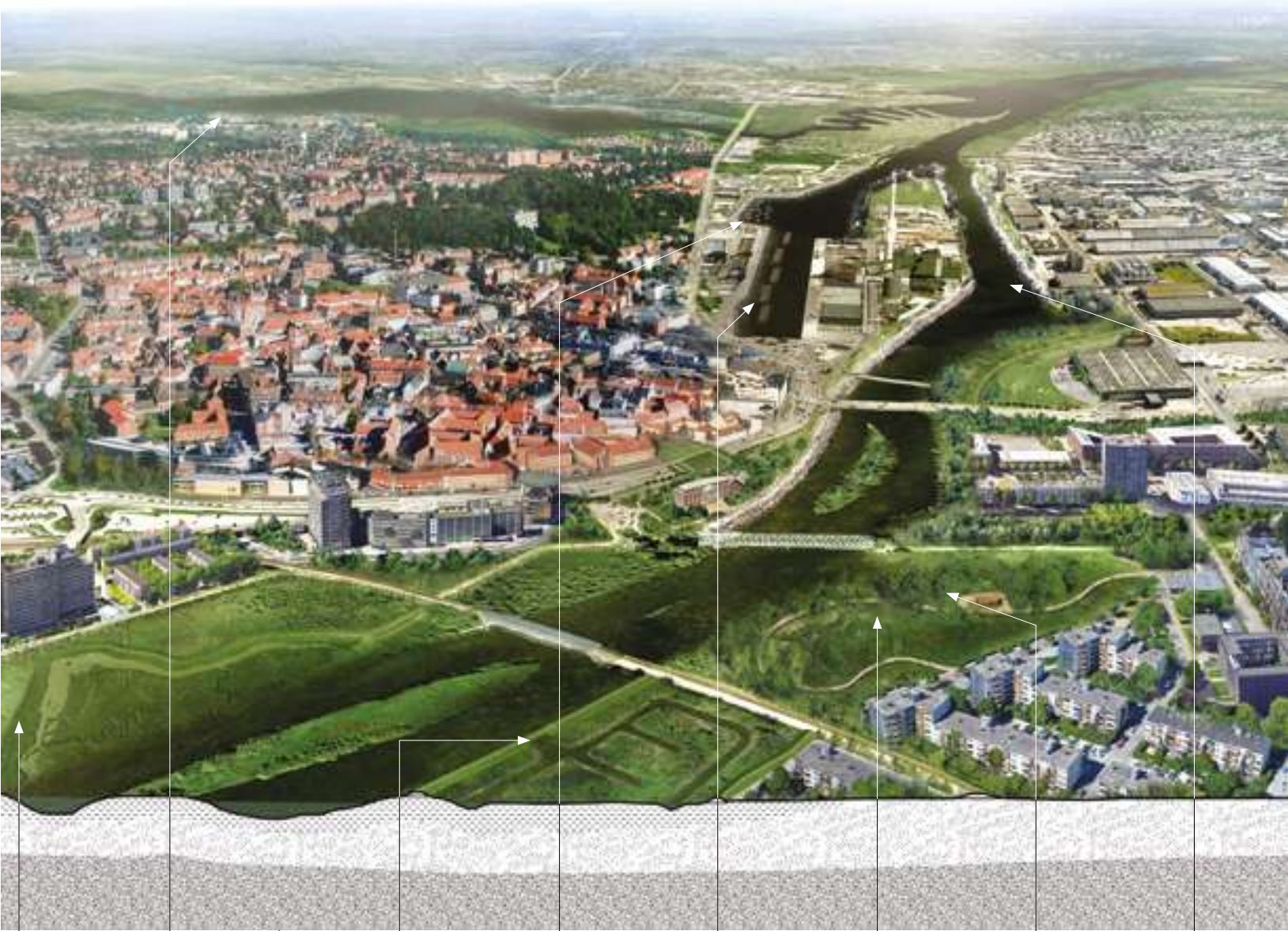
- Habitat jalan air
- Konektivitas jaringan biru-hijau
- Kesenambungan batas tepi air
- Kelayakhunian perkotaan
- Tekanan panas
- Penciptaan nilai
- Perlindungan terhadap banjir
- Pengembangan kapasitas (pendukung)

Lanskap

Hubungan antara kota dan jalan airnya (*waterways*) menjadi titik awal pengembangan peradaban. Kapasitas navigasi, perdagangan, dan akibatnya, pertukaran pengetahuan dan gagasan telah menjadi dasar bagi pertumbuhan pusat kota. Saat ini, 4 miliar orang tinggal di daerah perkotaan, yang mewakili lebih dari setengah penduduk dunia. Pada tahun 2050, warga kota diperkirakan akan bertambah sebanyak 2,5 miliar jiwa.

Sejak industrialisasi, antarmuka perkotaan-air semakin banyak dimediasi oleh infrastruktur abu-abu dengan fungsi tunggal seperti penghalang pengendali banjir, infrastruktur air hujan dengan pipa, dan batas tepi air yang diluruskan dan diperkeras. Meskipun upaya-upaya ini menghasilkan manfaat-manfaat ekonomi jangka pendek, namun pembatasan ruang bagi alam dan sistem kehidupan merugikan dalam jangka panjang. Dampak dari perubahan iklim meningkatkan urgensi untuk segera merancang kembali lanskap perkotaan-air. Kenaikan suhu rata-rata, perubahan presipitasi, kejadian cuaca ekstrem yang lebih sering, dan kenaikan permukaan laut memperburuk tantangan-tantangan yang ada, termasuk banjir, polusi, tekanan panas, kekeringan, dan hilangnya keanekaragaman hayati.

Pendekatan *Building with Nature* terhadap perencanaan air di kota mengakui dan menanggapi perubahan iklim dengan menanamkan ketangguhan dalam sistem alami dan infrastruktur. Kehidupan yang padat dan harga tanah yang mahal di kota menciptakan baik kebutuhan dan apresiasi akan manfaat-manfaat yang dapat diberikan oleh Solusi-Solusi Berbasis Alam. Jaringan yang kokoh dan terkoneksi kembali dari unsur-unsur hijau dan biru dapat memberikan kapasitas penyimpanan banjir tambahan, mengurangi panas ekstrem, mengumpulkan tanaman dan hewan, serta mendukung kesehatan masyarakat.



→ Lanskap kota fiktif yang menggambarkan konsep-konsep *Building with Nature*



Integrasi daerah tepi air yang tervegetasi

Pemulihan koneksi



Pengembangan zona penyangga di darat

Pembangunan bronjong dari kerang



Pembuatan struktur gantung dan terapung

Pembuatan taman pasang surut



Pengembangan daerah lahan basah

Pembuatan rich revetments

Konsep-konsep *Building with Nature*

→ Pembuatan taman pasang surut

Taman pasang surut melayani fungsi sosial yang sangat penting dalam menyediakan ruang terbuka untuk kota. Daerah-daerah di batas tepi air dan kanal masuk sungai ini memulihkan sifat pasang surut sebagai suatu fitur di sepanjang daerah tepi air dan bantaran sungai perkotaan. Batas tepi airnya yang landai menghasilkan kondisi yang cocok bagi tanaman-tanaman lahan basah untuk berakar, sehingga meningkatkan lingkungan alami dan menciptakan kesempatan habitat baru. Selain itu, daerah tersebut mendukung lanskap yang secara visual berbeda dan beragam di mana fluktuasi ketinggian air dapat dilihat dalam lingkungan perkotaan.

- Sungai sebagai Taman Pasang Surut (*River as Tidal Park*), Rotterdam
- Green Gateway, Rotterdam
- Taman Jembatan Brooklyn, New York



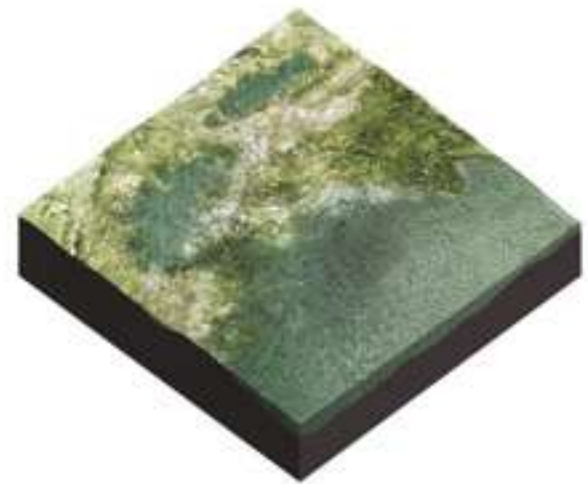
Green Gateway, Rotterdam



→ Pengembangan kawasan lahan basah

Lahan basah perkotaan dan vegetasinya berperan penting dalam mendukung keanekaragaman hayati dan memitigasi banjir dengan menyerap air hujan. Lahan basah tersebut meningkatkan kualitas air dengan menyaring dan menangkap polutan pada substratnya. Strategi-strategi pengembangan difokuskan untuk memulihkan persediaan sedimen, memperkenalkan spesies tanaman dan habitat, dan mengatasi kondisi tanah dan air untuk memperkuat fungsi dan interkoneksi sistem. Lahan basah dapat dipadukan ke dalam lanskap jalan dan daerah tepi air sebagai fitur alami atau ruang rekreasi.

- Pemulihan lahan basah, Yinchuan
- Kompleks Lahan Basah Kolombo
- Pusat Lahan Basah London WWT



Koopmanspolder, Wervershoof



← Pengembangan zona penyangga di darat

Zona penyangga dan kawasan retensi menyediakan kapasitas untuk menampung kelebihan air hujan di kota. Menghubungkan zona penyangga dengan sistem air regional memungkinkan pengelolaan dan pengendalian ketinggian air pada masa kelebihan dan kekurangan air, yang akan menjadi lebih penting karena perubahan iklim semakin mengubah pola cuaca menjadi ekstrem. Penyangga berskala besar memberikan alternatif dari sistem pemompaan dan drainase. Bahkan dengan skala kecil, mereka dapat memberikan layanan ekosistem yang bernilai kepada lingkungan di sekitarnya. Selain pengembangan habitat dan manfaat ekologisnya, zona penyangga menawarkan kesempatan ekonomi melalui layanan termasuk ruang terbuka, rekreasi, memancing dan budi daya perairan, pembangunan terapung, dan produksi energi berkelanjutan.

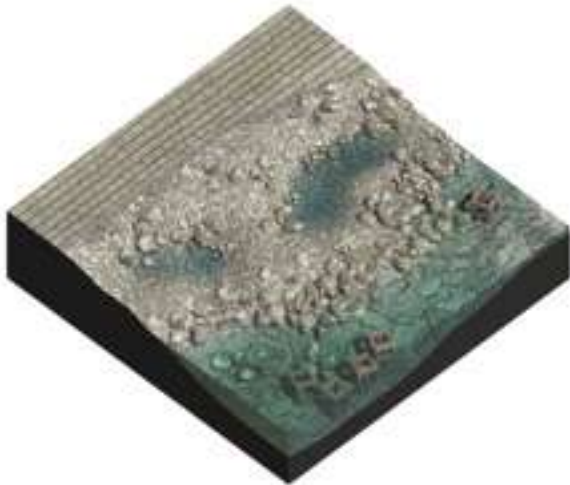
- Koopmanspolder, Wervershoof

Konsep-konsep *Building with Nature*

→ Pembuatan *rich revetments*

Perubahan kecil dalam tekstur, bentuk, dan material struktur keras dalam lanskap intertidal dan bawah air dapat mendorong penciptaan habitat dan mendukung keanekaragaman hayati. Bahkan dengan ruang yang terbatas, rich revetment memungkinkan alga, lamun, karang, dan organisme lain untuk menetap dan berkembang biak pada sumber makanan yang menarik bagi kerang, ikan, dan burung. Permukaan beton yang bervariasi dan ubin dinding laut khusus, menyediakan retakan dan ruang bagi habitat yang dilindungi. Kolam pasang surut atau “eco-basin” dapat dibangun di kaki tanggul wilayah pesisir atau ujung muara. Dengan skala yang sesuai, peningkatan ini dan kehidupan lautnya berkontribusi pada peningkatan kualitas air, berfungsi sebagai sarana pendidikan, dan sangat menarik bagi para penyelam.

- Green Gateway, Rotterdam
- Kolam pasang surut, Ouwerkerk
- Penguatan daerah tepi air, Zeelandbrug



Kolam pasang surut, Ouwerkerk



Eco-reef dengan lobster



→ Pemulihan koneksi

Di daerah-daerah di mana badan air di darat telah terpisah dari sistem wilayah pesisir karena ulah manusia, pemulihan koneksi dapat menghadirkan kembali pengaruh pasang surut, menghubungkan kembali daerah perkotaan dengan alam, dan memfasilitasi jalan ikan dan spesies lain. Tindakan-tindakan ini tidak hanya mendukung keanekaragaman hayati tetapi juga membantu mengelola transisi dari tawar ke asin, sehingga menstimulasi kondisi muara. Pengelolaan debit air tawar memungkinkan diberlakukannya kembali pengaruh pasang surut tanpa risiko masuknya air asin.

- Plan Tij, Dordrecht



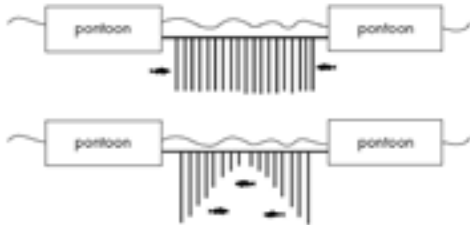
Pulau terapung, Amsterdam



← Pembuatan struktur gantung dan terapung

Struktur-struktur gantung dan terapung menambah variasi pada lingkungan bawah air yang seharusnya halus dan menyediakan substrat buatan untuk penciptaan habitat. Instalasi-instalasi ini mendorong penetapan, yang menambah populasi hewan penyaring dan menyediakan habitat ikan, yang dengan demikian meningkatkan keanekaragaman hayati. Hewan penyaring berkontribusi pada peningkatan kualitas air, yang sering kali menjadi motivasi besar bagi pelaksanaan di kota. Dua manfaat lainnya adalah kesempatan baru untuk kegiatan memancing untuk rekreasi dan potensi peredaman ombak apabila struktur telah dipenuhi dengan kehidupan laut.

- Proyek percontohan Hula, Pelabuhan Rotterdam
- Taman terapung, Rijnhaven, Rotterdam
- Pulau terapung, Amsterdam



Hutan Mangrove, Kota Panama



Manfaat ekologis

Para penduduk kota sejak dulu telah memprioritaskan pembangunan perkotaan daripada infrastruktur alami. Meskipun demikian, kota memiliki banyak kesempatan untuk menerapkan sistem berbasis air dengan cara yang mendukung proses ekologis, meningkatkan konektivitas alami, dan mempertahankan keanekaragaman hayati. Fungsi-fungsi ini berperan daluntut menjaga kesehatan manusia dan keberlanjutan. Jalan air dan badan air mendukung pencapaian manfaat-manfaat ekologis terbesar pada saat proyek-proyek pemulihan dan peningkatan memperlakukannya sebagai bagian dari suatu jaringan dari sistem dan lanskap yang lebih besar: kanal yang terhubung ke taman; lanskap jalan yang memadukan unsur-unsur terbangun dan alami; sungai, lahan basah, dan rawa yang terhubung dengan lancar ke daerah aliran sungainya. Koridor biru memberikan manfaat-manfaat ekologis terbesar pada saat mereka dihubungkan juga dengan fitur dan sistem hijau di dataran tinggi.

→ Pemulihan koneksi

Koridor lanskap merupakan penghubung penting yang melindungi habitat yang ada dan mendukung keanekaragaman hayati. Di dunia dengan jumlah kota yang semakin banyak, menghubungkan kembali jaringan biru-hijau yang terputus-putus akan mendorong bertambahnya jumlah flora dan mendukung fauna, yang merupakan “obat penawar” dari fragmentasi ruang terbuka. Konsep *Building with Nature* memperkuat konektivitas antara daerah dataran tinggi dan tepi sungai, tepi air dengan tepi air, dan di sepanjang koridor sungai melalui habitat tepi air yang terhubung dan berkelanjutan.



← Peningkatan habitat jalan air

Penciptaan habitat yang terhubung dengan fasilitas jalan air perkotaan akan menambah keanekaragaman tanaman, serangga, dan penyerbuk, untuk mengatasi penurunan tren saat ini. Perbaikan hijau pada infrastruktur abu-abu yang ada akan membantu untuk mengundang organisme laut, ikan, dan burung dengan menyediakan sumber-sumber makanan baru. Memberikan pencahayaan di siang hari pada sungai kecil dan menghubungkan kembali sistem air di dataran tinggi dengan sungai dan pantai memungkinkan migrasi ikan. Proyek-proyek *Building with Nature* mencari kesempatan untuk meningkatkan infrastruktur tradisional yang hanya memiliki fungsi tunggal sehingga dapat menciptakan lingkungan perkotaan menjadi lebih kaya sekaligus lebih layak huni.



↓ Gbr. E.1

Jalan air, jalan, taman, dan bahkan pemilik tanah perkotaan memberikan ruang bagi infrastruktur air di kota. Kuncinya adalah untuk menciptakan keterhubungan dan transisi lunak apabila memungkinkan, dengan menghindari struktur keras yang memisahkan ruang terbuka dan aset jalan air. Seiring dengan terus bertumbuhnya daerah perkotaan, strategi-strategi *Building with Nature* memberikan manfaat-manfaat ekologis, sosial, dan ekonomi dengan memberikan ruang bagi air, memulihkan gradien, mengungkapkan sistem alami, dan memprioritaskan ruang terbuka multifungsi untuk mendapatkan beberapa manfaat.

Tempat tinggal, bekerja, dan berkunjung

→ Penekanan pada aset alami

Alam dalam lingkungan perkotaan memberikan perbedaan yang bernilai dari lingkungan terbangun. Fitur-fitur alami merupakan unsur yang menarik bagi lingkungan permukiman dan kawasan usaha yang memperbaiki kehidupan sehari-hari dan menarik bagi para pengunjung. Selain manfaat-manfaat fungsional yang diberikan oleh intervensi seperti taman pasang surut dan habitat lahan basah pada ekologi perkotaan, intervensi tersebut sering kali dapat mendorong kenaikan harga rumah dan apartemen di dekatnya. Di Dordrecht, Plan Tij memadukan pembangunan permukiman dengan suatu daerah baru yang dapat dibanjiri yang dirancang untuk mengelola air hujan, memperkuat koneksi kota ke taman di dekatnya, dan memberikan suatu lingkungan hidup yang khas bagi para warga.



Kota merupakan lingkungan yang dinamis di mana air dan ruang terbuka bersinggungan dengan kegiatan perdagangan, hidup, dan bersantai. Kebutuhan dan tekanan pada ruang perkotaan memerlukan suatu pendekatan terhadap pengembangan alam yang multifungsi dan terkait dengan manfaat-manfaat sosial dan ekonomi bagi para warga, pekerja, dan pengunjung. Revitalisasi jalan air dan badan air perkotaan dapat meningkatkan kualitas air, memitigasi banjir, dan mengurangi dampak pulau panas perkotaan. Peningkatan jaringan biru-hijau berkontribusi pada kelayakhunian dengan menambah nilai estetika dan budaya serta menyediakan amenitas masyarakat. Terlebih lagi, mempertimbangkan kembali air di kota dapat menstimulasi investasi, menciptakan lapangan kerja, dan menguntungkan kesehatan masyarakat melalui peningkatan kualitas udara, meredakan ekstrem iklim, dan membuat ruang baru bagi rekreasi.

Building with Nature mengarahkan fokus pada pekerjaan yang menghasilkan beberapa manfaat bagi tanaman, hewan, dan manusia. *Building with Nature* menciptakan kesempatan belajar dengan memperlihatkan proses-proses alam seperti fluktuasi pasang surut dan menghubungkan lingkungan dengan ruang terbuka tepi air. Di saat yang sama, *Building with Nature* merupakan sarana untuk pendidikan, penemuan, dan keadilan.

Penghubungan manusia dengan air

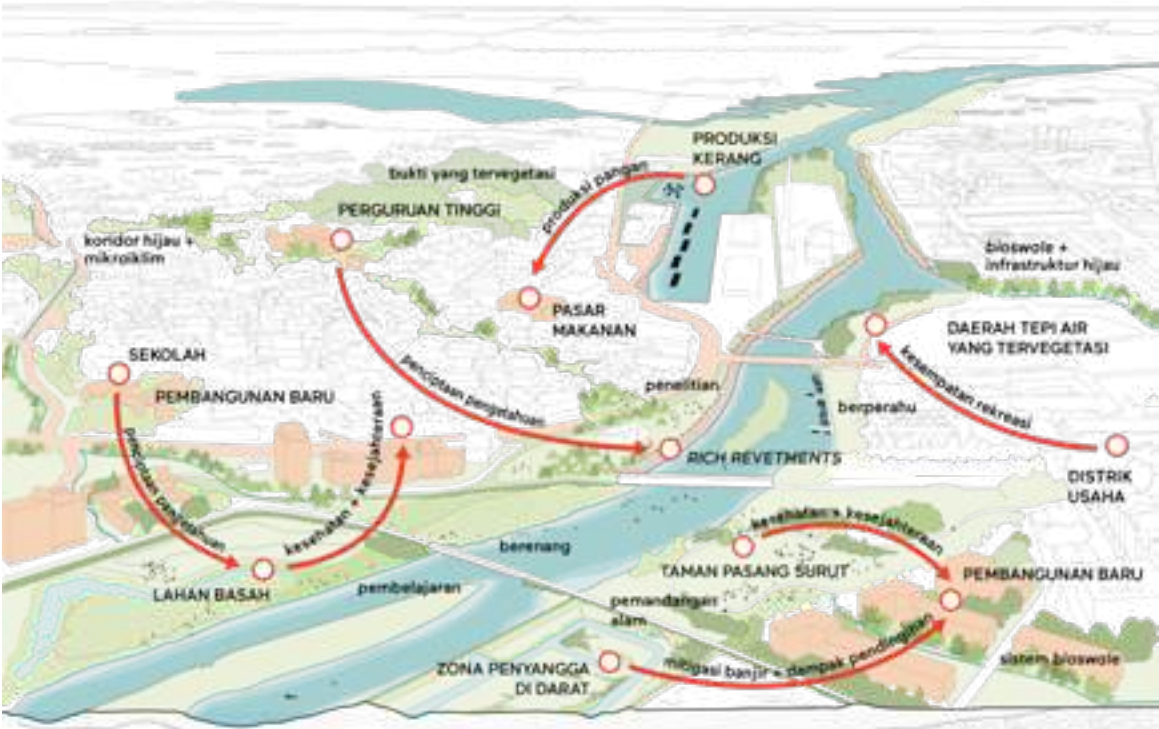
Bentuk perkotaan sering kali menyembunyikan ekologi yang mendasari: jalan mengubur sungai kecil; konstruksi meratakan topografi; pematang beton membatasi sungai. Strategi-strategi *Building with Nature* seperti taman pasang surut dan zona penyangga menghubungkan kembali para warga perkotaan dengan alam untuk membuat sistem lingkungan ini menjadi berwujud.

Pengurangan tekanan panas

Panas ekstrem sudah mematikan; tekanan panas hanya akan bertambah dalam beberapa dekade ke depan. Melalui taman pasang surut, peningkatan lahan basah, dan perluasan penyangga air hujan, *Building with Nature* membawa dampak pereda air ke ruang perkotaan. Penghijauan infrastruktur air abu-abu merupakan kesempatan untuk menambah penyerapan panas, dengan potensi peningkatan kesehatan masyarakat.

↓ Gbr. E.2

Upaya-upaya revitalisasi sungai harus menyeimbangkan kebutuhan urbanisasi dan ekosistem untuk memberikan manfaat ganda. Solusi-solusi *Building with Nature* untuk kawasan tepi air seperti daerah tepi air yang tervegetasi, lahan basah terbangun, dan taman pasang surut dapat berfungsi ganda yaitu juga sebagai taman perkotaan, yang menyediakan kesempatan rekreasi baru. Solusi-solusi tersebut dapat dipadukan dengan strategi-strategi teduhan dan pendinginan serta menyerap limpasan. Selain itu, bantaran sungai yang tervegetasi menawarkan peredaman ombak dan memperluas kapasitas penyimpanan banjir demi mendukung lingkungan hidup yang aman dan sehat.



Aliran sumber daya

Lingkungan perkotaan menghadapi tekanan besar dan pembatasan ruang. Biaya tanahnya yang tinggi menuntut pemikiran secara kreatif untuk mencapai beberapa tujuan untuk kehidupan perkotaan, pengembangan alam, dan peningkatan nilai. *Building with Nature* mempertimbangkan pemulihan lingkungan di dalam konteks pemikiran sistem yang tidak terpisahkan dari konteks finansial, kelembagaan, dan sosialnya. Seiring semakin banyaknya kota yang mengadopsi model ekonomi sirkular untuk pertumbuhan berkelanjutan, strategi-strategi penciptaan habitat dan pengelolaan air hujan dapat mendukung sasaran yang menyeluruh dari sekuestrasi karbon, pengurangan limbah, dan investasi dalam modal alam.

Pengelolaan dan pemulihan sistem air perkotaan mencegah biaya kerusakan akibat banjir dan menambah manfaat-manfaat yang terukur. Peningkatan kelayakhunian mengharuskan kota untuk berinvestasi di daerah-daerah yang secara historis bernilai rendah seperti dataran banjir dan memberikan ruang bagi alam di daerah-daerah bernilai tinggi. Manfaat-manfaat dari pemulihan koridor sungai terdapat di daerah hulu dan hilir, misalnya, melalui pengurangan dampak dan biaya lingkungan. Pemulihan lingkungan pasang surut dapat memitigasi risiko-risiko banjir regional dan pada gilirannya, mengurangi biaya infrastruktur.



↑ Penciptaan nilai

Bukan hanya sebagai ukuran dari sumber daya modal, penciptaan nilai terlihat jelas dalam koneksi baru antara daerah kota melalui jalur sepeda dan jalur pejalan kaki di tepi air, amenitas rekreasi, dan aset ruang terbuka yang memberikan manfaat-manfaat peerorangan dan sosial bagi kehidupan sehari-hari di kota. Di seluruh dunia dalam beberapa dekade belakangan ini, daerah tepi air perkotaan telah menjadi tempat transformasi dan investasi kembali, dengan fokus yang diperbarui pada nilai yang diberikan oleh akses daerah tepi air tersebut. Di Kota New York, zonasi kembali lingkungan memerlukan koneksi di dataran tinggi ke daerah tepi air dan akses masyarakat yang berkelanjutan, jalur pejalan kaki, dan ruang terbuka.

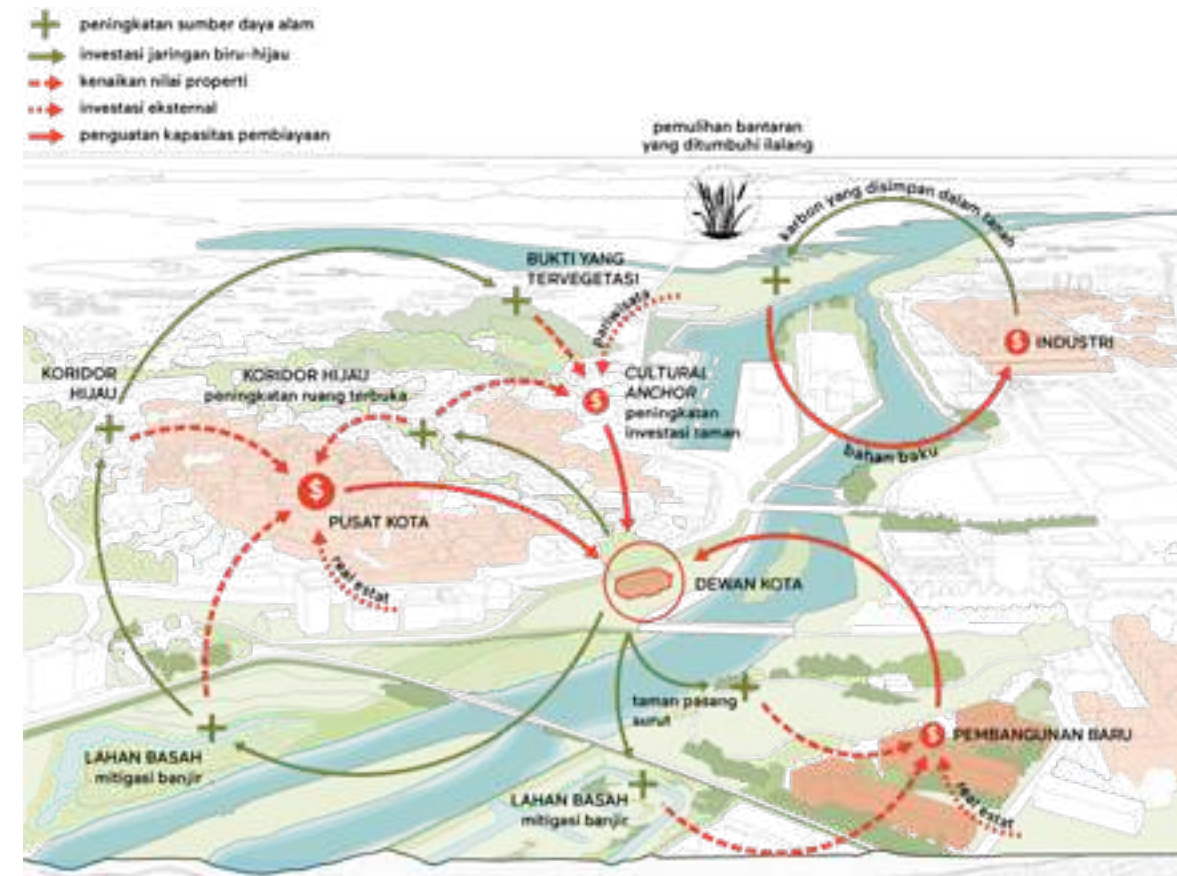
→ Perlindungan aset

Badai wilayah pesisir dapat menjadi bencana bagi kota, yang pemulihannya menghabiskan biaya yang tinggi dan bersifat tidak pasti. Pemulihan lahan basah perkotaan dan sabuk hijau serta pengembangan daerah tepi air yang tervegetasi dapat memperluas kapasitas dataran banjir dan meredam aksi gelombang. Upaya-upaya mitigasi ini mengurangi risiko banjir dan oleh karena itu, dapat membenarkan biaya investasi di muka. Mitigasi banjir sangat penting untuk melindungi warisan budaya, perdagangan, dan pariwisata, yang merupakan pendorong ekonomi yang sangat penting bagi kota masa kini.



↓ Gbr. E.3

Di kota di mana jarang terdapat ruang terbuka, *Building with Nature* memperkenalkan sumber daya penting di kawasan tepi air yang juga dapat menyediakan fasilitas rekreasi kepada lingkungan yang kurang terlayani. Kedekatan dengan taman tidak hanya menunjukkan dampak pendinginan pada skala mikroiklim tetapi juga berdampak kepada kenaikan nilai properti. Basis pajak dapat dimanfaatkan untuk membiayai infrastruktur dan peningkatan lain di banyak daerah perkotaan.



Pendekatan terpadu

Building with Nature dapat memiliki penerapan dalam berbagai skala dan konteks. Di sepanjang jalan air perkotaan, di mana transformasi lanskap berskala besar mungkin tidak dapat segera dilakukan, intervensi-intervensi bertahap dapat mulai memanfaatkan arus ekosistem “basah” yang harus melintasi kota. Membuat batu pijakan mungkin merupakan langkah pertama. Beragam intervensi kecil dapat meningkatkan penyelarasan dengan berbagai kebutuhan perkotaan, yang menghasilkan keanekaragaman habitat, tempat untuk tinggal dan bekerja yang menarik, dan kenaikan nilai tanah. Pada akhirnya, penyelenggaraan beberapa percontohan atau proyek kecil *Building with Nature* di suatu kota membantu memajukan pendidikan, pengembangan pemangku kepentingan, pengembangan kapasitas, dan kolaborasi.

Sebagai suatu pendekatan baru dalam konteks infrastruktur terkait air, maka sangat penting untuk mengembangkan kapasitas *Building with Nature*. Meskipun semakin banyak lembaga dan praktisi yang mendokumentasikan temuan-temuan mereka terkait dengan rancangan dan pelaksanaan konsep *Building with Nature*, konsep ini relatif baru dan tidak dikenal oleh banyak praktisi, pengambil kebijakan, dan warga. Oleh karena itu, strategi-strategi *Building with Nature* perlu disampaikan sambil di saat yang sama, mengembangkan kerangka ilmu itu sendiri. Pemahaman yang luas akan potensi program sangat penting untuk meningkatkan pelaksanaan. Pendidikan, pelatihan, keterlibatan, dan terminologi semuanya merupakan cara yang potensial untuk mengembangkan kapasitas yang dapat menghasilkan banyak tenaga ahli, penyokong, dan pendukung dengan bahasa dan pemahaman yang sama. Kelas online memperluas jangkauan konsep *Building with Nature* ke para mahasiswa global dari berbagai disiplin ilmu dan latar belakang.

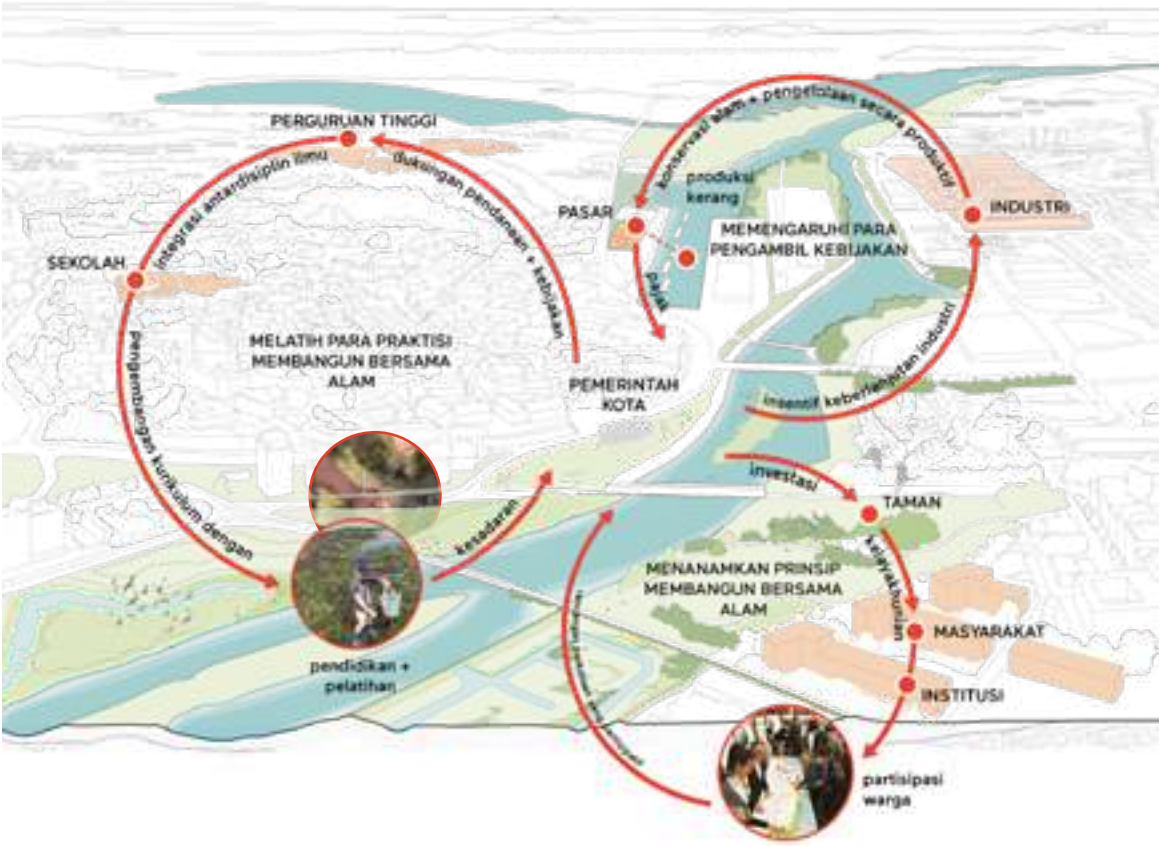
→ Partisipasi melalui rancangan

Proyek-proyek *Building with Nature* bergantung pada banyak mitra: kontraktor, konsultan, institut penelitian, LSM, instansi pemerintah pendukung, dan warga lokal. Proses rancangan partisipatif mengakui pengetahuan mendalam yang disumbangkan oleh para warga dan pekerja. Dengan menciptakan proses-proses yang mendorong partisipasi yang bermakna, *Building with Nature* mengembangkan kapasitas masyarakat untuk mendukung lingkungan mereka. Para anggota masyarakat mengembangkan pemahaman teknis tentang tantangan yang lebih baik dan berkontribusi pada penetapan prioritas dan nilai.



↓ Gbr. E.4

Kepadatan penduduk di daerah perkotaan membuatnya menjadi lokasi yang ideal untuk mengembangkan kapasitas melalui proyek percontohan dan proyek demonstrasi dengan berbagai skala. Kedekatan dengan lingkungan dan sekolah memberikan kesempatan yang khas dari segi pendidikan, yang meningkatkan kesadaran di antara para warga dan memungkinkan perguruan tinggi penelitian perkotaan untuk menggunakan eksperimen hidup ini dalam kurikulum mereka. Konsep dan pelajaran terpetik pada akhirnya menghasilkan umpan balik lokal kepada para pengambil kebijakan dan pemangku kepentingan pemerintah lain.



Sistem yang berkembang

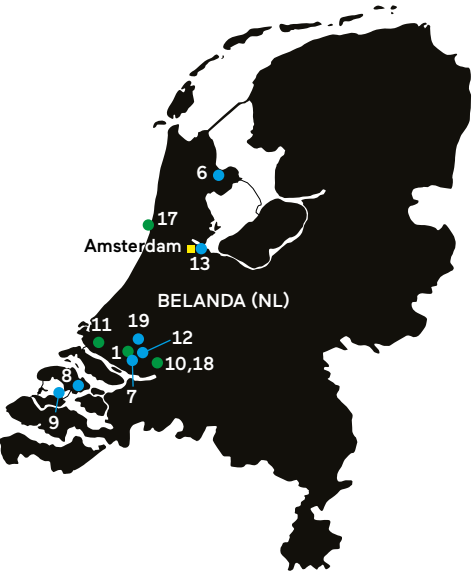
Gbr. E.5	Kontraktor memasang kerangka dengan jangkar dasar laut.	Gbr. E.6	Hewan penyaring mulai menetap pada struktur gantung tersebut.

Gbr. E.9	Kota mengidentifikasi suatu lokasi untuk perluasan dataran banjir.	Gbr. E.10	Taman dibangun kembali dengan ruang untuk infrastruktur baru.

Gbr. E.7	Hewan penyaring tumbuh dan berkembang biak, dengan menyaring air.	Gbr. E.8	Struktur gantung tersebut menciptakan suatu habitat baru yang kaya bagi kehidupan laut.

Gbr. E.11	Batas tepi air ditanami dengan tanaman dan dinding dihancurkan.	Gbr. E.12	Vegetasi baru berkembang dan tumbuh subur dengan adanya fluktuasi pasang surut.

Sumber dan Referensi



- 15 Air sebagai Sarana untuk Kota yang Tangguh, Semarang, Indonesia
- 16 East Coast Park, Singapore
- 17 Struktur pemecah ombak eco-concrete, IJmuiden, NL
- 18 Taman Werven, Dordrecht, NL
- 19 Zuidplaspolder, Rotterdam, NL

Referensi

- Brears, R. C. (2018). *Blue and green cities: The role of blue-green infrastructure in managing urban water resources*. Palgrave Macmillan.
- Kabisch, N. et al. (Eds.) (2017). *Nature-based Solutions to climate change adaptation in urban areas: Linkages between science, policy and practice*. Springer International Publishing.
- Paalvast, P. et al. (2012). *Pole and pontoon hulias: An effective way of ecological engineering to increase productivity and biodiversity in the hard-substrate environment of the port of Rotterdam*. Ecological Engineering, 44, 199–209.
- Prominski, M. et al. (2012). *River, space, design: Planning strategies, methods, and projects for urban rivers*. Birkhäuser.
- Shin Shin, L. et al. (2013). *Q&A to constructed wetlands*. National Hydraulic Research Institute of Malaysia (NAHRIM) and Wetlands International, Malaysia.
- Smardon, R. et al. (2018). *Revitalizing urban waterway communities: Streams of environmental justice*. Routledge.
- Way, T. (Ed.). (2018). *River cities, city rivers*. Dumbarton Oaks Research Library and Collection.

Sumber online

- *Building with Nature in the City*—lokasi yang interaktif menunjukkan konsep-konsep yang diselidiki oleh EcoShape
- *Building Urban Resilience with Nature*—halaman web ikhtisar Wetlands International tentang strategi-strategi *Building with Nature* untuk daerah perkotaan
- *URBAN GreenUP*—prakarsa yang didanai oleh UE yang ditujukan untuk mengembangkan, menerapkan, dan memvalidasi metodologi Solusi-solusi berbasis Alam untuk memulihkan tempat-tempat perkotaan

Proyek terkait (● EcoShape / ● Pihak lain)

- Dengan urutan kemunculan dalam bab ini:
- 1 Sungai sebagai Taman Pasang Surut, Rotterdam, NL
 - 2 Taman Jembatan Brooklyn, New York, Amerika Serikat
 - 3 Pemulihan lahan basah, Yinchuan, Tiongkok
 - 4 Kompleks Lahan Basah Kolombo, Sri Lanka
 - 5 Pusat Lahan Basah London WWT, Inggris Raya
 - 6 Koopmanspolder, Wervershoof, NL
 - 7 The Green Gateway, Rotterdam, NL
 - 8 Kolam pasang surut, Ouwkerk, NL
 - 9 Penguatan daerah tepi air, Zeelandbrug, NL
 - 10 Plan Tij, Dordrecht, NL
 - 11 Taman terapung, Rijnhaven, Rotterdam, NL
 - 12 Taman terapung, Rijnhaven, Rotterdam, NL
 - 13 Pulau terapung, Amsterdam, NL
 - 14 Hidup bersama air dan lahan basah: pengurangan risiko banjir, Kota Panama, Panama



Untuk sumber dan referensi tambahan, kunjungi ecoshape.org/library

Pelaksanaan

Pelaksanaan Solusi–Solusi Berbasis Alam jarang sekali bersifat sederhana karena kualitasnya yang melekat: solusi–solusi tersebut merupakan proyek yang dinamis, multifungsi, inovatif, dan khusus konteks yang menyimpang dari praktik dan standar tradisional. Selama lebih dari satu dekade, EcoShape memiliki pengembangan pengetahuan yang canggih dan memelopori proyek–proyek percontohan untuk mendapatkan pengalaman dan mengembangkan kapasitas demi melakukan pelaksanaan. Meskipun perkembangan telah ditunjukkan, masih terdapat banyak pekerjaan di masa mendatang untuk mendorong penerimaan Solusi–Solusi Berbasis Alam secara lebih luas.

Antusiasme Solusi–Solusi Berbasis Alam dalam masyarakat internasional telah berkembang. Komunitas ilmiah dan kebijakan menunjukkan bagaimana proyek–proyek ini dapat menyelesaikan berbagai tantangan sosial, dari mitigasi iklim sampai dengan perlindungan terhadap banjir, pengurangan tekanan panas, dan tanggapan terhadap krisis keanekaragaman hayati. Ada lebih banyak pekerjaan di masa mendatang untuk mengalihkan paradigma dari infrastruktur abu–abu dengan fungsi tunggal ke Solusi–Solusi Berbasis Alam. *Roundtable* ini menjawab pertanyaan: penghalang–penghalang apa yang mencegah pelaksanaan Solusi–Solusi Berbasis Alam pada skala besar, dan bagaimana penghalang–penghalang tersebut dapat diatasi?



Chantal van Ham
Brussels, Belgium, 2 siang
Manajer Program UE Solusi-solusi Berbasis Alam, Persatuan Internasional untuk Konservasi Alam



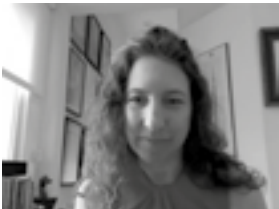
Johan Pennekamp
Delft, Belanda, 2 siang
Tenaga ahli teknologi pengerukan, Departemen Ekosistem dan Dinamika Sedimen, Deltares; Wakil Presiden, Asosiasi Pengerukan Pusat



Oshani Perera
Geneva, Swiss, 2 siang
Direktur Program Infrastruktur, Institut Internasional untuk Pembangunan Berkelanjutan



Virinder Sharma
Manila, Filipina, 8 malam
Tenaga Spesialis Senior Pembangunan Perkotaan, UCCRTF-USG, Bank Pembangunan Asia



Lisa Beyer
San Francisco, Amerika Serikat, 5 pagi
Manajer Infrastruktur Air Perkotaan, Prakarsa Infrastruktur Alami, Institut Sumber Daya Dunia



Kathy Baughman McLeod
Washington, D.C., Amerika Serikat, 8 pagi
Direktur dan Wakil Presiden Senior, Pusat Ketangguhan Yayasan Adrienne Arsht-Rockefeller pada Dewan Atlantic



Isao Endo
Manila, Filipina, 8 malam
Tenaga Ahli Lingkungan, Bank Pembangunan Asia



Joost de Ruig
Utrecht, Belanda, 2 siang
Direktur Pengelola, Rijkswaterstaat Northern Netherlands

Chantal van Ham: Isu utamanya adalah bahwa modal alam jarang sekali dipertimbangkan dalam sistem ekonomi kita.

Johan Pennekamp: Pada saat berbicara dengan orang-orang dalam sektor finansial, pikiran yang pertama kali terlintas di benak saya adalah kita tidak berbicara dengan bahasa yang sama. Mereka tidak memahami kita, dan kita juga tidak memahami mereka. Risiko adalah segalanya dalam bidang finansial. Dimulai dari risiko, para mitra pembiayaan swasta kita menghitung imbal hasil atas investasi. Mereka mencoba memahami masa depan seperti apa yang dapat dihasilkan oleh solusi-solusi kita, akan tetapi kita tidak dapat melakukan prediksi secara lebih pasti. Telah terdapat banyak contoh di mana pemodal publik mengamankan pemodal swasta untuk menyingkirkan kerentanan mitra swasta dalam imbal hasil atas investasi mereka.

Oshani Perera: Tanpa subsidi pemerintah, tidak akan ada Tesla dan tidak ada SpaceX. Kita cenderung lupa bahwa banyak prakarsa yang didukung dengan uang publik. Pemerintah berperan penting sebagai pemimpin dan perantara inovasi. Kita berupaya untuk meningkatkan prediktabilitas dan kepastian

dari Solusi-Solusi Berbasis Alam untuk mengurangi risiko. Terdapat standar internasional dan proses yang telah ditetapkan yang dapat kita gunakan untuk menilai suatu aset. Apabila Anda membayangkan tentang suatu bangunan di Indonesia dan suatu bangunan serupa di Belanda, Jenewa, atau Denmark, kita tahu cara menilainya masing-masing. Akan tetapi, membandingkan lahan basah dengan ukuran yang serupa di Sri Lanka, Belanda, dan Meksiko adalah hal yang berbeda. Lahan basah Sri Lanka dan Meksiko memiliki garis lintang yang serupa, akan tetapi lahan basah Belanda berbeda. Mereka tidak akan bekerja dengan cara yang sama. Kita menilai layanan ekosistem pada geografi yang berbeda dan memublikasikan informasi untuk mempermudah pemahaman akan bidang ini dan membuat Solusi-Solusi Berbasis Alam menjadi lebih dapat diprediksi dan lebih pasti. Pekerjaan kita mendesak. Kita tidak mungkin dapat mencapai sasaran-sasaran apa pun terkait dengan Perjanjian Paris, keanekaragaman hayati, atau pembangunan berkelanjutan tanpa infrastruktur berbasis alam.

Henk Nieboer: Prediktabilitas sangat penting-agar Solusi-Solusi Berbasis Alam dapat

diterima secara lebih luas. Karena organisasi saat ini mendefinisikan prediktabilitas menurut pandangan dunia mereka saat ini, mereka membayangkan Solusi-Solusi Berbasis Alam mirip dengan infrastruktur tradisional. Akan tetapi, alam tidak dapat diperkirakan. Kita wajib memberitahukan kepada para manajer aset tentang bagaimana Solusi-Solusi Berbasis Alam berperilaku, dan mereka harus mengadaptasi praktik-praktik pengelolaannya dengan dinamika ini.

Oshani Perera: Masalah lainnya adalah bahwa infrastruktur berbasis alam tidak menghasilkan pendapatan dengan cara tradisional seperti yang dilakukan oleh aset terbangun. Sebaliknya, infrastruktur berbasis alam menghemat uang. Oleh karena itu, kita harus menggunakan atau memperlakukan penghematan di masa depan ini sebagai arus kas saat ini. Perlakuan tersebut mengharuskan peralihan dari cara kita melakukan penilaian aset secara tradisional.

Virinder Sharma: Pertama-tama, para pemodal menganggap konsep *Building with Nature* sebagai sebuah teknologi baru. Mereka melihat bahwa program tersebut memerlukan pekerjaan tambahan, sehingga unsur

risikonya meningkat. Kedua, pendekatan yang terkait dengan seluruh dataran banjir dan cekungan memerlukan waktu yang lebih lama, sedangkan lembaga-lembaga kita dirancang untuk melaksanakan proyek dalam kira-kira lima sampai dengan tujuh tahun. Selain itu, biasanya hanya satu departemen yang perlu dilibatkan, seperti departemen rekayasa air, sehingga menjadi mudah. Solusi-Solusi Berbasis Alam memiliki lebih banyak pemangku kepentingan, dan melibatkan banyak departemen di dalam pemerintahan itu sendiri, karena memang demikianlah cara mengendalikan daerah aliran sungai dan cekungan. Komponen berbasis alam juga hadir bersama para pemangku kepentingan lokal serta pemilik tanah dan sumber daya. Mencocokkan siklus proyek dari Solusi-Solusi Berbasis Alam dengan siklus proyek bank dan lembaga pembangunan multilateral merupakan tantangan besar lain. Bagi mereka, kinerja bukan hanya tentang prediktabilitas, tetapi juga tentang operasi dan pengayaan. Solusi-Solusi Berbasis Alam yang memerlukan lebih banyak perhatian dianggap memerlukan biaya yang lebih tinggi.

“Kita tidak mungkin dapat mencapai sasaran-sasaran apa pun yang terkait dengan Perjanjian Paris, keanekaragaman hayati, atau pembangunan berkelanjutan tanpa infrastruktur berbasis alam..”

Oshani Perera / 2:21 sore

Lisa Beyer: Jalan-jalan kami dirancang dengan trotoar setinggi enam inci untuk mengelola hundred-year storm (badai yang terjadi setiap seratus tahun). Sebelumnya, hal tersebut mungkin merupakan standar, akan tetapi sekarang ini, kami tidak dapat mengharapkan hundred-year storm yang sama. Kami menghadapi badai yang lebih hebat yang jauh lebih jarang terjadi tetapi jauh lebih intens. Sifat yang selalu berubah membuat alam menjadi suatu sarana yang luar biasa. Kita dapat merancang suatu jalur hijau untuk mengelola volume presipitasi tertentu. Kemudian, kita dapat memperdalamnya. Kita dapat melebarkannya dengan biaya yang sangat murah dibandingkan dengan membangun sebuah tangki bawah tanah yang baru. Alam memiliki kemampuan untuk sedikit merenggang dan memiliki biaya yang jauh berbeda seiring waktu daripada infrastruktur abu-abu yang ditingkatkan atau baru.

Kathy Baughman McLeod: Solusi-Solusi Berbasis Alam membutuhkan waktu yang lama. Kehutanan kota tidak menyertakan pengoperasian dan pengayaan dari suatu hutan untuk memastikan hutan tersebut memiliki kinerja dengan tingkat tertinggi. Peningkatan skala merupakan salah satu masalah yang

paling menantang dan diatasi dengan cara paling baik pada saat terdapat suatu solusi lokal yang dapat diadopsi oleh warga lokal. Fokus kita pada Solusi-Solusi Berbasis Alam adalah untuk menciptakan suatu pendekatan pembiayaan dan risiko yang sistemik yang memungkinkan akses ke modal untuk investasi yang dilakukan di tingkat lokal atau regional dan juga memahami dampak finansial dari kerugian yang dihindari. Solusi-Solusi Berbasis Alam dapat memberikan manfaat-manfaat yang substansial dari kerugian yang dihindari. Perhatikan penggunaan pengalihan risiko produk asuransi yang dipadukan dengan pembiayaan yang dapat menempatkan Solusi-Solusi Berbasis Alam atau solusi campuran setara dengan solusi infrastruktur tradisional. Setiap kesempatan arus kas seputar Solusi-Solusi Berbasis Alam memberikan kesempatan yang jauh lebih mudah untuk melakukan peningkatan.

Joost de Ruig: Saya bangga dengan tradisi Belanda menghadapi kenaikan permukaan laut. Kami memiliki standar di tingkat nasional, dan komitmen berkelanjutan terhadap standar-standar ini membuat pekerjaan kami menjadi lebih mudah. Standar tersebut tertanam dalam hukum dan merupakan bagian

dari kehidupan kami. Tiga puluh tahun lalu, kami memulai pengayaan garis pantai kami secara dinamis melalui pengisian pasir di pantai atau pengelolaan tepi air. Sekarang, proyek-proyek berskala besar ini dimasukkan ke dalam kebijakan kita. Kita memiliki pendanaan. Kita juga sekarang sedang mengerjakan sistem sungai kita. Program Ruang bagi Sungai tidak hanya mempertinggi tanggul tetapi juga memberikan lebih banyak ruang bagi air untuk mengalir. Solusi-solusi ini harus dicoba. Tidak setiap proyek berhasil, akan tetapi kita dapat saling belajar untuk melaksanakan solusi-solusi yang lebih baik setelah itu.

Isao Endo: Tidak adanya aturan atau standar untuk Solusi-Solusi Berbasis Alam menimbulkan banyak tantangan pelaksanaan, khususnya di negara-negara berkembang. Negara-negara tersebut sering kali tidak memiliki standar yang akan mempromosikan pelaksanaan. Kami mencoba untuk mendukung Solusi-Solusi Berbasis Alam bukan hanya di tingkat proyek, tetapi juga di tingkat kebijakan. Kita harus melakukan lebih banyak hal untuk mereformasi dan memperbaiki peraturan, standar bangunan, dan aturan yang ada. Tanpa standar, peningkatan Solusi-Solusi Berbasis Alam akan sulit untuk dilakukan.

Chantal van Ham: Pada bulan Juli 2020, Persatuan Internasional untuk Konservasi Alam meluncurkan suatu standar global untuk Solusi-Solusi Berbasis Alam, yang dimaksudkan untuk memberikan kerangka demi memastikan kualitas dan kredibilitas.

Kathy Baughman McLeod: Korps Zeni Angkatan Darat Amerika Serikat telah merancang suatu rencana untuk mempertahankan Miami-Dade County dari kenaikan permukaan laut dengan suatu proposal melibatkan para pemangku kepentingan selama tiga tahun. Rencana tersebut memperoleh banyak

masukannya dari masyarakat yang meminta Solusi-Solusi Berbasis Alam, dengan momentum yang semakin bertambah selama tiga tahun tersebut. Akan tetapi, rencana tersebut baru saja diterbitkan dan hampir tidak memuat Solusi-Solusi Berbasis Alam. Kasus tersebut merupakan contoh yang baik mengenai potensi perubahan sentimen publik di suatu negara dengan penduduk sebesar tiga juta jiwa. Contoh tersebut juga mencerminkan naluri terprogram dari suatu lembaga seperti Korps Zeni Angkatan Darat untuk memilih solusi-solusi rekayasa keras. Masyarakat mengetahui bahwa Solusi-Solusi Berbasis Alam merupakan pilihan terbaik, akan tetapi pelaksanaannya belum menjadi standar atau belum terjadi di mana-mana, meskipun dengan adanya semua pengetahuan, buku panduan, bantuan teknis, dan analisis biaya-manfaat.

Chantal van Ham: Saya berharap standar akan membantu para pelaku yang berbeda bukan hanya dalam sektor swasta, atau dalam sektor finansial, tetapi juga di antara pemerintah untuk memberikan referensi yang baik demi melakukan peningkatan. Salah satu contohnya adalah obligasi iklim di Paris, yang diluncurkan untuk mendanai proyek-proyek energi dan iklim dan di mana para investor melakukan pemesanan secara berlebihan (*oversubscribed*). Obligasi tersebut terutama telah mendukung kegiatan pemukiman dan juga banyak melibatkan masyarakat. Obligasi tersebut merupakan suatu kasus di mana kota berhasil memanfaatkan investasi swasta. Prakarsa-prakarsa tersebut dapat membantu memberikan dan mempromosikan kerangka hukum tambahan yang mengizinkan pemangku kepentingan berbeda untuk mengambil tindakan dengan cara yang sama dengan Bank Investasi Eropa (European Investment Bank) yang tidak lagi berinvestasi dalam bahan bakar fosil. Apabila UE dapat memimpin dalam menetapkan jenis kriteria ini, mungkin akan ada

kesempatan di mana Solusi-Solusi Berbasis Alam menerima lebih banyak pembiayaan.

Virinder Sharma: Apakah kita dapat belajar dari apa yang sedang terjadi sekarang dalam pandemi COVID-19? Tepatnya, Kita sedang mempelajari apa yang dimaksud dengan kebijakan berbasis bukti, dan bagaimana kebijakan tersebut dapat berdampak pada lembaga, pembiayaan, dan perilaku serta insentif kita, yang bersifat sangat penting. Banyak orang belum membahas tentang pemulihan hijau, membangun kembali dengan lebih baik, atau membangun kembali dengan lebih hijau. Sepuluh tahun lalu, ada begitu banyak pekerjaan tentang ekonomi lingkungan, akan tetapi kita tidak pernah mampu mencapai hal apa pun yang substansial. Sistem nilai dan metode untuk memeriksa manfaat bersama kita harus dipertimbangkan. Inilah alasan mengapa kita akhirnya berdebat panjang lebar tentang standar. Akan tetapi, kita tidak dapat menentukan standar ekosistem dengan mudah. Ekosistem berperilaku seperti ekosistem: mereka menentang standar-disasi dan terus berkembang. Kita harus mengubah wacana. Sekaranglah saatnya yang tepat bagi setiap orang untuk terlibat dalam pembahasan seputar pemulihan hijau, dengan penekanan pada adaptasi terhadap perubahan iklim. Ini merupakan pertanyaan di bidang pemasaran. Beberapa orang dapat menyebutnya sebagai pengurangan risiko bencana. Beberapa orang dapat menyebutnya sebagai keberlanjutan lingkungan. Orang lain mungkin mengemasnya sebagai keanekaragaman hayati dan konservasi. Perubahan iklim merupakan suatu isu di mana paling tidak para pengambil kebijakan terlibat. Kita menghabiskan waktu selama sepuluh tahun untuk mengupayakan keanekaragaman hayati dan gagal; jelas masih ada yang belum dipertimbangkan di sini.

Kathy Baughman McLeod: Lingkungan di mana

kita saat ini belum pernah terjadi sebelumnya. Kita menghadapi gabungan dan kombinasi ancaman yang saling terkait, dari COVID-19, dampak ekonominya, peningkatan intensitas badai, lebih banyak hujan, lebih banyak kekeringan, lebih banyak panas, lebih banyak kebakaran, lebih banyak polusi, ketidaksetaraan rasial, ketidakadilan sosial. Krisis-krisis yang kita hadapi tersebut tidak dapat diatasi satu per satu. Pada saat ini, kebutuhan akan pemikiran jangka panjang dan sensitivitas sosial begitu penting. Kita harus bersikap sensitif secara sosial karena kita membuka jalan menuju Solusi-Solusi Berbasis Alam demi mencapai beberapa manfaat, lebih dari sekedar pengurangan risiko. Kompleksitas dari keduanya kita saat ini menandakan bahwa kita memerlukan keterlibatan setiap sektor. Kita tidak dapat melangkah maju tanpa keterlibatan setiap orang.

Isao Endo: Salah satu faktor kunci keberhasilan proyek adalah keterlibatan warga lokal. Dalam sebuah proyek pengelolaan risiko banjir yang saya dukung, kami berupaya untuk memadukan Solusi-Solusi Berbasis Alam ke dalam rancangan, khususnya melalui pengelolaan daerah aliran sungai: pembuatan kolam retensi dan pemulihan lahan basah sebagai zona penyangga. Aset atau infrastruktur hijau ini akan memerlukan pengayaan jangka panjang. Para warga lokal sebaiknya dilibatkan dalam kegiatan tersebut, karena keterlibatan tersebut paling menguntungkan bagi sebagian besar penerima manfaat langsung proyek tersebut.

Joost de Ruig: Di Belanda, suatu pendekatan kemungkinan tidak akan dipilih tanpa keterlibatan para pemangku kepentingan lokal. Tidak mungkin lagi untuk melakukannya. Keterlibatan masyarakat tidak selalu mudah, akan tetapi pada abad ini, kita harus melibatkan semua jenis pemangku kepentingan.

Kathy Baughman McLeod: Membangun

“Kesempatan muncul pada saat kita dapat menetapkan penerima manfaatnya.”

Lisa Beyer / 3:15 p.m.

kepercayaan sebagian besar dilakukan dengan membuat setiap orang terlibat dan memiliki kepentingan besar di dalamnya, yang berarti bahwa kita mengorbankan waktu atau uang untuk menunjukkan komitmen kita. Kepercayaan membutuhkan waktu. Kepercayaan dapat terlihat dari beberapa hal, seperti penuntasan, komunikasi, komitmen, dan pendanaan untuk sebagian kecil proyek sambil mengumpulkan dana yang lebih banyak.

Lisa Beyer: Saya melihat tiga tantangan utama untuk meningkatkan Solusi-solusi berbasis Alam di kota. Tantangan pertama adalah kepemilikan yurisdiksi, dengan tanggung jawab yang terpisah sehingga pengoperasian dan pendanaan menjadi sangat kompleks. Kota didirikan untuk memastikan pelaksanaan layanan publik. Sekarang, kita memiliki lembaga-lembaga terpisah: dinas pertamanan mengelola taman, dinas bina marga mengelola jalan, dan dinas pendidikan mengelola sekolah. Hal-hal yang berada di antaranya hilang dalam kategorisasi ini. Tantangan kedua, Solusi-Solusi Berbasis Alam merupakan visi jangka panjang yang tidak sejalan dengan siklus pemilihan kepala daerah. Solusi-solusi tersebut merupakan lanskap hidup yang memerlukan pengoperasian dan pengayaan untuk selamanya. Kepemimpinan merupakan bagian yang sangat penting untuk memajukan proyek ini. Perubahan administrasi dan pergantian staf, memper-sulit dipertahankannya momentum untuk

setiap sasaran tertentu. Inilah alasan mengapa kita sering kali melihat proyek yang berhasil dipimpin oleh seorang perancang yang berkomitmen untuk menyelesaikannya. Tantangan terakhir, kita belum memiliki sarana untuk berkolaborasi di tingkat yang diperlukan agar pekerjaan ini menjadi berhasil. Kita harus berpikir tentang sebuah kota atau suatu masyarakat secara integral dan mempersatukan semua sasaran dan keinginan.

Kathy Baughman McLeod: Saya terus menekankan pentingnya komunikasi. Mengatakan “kami peduli” kepada para pemangku kepentingan sangat berarti bagi mereka. Pernyataan maksud di awal dan komunikasi selanjutnya tentang bagaimana perkembangan terjadi, bahkan apabila tidak ada perkembangan, dapat sangat membantu. Ada ilmu pengetahuan di balik hal tersebut. Komunikasi merupakan bagian yang penting, dan sering kali, kita meremehkannya.

Henk Nieboer: Untuk menyeimbangkan antara pendekatan “tidak boleh menyia-nyiakan waktu” dan “kita memerlukan waktu untuk mencapai sesuatu,” kita harus mulai bereksperimen. Kegagalan merupakan suatu kesempatan untuk belajar selama proses. Pengembangan ilmu pengetahuan secara lengkap sebelum pelaksanaan membutuhkan waktu yang lama. Memulai di suatu tempat, bereksperimen, dan belajar dari hasilnya merupakan kegiatan yang sangat bernilai.

Program kita di Demak merupakan contoh yang baik. Kita membangun struktur berteknologi rendah di sana untuk menstimulasi sedimentasi. Bersama dengan masyarakat lokal, kita cukup banyak belajar selama beberapa tahun. Eksperimen menengahi kebutuhan akan tindakan dengan segera dan kebutuhan untuk mengembangkan produk berkualitas.

Lisa Beyer: Saya saat ini sedang mengerjakan Otoritas Manfaat Bersama (Joint Benefits Authority). Gagasannya adalah untuk memberikan sarana (*tools*) tata kelola dan pembiayaan kepada kota, di mana instansi-instansi yang berbeda di dalam kota tersebut bersatu untuk secara bersama-sama merencanakan, mendanai, melaksanakan, dan mengoperasikan infrastruktur ketangguhan berskala besar. Alam mempersatukan infrastruktur ini; tujuannya adalah untuk menyediakan air yang lebih bersih, udara yang lebih sejuk, peningkatan habitat, bahkan lalu lintas yang lebih lambat demi jalan yang lebih aman. Mekanisme ini akan memungkinkan dinas-dinas kota untuk secara bersama-sama mengerjakan sebuah infrastruktur untuk membangun ketangguhan yang berskala lingkungan, melalui satu tim yang mewakili semua instansi. Masyarakat dapat diajak bergabung sebagai pengambil keputusan yang setara. Hal ini didasarkan pada konsep dari suatu pengembang induk—untuk layanan publik dan infrastruktur publik—yang mengizinkan skema finansial (dalam skema obligasi atau pinjaman) dan lebih banyak fleksibilitas dalam hal penentuan waktu sehingga proyek-proyek dapat diprioritaskan di seluruh instansi yang berbeda. Sistem penganggaran dan perencanaan modal telah ada selama lebih dari satu abad. Pemerintah daerah sekarang secara tiba-tiba menghadapi biaya baru yang besar terkait dengan pembangunan ketangguhan dan adaptasi. Meskipun perlindungan kesehatan dan keselamatan masyarakat merupakan

bagian dari misinya, namun tidak ada dana yang masuk untuk melaksanakannya. Inilah alasan mengapa kita membutuhkan suatu pendekatan yang lebih terpadu dan yang memberikan manfaat yang lebih banyak. Pada saat kita berbicara tentang pengurangan dampak kesehatan dan peningkatan kualitas hidup, apakah sebagian pendanaan tersebut juga dapat diinvestasikan dalam lingkungan fisik dan bukan hanya dalam layanan? Kesempatan muncul pada saat kita dapat menetapkan penerima manfaatnya.



Pelabuhan Delfzijl

Kata kunci

- Kualitas air
- Transisi air tawar-asin
- Konektivitas sistem alami
- Pembangunan berkelanjutan
- Alam sementara
- Proyek percontohan dan demonstrasi
- Pengelolaan
- Proposal pengembangan usaha (pendukung)

Lanskap

Pelabuhan sangat penting bagi masyarakat dan transportasi serta perdagangan. Akan tetapi, pengembangan pelabuhan telah berfokus pada optimalisasi pergerakan barang dengan mengorbankan sistem alami. Persyaratan fungsional pelayaran telah mengakibatkan pengerukan saluran yang lebih dalam dan transisi buatan antara tanah dan air dengan pemecah ombak, tembok vertikal dermaga, dan kompleks pintu air. Akibatnya, lingkungan pelabuhan sekarang ini terisolasi dari lanskap dinamis yang mereka tempati. Dorongan berkelanjutan untuk memperluas pelabuhan, mengakomodasi kapal-kapal yang lebih besar, dan bersaing di tingkat global dapat semakin membebani kesehatan sistem alami.

Pendekatan-pendekatan *Building with Nature* membatasi atau memitigasi dampak dari perluasan pelabuhan dan mengusulkan intervensi yang memberikan nilai bagi masyarakat dan lingkungan alami sambil memastikan profitabilitas. Salah satu cara untuk menstimulasi sistem-sistem alami adalah dengan menciptakan ruang bagi berbagai habitat untuk melengkapi infrastruktur abu-abu tradisional. Cara lainnya seperti pemulihan koneksi biru dan hijau dengan gradien tawar-asin atau transisi tanah-air yang lebih lunak, yang menstimulasi pengembangan kondisi yang lebih alami. Akan tetapi, kelompok strategi lain berupaya untuk mengoptimalkan unsur-unsur pelabuhan yang telah dibangun untuk mengurangi kebutuhan pengerukan. Pelabuhan memiliki laju sedimentasi yang tinggi, yang umumnya ditanggapi dengan mengeruk material ini dan mengangkutnya ke lokasi lepas pantai yang jauh. Alternatif yang mempertahankan sedimen di dekat pelabuhan pada akhirnya merupakan tanggapan yang lebih berkelanjutan, karena memanfaatkan kapasitas sistem alami untuk beregenerasi. Apabila pengerukan masih diperlukan, material dapat digunakan kembali untuk mengembangkan habitat batas tepi air. Dengan cara ini, keberadaan pelabuhan dapat memanfaatkan fungsi sistem tersebut dan berkontribusi pada lanskap yang lebih tangguh.

→ Lanskap pelabuhan fiktif yang menggambarkan konsep-konsep *Building with Nature*

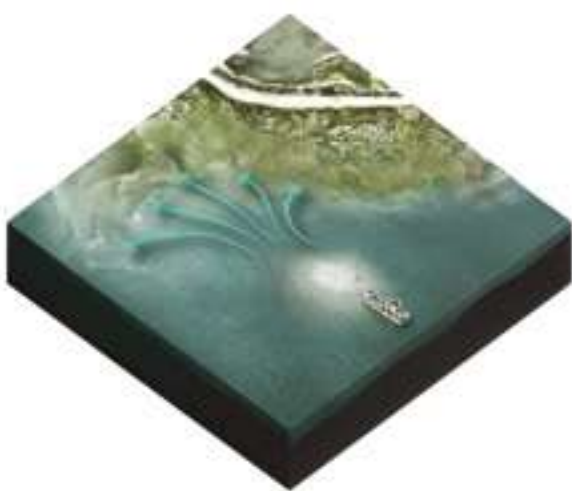


Konsep-konsep *Building with Nature*

→ Penempatan sedimen halus secara strategis

Fasilitas pelabuhan biasanya secara konstan membutuhkan pengerukan untuk pengayaan untuk mempertahankan kemampuan untuk dinavigasi. Penyebaran sedimen yang dikeruk secara strategis memiliki manfaat-manfaat yang dapat diukur dibandingkan dengan metode standar: pembuangan material tepat di luar batas pelabuhan, yang kurang efektif, atau mengangkutnya ke lepas pantai, yang menyingkirkan sedimen dari sistem alami. Penempatan sedimen secara strategis pada lingkungan pasang surut yang dangkal dapat memanfaatkan angin dan ombak untuk menyebarkan material di sepanjang pantai, yang memperkaya rawa wilayah pesisir dan gosong pasir intertidal. Kesesuaian bergantung pada kapasitas pengangkutan sedimen dari sistem tersebut.

- Proyek Percontohan Koehoal Mud Motor, Harlingen
- Penempatan secara strategis di Horseshoe Bend, Morgan City



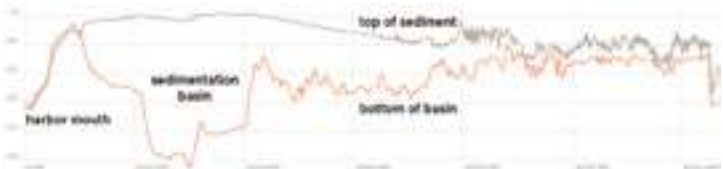
Percontohan Koehoal Mud Motor, Harlingen



Marker Wadden, Danau Marken



Profil longitudinal, Pelabuhan Delfzijl



Pelabuhan Delfzijl

→ Optimalisasi pola aliran

Optimalisasi bentuk pemecah ombak di ujung pelabuhan dapat mengurangi penggerusan dan erosi serta membatasi penumpukan sedimen yang tidak diinginkan. Di suatu pelabuhan, tembok pembelok arus dapat mengendalikan arus demi mengurangi sedimentasi dan pengerukan. Pemecah ombak, dermaga, dan groin semuanya dibangun untuk melindungi pelabuhan dari ombak. Dengan memperhitungkan dinamika sedimen pelabuhan dan daerah di sekitarnya, suatu Rancangan *Building with Nature* dapat menghasilkan struktur serbaguna yang memengaruhi pengangkutan sedimen menuju daerah alami yang dapat menguntungkan. Akibatnya, pemecah ombak dapat membatasi sedimen sirkulasi kembali sedimen dan mengurangi kebutuhan pengerukan untuk pengayaan.

- Tembok pembelok arus Deurganck, Antwerp



← Pembuatan cekungan sedimentasi

Lubang sedimen atau penangkap lanau membantu pengelolaan sedimen pada fasilitas pelabuhan. Daerah yang ditempatkan dan diperdalam secara strategis di dalam pelabuhan atau saluran dan pintu masuk pelabuhan ini dirancang untuk mengendapkan sedimen. Pendalaman lokal dapat berdampak pada adanya dan lokasi lapisan lumpur dan memungkinkan upaya-upaya pengerukan untuk pengayaan yang lebih hemat biaya. Bergantung pada proses-proses yang dominan dari formasi lapisan lumpur cair dan sedimentasi, penangkap lanau dapat membantu mengumpulkan penumpukan sedimen atau meningkatkan efektivitas teknik seperti injeksi air atau pengerukan hidrodinamis.

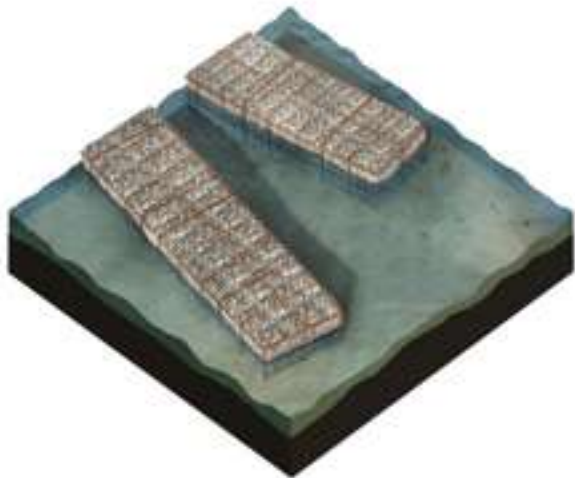
- Penangkap lanau, Pelabuhan Delfzijl

Konsep-konsep *Building with Nature*

→ Pembangunan bronjong dari kerang

Bronjong kerang adalah pemecah ombak alami dengan kemampuan untuk menahan angin dan ombak badai yang telah terbukti, sehingga memitigasi dampak dari cuaca ekstrem pada masyarakat wilayah pesisir. Bronjong tersebut juga berkontribusi pada pengurangan erosi di zona pesisir. Pembenihan dan budi daya kerang pembangun bronjong dapat meningkatkan ketangguhan wilayah pesisir. Sebagai hewan penyaring, kerang juga meningkatkan kualitas air melalui filtrasi. Tiram dan kerang dapat dipanen untuk pangan, yang secara langsung bernilai serta mendukung habitat untuk berbagai spesies lain.

- Proyek Percontohan tiram di muara Eastern
- Pemecah Ombak yang Hidup, New York



Viane West, Eastern Scheldt



→ Pembuatan struktur gantung dan terapung; peningkatan tembok dermaga

Pengembangan kehidupan laut dalam lingkungan pelabuhan melalui penciptaan habitat dapat meningkatkan kualitas air dan mendukung peningkatan keanekaragaman hayati. Struktur-struktur terapung, gantung, dan yang diperkaya di sepanjang tembok dermaga menambah kekerutan dan variasi pada lingkungan bawah air yang seharusnya halus dan monoton. Bentuknya memberikan substrat buatan untuk mendorong penetapan hewan penyaring dan memberikan tempat bersembunyi bagi ikan dan spesies bergerak lain. Struktur-struktur tersebut dapat digunakan dalam lingkungan air tawar atau air asin dengan aksi gelombang yang rendah.

- Proyek percontohan Hula, Pelabuhan Rotterdam
- Amazonehaven, Pelabuhan Rotterdam



← Pemulihan gradien salinitas

Apabila air tawar bercampur dengan air asin di pelabuhan, transisi bertahap dan gradien salinitas yang sebelumnya terjadi secara alami sering kali telah digantikan dengan infrastruktur keras seperti pintu air atau stasiun pompa karena kendala spasial. Zona transisi tersebut penting bagi spesies hewan dan tanaman. Pengalihan air tawar untuk menciptakan kembali zona transisi lunak jauh dari pelabuhan memberikan ruang bagi gradien alami habitat. Manfaat-manfaatnya seperti peningkatan keanekaragaman hayati, peningkatan konektivitas sistem untuk ikan yang bermigrasi, dan pengangkutan sedimen yang diseimbangkan kembali karena retensi di lahan basah wilayah pesisir. Dengan menghilangkan transisi yang sangat berbeda, gradien yang dipulihkan berdampak pada aliran yang berlapis di pelabuhan, yang mengurangi aliran masuk sedimen dan dengan demikian, kebutuhan pengerukan bagi para penyelenggara pelabuhan.

- Pier van Oterdum, Delfzijl
- Sluice Haringvliet, *Hellevoetsluis*



Manfaat ekologis

Meskipun pelabuhan secara tradisional terdiri dari permukaan luas yang halus untuk memfasilitasi pengoperasian, lingkungan ini memiliki potensi untuk mengimbangi atau memperbaiki beberapa dampak lingkungan melalui penciptaan habitat. Melalui pema-haman secara komprehensif akan sistem dan proses yang membentuk lanskap pelabuhan, maka membuatnya mungkin untuk mengembangkan intervensi dan perancangan lokasi untuk mendatangkan mikroorganisme baru, tanaman, dan hewan. Skala fungsi sistem juga penting untuk dipertimbangkan. Pendekatan-pendekatan pemulihan terpadu yang merenca-nakan pelabuhan dan daerah di sekitarnya dapat mengimbangi secara lebih baik kebutuhan ekonomi dengan dampak ekologis terkait dengan cara yang dapat secara langsung atau tidak langsung memberikan manfaat-manfaat sosial. Solusi-solusi tersebut dapat mengun-tungkan alam sebagai bagian dari pembangunan infrastruktur dan juga meningkatkan profil keberlanjutan pelabuhan.

→ Penciptaan habitat dan peningkatan kualitas air

Penciptaan habitat dimulai dengan mengidentifikasi lokasi dan memilih material yang cocok dengan pengoperasian dan struktur pelabuhan. Rich revetment dan struktur gantung atau terapung hadir bersama dengan dan meningkatkan infrastruktur pelabuhan. Habitat yang dibangun untuk kerang, serta pengembangan rawa asin dan dataran lumpur, memanfaatkan daerah bersubstrat lembut untuk mendukung burung yang bermigrasi. Dalam banyak situasi, merupakan hal yang mungkin untuk melakukan intervensi ini dan tidak berdampak pada navigasi dan akses. Pengenalan kembali kehidupan laut di pelabuhan dapat meningkatkan kualitas air untuk menopang keanekaragaman hayati.

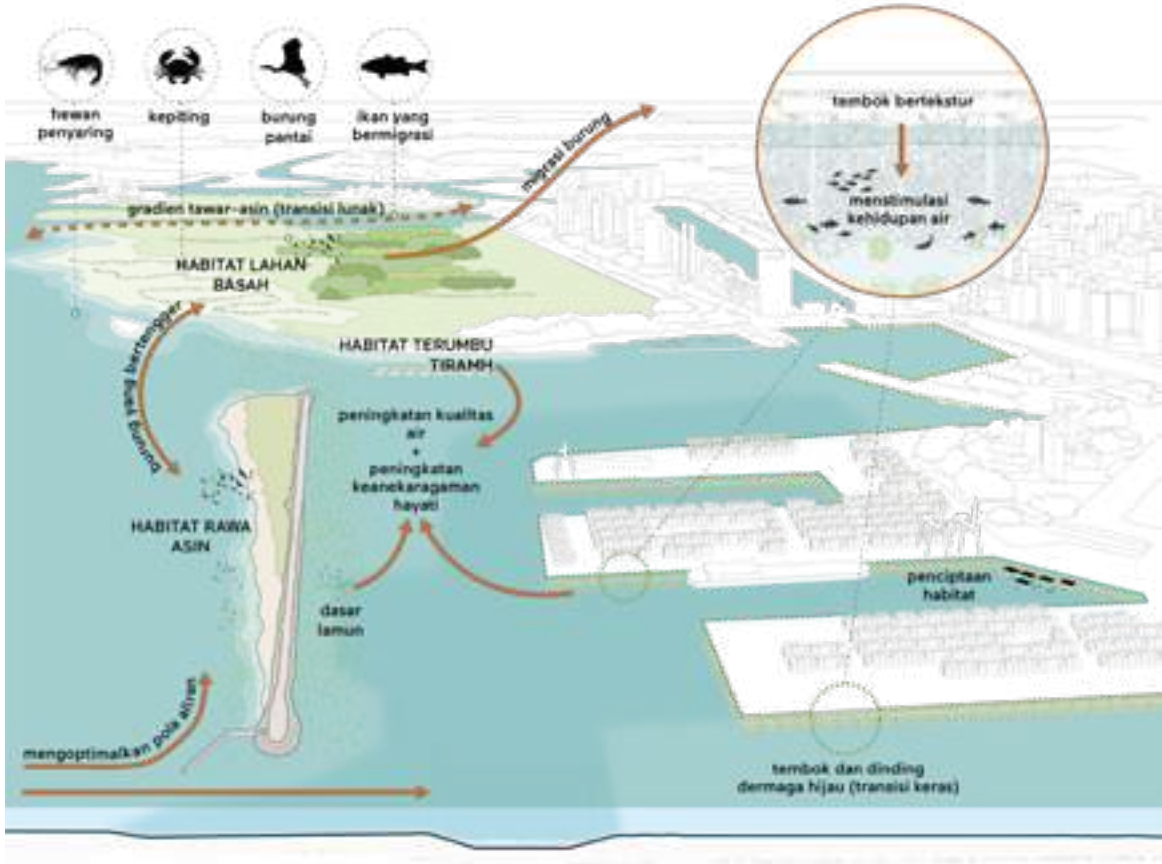


← Peningkatan konektivitas

Persyaratan fungsional pelabuhan sering kali membatasi konektivitas sistem alami. Lanskap tersebut memiliki profil vertikal, saluran yang diperdalam, dan pintu air, sluice, dan sistem pengendali air lain untuk menstabilkan ketinggian air. Pembatasan tersebut terasa di dalam pelabuhan dan menjangkau daerah di sekitarnya. Strategi-strategi yang mengembalikan konektivitas akan memberika keuntungan baik bagi pelabuhan maupun sistem alami dengan memberikan jalan ikan di sekitar pintu air, membuat gradien salinitas di pelabuhan sungai, dan memberlakukan lereng yang lebih dangkal di sekitar pelabuhan menggunakan profil pantai atau daerah tepi air yang tervegetasi atau berpasir daripada pemecah ombak.

↓ Gbr. F.1

Pelabuhan adalah lingkungan yang banyak dibangun di mana jarang terdapat ruang bebas bagi pengembangan alam. Upaya-upaya *Building with Nature* sering kali memerlukan alokasi ruang minimum agar berhasil. Berpikir dari segi jaringan ekologis sangat penting untuk mencapai skala yang diperlukan. Dengan memasukkan beberapa daerah yang lebih kecil ke dalam jaringan yang lebih besar dan mempertimbangkan pelabuhan dengan daerah di sekitarnya, upaya-upaya pemulihan dapat menjadi lebih efektif dan menciptakan kontinum habitat yang lebih kaya..



Tempat tinggal, bekerja, dan berkunjung

→ Mendukung pembangunan berkelanjutan

Pelabuhan masa kini memiliki banyak cara untuk memperluas kegiatan ekonominya dan di saat yang sama membatasi atau menghindari kerusakan lingkungan. Kegiatan pemulihan dan pengelolaan ekosistem dapat menjadi sarana yang berguna untuk pengoperasian dan pengembangan pelabuhan berkelanjutan, yang juga meningkatkan kelayakhunian lingkungan perkotaan di dekatnya. Perspektif jangka panjang tersebut menguntungkan baik bagi pelabuhan maupun daerah di sekitarnya.



Pelabuhan merupakan mesin industri yang memfasilitasi arus barang global. Dengan demikian, pelabuhan sangat terkait erat dengan sejarah kota, warisan budaya, dan identitas. Sekarang ini, pelabuhan merupakan pusat padat karya tingkat kawasan yang mendukung jaringan perdagangan yang luas jauh melampaui tapak fisiknya. Pelabuhan juga harus beroperasi secara bersamaan dengan fitur-fitur alami, aset wisata dan rekreasi, dan masyarakat perkotaan serta kehidupan daerah tepi airnya. Meskipun fasilitas pelabuhan telah membatasi akses untuk keamanan dan keselamatan masyarakat umum, perencanaan lingkungan pelabuhan membutuhkan pandangan yang luas dan inklusif untuk memberikan manfaat-manfaat terbesar bagi wilayah tersebut.

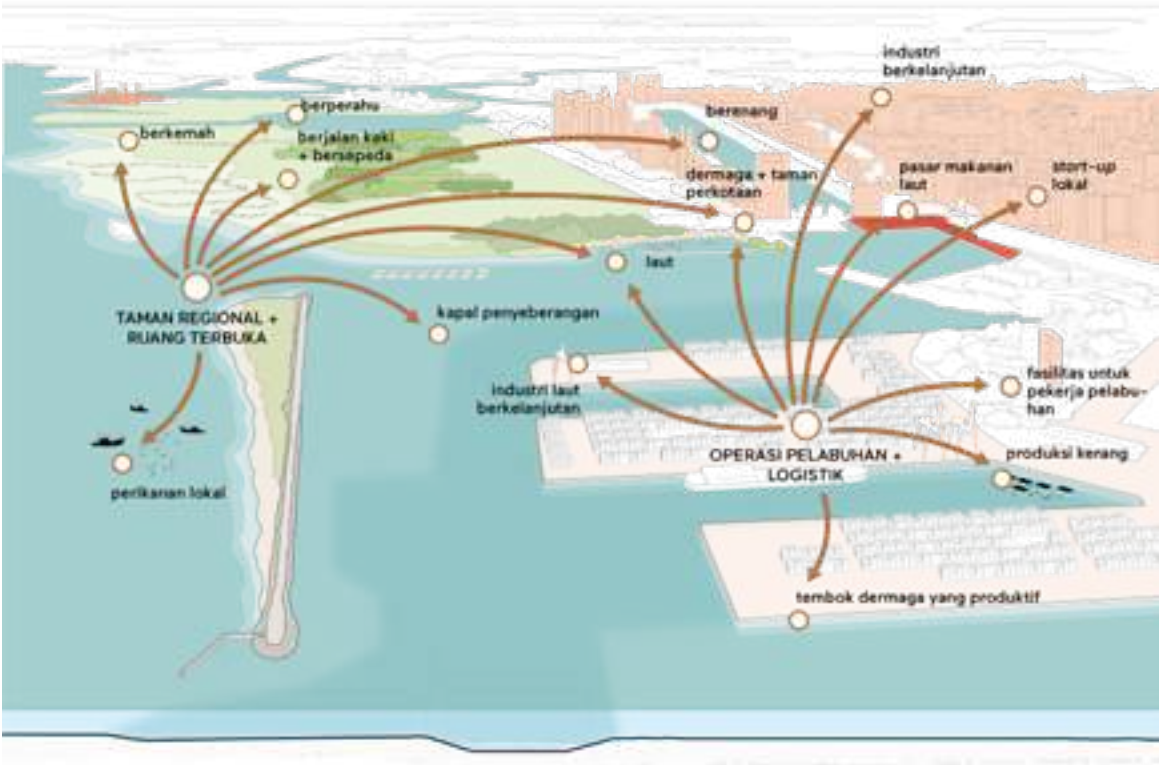
Pengembangan daerah pelabuhan yang lebih berkelanjutan dan terpadu dimulai dengan memahami tujuan-tujuan pengembangan dan menganalisis tekanan yang dihasilkan oleh pelabuhan tersebut. Kegiatan-kegiatan ini termasuk mengatasi sedimen yang terkontaminasi dan infrastruktur limbah dan polusi warisan; mempelajari reklamasi daratan di masa lalu dan bagaimana reklamasi tersebut telah membentuk lingkungan hidup; dan mengenali dampak yang sedang berlangsung dari pengerukan, pelayaran, dan pengendalian ketinggian air.

Mengujicobakan pendekatan baru

Pelabuhan menawarkan tempat yang penting untuk penelitian, inovasi, dan pendidikan yang berfokus pada banyaknya sistem dan proses yang berinteraksi di tempat itu. Para mahasiswa, pengusaha, dan penyelenggara pelabuhan dapat berkolaborasi untuk meningkatkan ekosistem dan jaringan laut. Dengan mempertimbangkan kedekatannya dengan daerah perkotaan, pelabuhan juga merupakan tempat yang luar biasa baik untuk melakukan percontohan dan pemantauan prakarsa *Building with Nature*, yang meningkatkan kesadaran akan kekuatan, proses, dan strategi yang ditangani oleh konsep ini. Publikasi analisis dari intervensi-intervensi yang berkembang dan hidup ini merupakan salah satu cara penting untuk memberitahukan kepada para warga lokal dan pekerja tentang kesempatan keberlanjutan di daerah dengan pembangunan industri yang intensif.

↓ Gbr. F.2

Pelabuhan selalu dibangun dan berkembang, yang sering kali diperluas dan diadaptasi untuk mengakomodasi kapal-kapal yang lebih besar. Sebagai akibatnya, banyak pelabuhan yang mencadangkan tanah untuk pengembangan di masa depan. Lanskap liar ini menawarkan bentuk "alam sementara" yang produktif di mana koloni burung dan tanaman asli tumbuh subur dan mendukung tempat berkembang biak yang produktif hingga terjadinya pengembangan pelabuhan di kemudian hari. Meskipun bersifat sementara, lanskap tersebut dapat menyediakan amenitas termasuk pantai, kegiatan berperahu, mengamati burung, dan rekreasi.



Aliran sumber daya

Pengelolaan sedimen merupakan suatu tantangan yang berkelanjutan bagi pelabuhan yang mengganggu habitat yang ada baik di dalam maupun di sekitar fasilitas ini. Praktik-praktik pengelolaan mengupayakan serangkaian pendekatan, termasuk pembuangan/pemindahan secara meluas dari lokasi sedimentasi; pembuangan/pemindahan secara terkonsentrasi dari perangkat pengumpul khusus; mulai diterapkannya pemecah ombak cerdas dan tembok pembelok arus untuk mengoptimalkan aliran dan mengarahkan sedimen ke lokasi tertentu; dan akhirnya, peningkatan pengetahuan untuk bernavigasi dalam lumpur, yaitu, menyesuaikan pengoperasian dengan kondisi. Strategi-strategi pembuangan/pemindahan sedimen menimbulkan pertanyaan lebih lanjut tentang apakah mengambilnya secara permanen dari sistem lanskap—misalnya, melalui pembuangan di lepas pantai atau dengan memindahkan sedimen yang belum terkontaminasi menjadi tanah liat—atau memindahkan sedimen secara strategis di area tersebut sehingga sedimen dapat digunakan kembali untuk pengayaan rawa dan lahan basah serta mempertahankannya tetap berada di dalam lanskap.



↑ Pengerahan/penggunaan kembali sedimen yang dikeruk

Tanah liat merupakan sumber daya yang bernilai dengan banyak kegunaan. Misalnya, tanah liat digunakan di Belanda untuk membangun dan memperkuat tanggul, mempertinggi lahan pertanian yang permukaan menurun, dan membuat batu bata. Penyelaras persediaan dan kebutuhan dapat mengubah sedimen yang tidak diinginkan menjadi material yang berguna. *Building with Nature* telah memelopori dan mempelajari kelayakan proses pematangan untuk mengubah sedimen yang diambil dari daerah pelabuhan menjadi tanah liat untuk tujuan-tujuan yang bermanfaat ini.

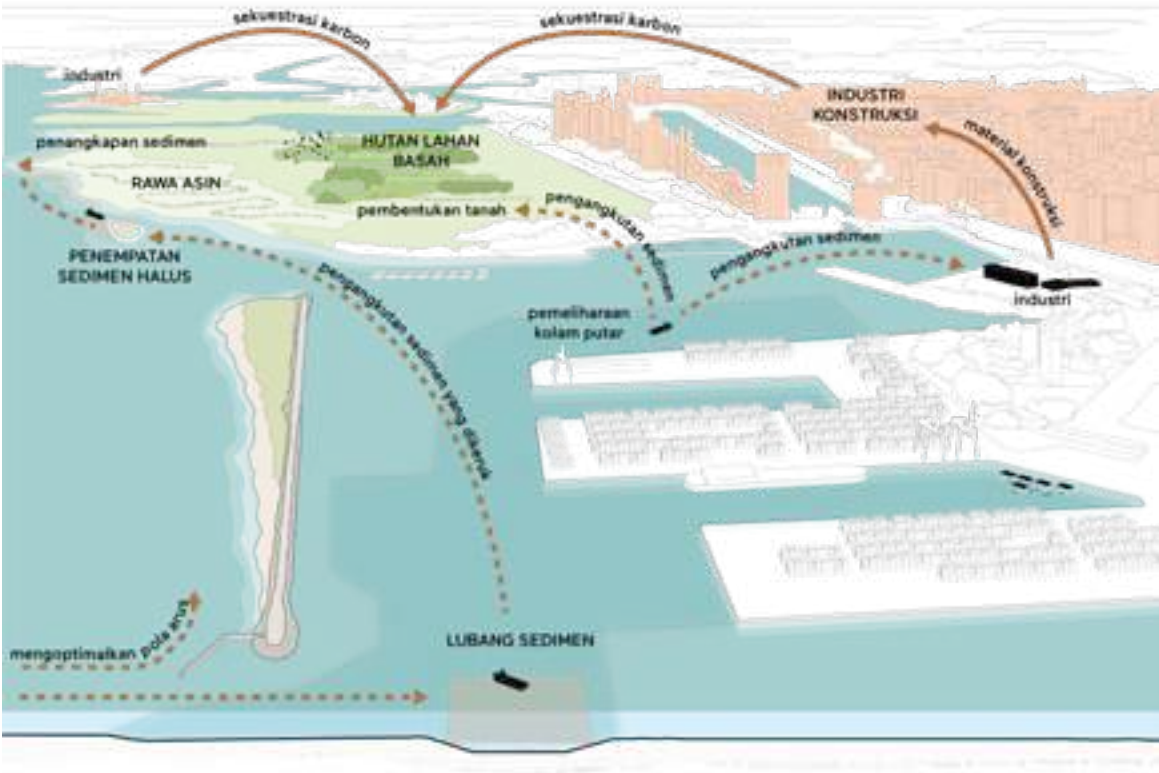
→ Optimalisasi aliran sedimen

Sebagai lingkungan yang dinamis dengan aliran laut yang aktif, pelabuhan mengelola sedimen untuk mempertahankan kemampuan untuk dinavigasi. Strategi-strategi yang mengurangi kebutuhan pengerukan menguntungkan para penyelenggara pelabuhan dan lingkungan alami. Strategi-strategi ini mencakup mengalihkan kali untuk mengelola transisi air tawar-asin, menciptakan ruang bagi lahan basah wilayah pesisir demi mempertahankan sedimen, mengoptimalkan aliran dengan pemecah ombak cerdas dan dermaga, serta mengendapkan secara strategis sedimen yang dikeruk untuk penciptaan habitat di lahan basah dan rawa. Alternatif dari strategi-strategi mitigasi dan penyingkiran ini berfokus pada peningkatan kemampuan untuk dinavigasi dari lapisan lumpur dengan mengalirkan kembali lumpur dan upaya-upaya navigasi lain.



↓ Gbr. F.3

Pengerukan untuk pengayaan menghabiskan biaya yang mahal, dari segi moneter bagi para penyelenggara pelabuhan dan dalam dampak pengerukan bagi ekosistem. Pengoperasian pengerukan dan pengendapan sedimen mengganggu habitat dan menghasilkan air keruh. Banyak pelabuhan yang mengalami aliran kembali, yang mengarahkan kembali material yang dikeruk kembali ke pelabuhan. Penataan ulang dasar laut merupakan suatu pendekatan untuk mempercepat kolonisasi kembali lokasi kerukan, sedangkan penyebaran lumpur secara strategis dapat mendorong penciptaan habitat. Apabila pasang surut dan arus dimanfaatkan untuk mengangkut material ke suatu lokasi yang diinginkan, sedimen yang dikeruk pada akhirnya dapat memperkaya dataran lumpur, rawa asin, dan lahan basah lain.



Pendekatan terpadu

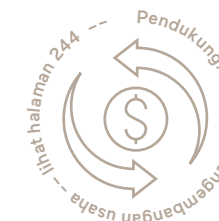
Building with Nature membantu para pengembang pelabuhan mempertimbangkan dan melaksanakan solusi-solusi perluasannya untuk menyelaraskan sistem alam dan pemangku kepentingan secara lebih baik. Sasarannya adalah untuk menciptakan solusi-solusi yang memenuhi persyaratan fungsional dari pengoperasian pelabuhan dan di saat yang sama meminimalkan kerusakan lingkungan atau bahkan mengembangkan keuntungan, misalnya, memulihkan habitat yang rusak. Penyusunan suatu proposal pengembangan usaha pada tahap awal pengembangan proyek bukan hanya membantu tim untuk menilai kelayakan dengan mengklarifikasi biaya dan manfaat akan tetapi juga mengembangkan pembahasan tentang optimalisasi rasio biaya-manfaat dan membantu pengembang dalam membiayai proyek.

Sistem-sistem alami yang hidup selalu berubah, yang kurang dapat diprediksi. Meskipun biayanya dapat dipahami, manfaat-manfaatnya tidak dapat diukur dengan mudah, bahkan ketika manfaat-manfaat tersebut merupakan

manfaat yang bermakna dan dapat diukur. Terlebih lagi, banyak lingkungan pelabuhan yang terdiri dari beberapa pemilik lahan dan berbagai operator yang melaksanakan perencanaan dan fungsi secara terpisah. Identifikasi beberapa manfaat yang terkait dengan pendekatan-pendekatan *Building with Nature* dan penyelarasan pengembangan dan proses secara paralel, yang mencocokkan biaya bagi suatu pihak dengan kesempatan bagi pihak lain merupakan kegiatan yang bernilai. Suatu ketika pada saat Pelabuhan Harlingen berupaya untuk membuang sedimen yang dikeruk, EcoShape mampu memfasilitasi suatu perjanjian antara pelabuhan dan badan konservasi lokal, Fryske Gea, di mana sedimen tersebut digunakan untuk mendorong pengembangan rawa asin dan mendukung burung untuk berkembang biak. Penggunaan material yang dikeruk dengan cara tersebut berhasil karena pemilik pelabuhan bersedia untuk beroperasi di luar batas pelabuhan dan melalui penyelarasan kebutuhan akan manfaat bersama. Kolaborasi dan koordinasi mengubah suatu tantangan operasional menjadi suatu proyek yang layak untuk dilakukan.

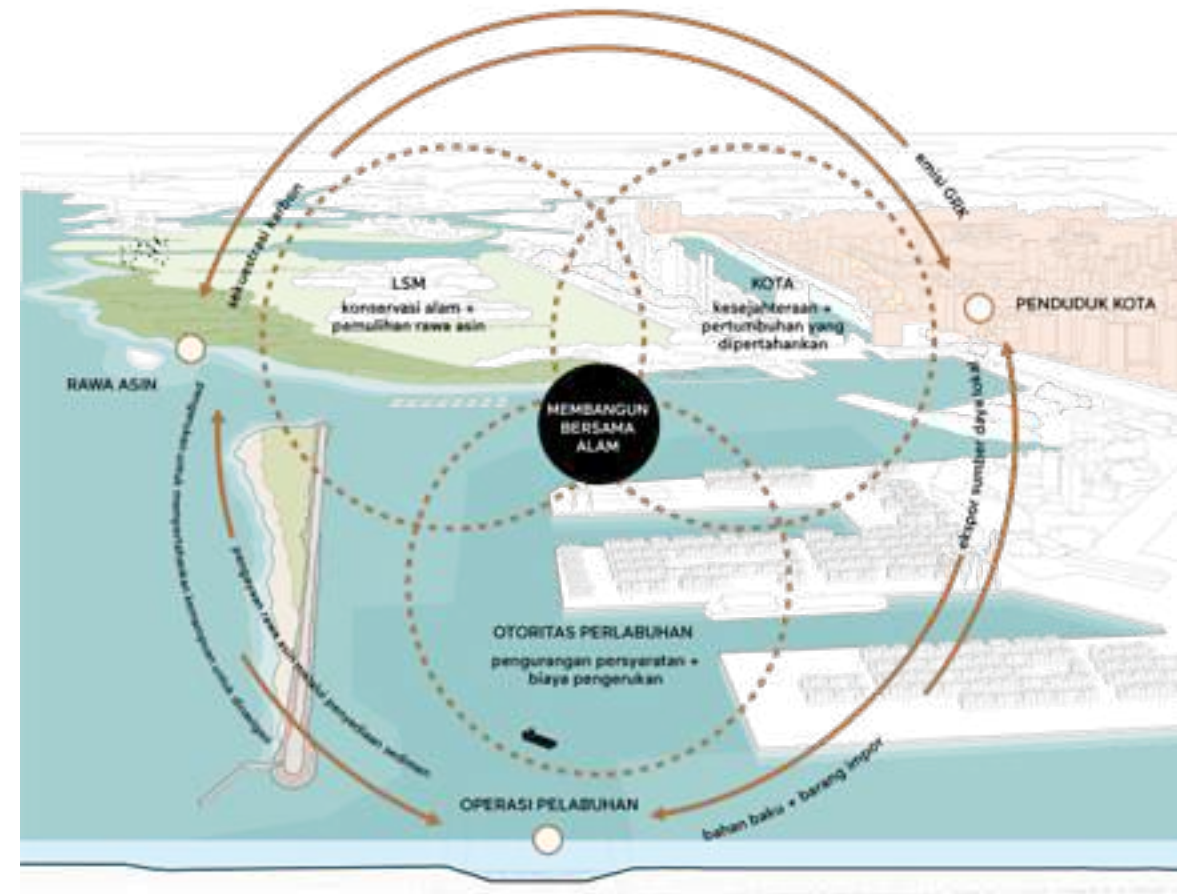
→ Belajar dari konteks lokasi

Di sepanjang pantai berpasir Teluk Guinea di Dangote, Nigeria, sebuah pabrik penyalinan baru perlu membuat fasilitas pelabuhan dengan perlindungan wilayah pesisir untuk meredam energi ombak. Daripada menerapkan pemecah ombak biasa yang terbuat dari karet dan beton, yang dapat memicu erosi dan kehilangan habitat, pabrik penyalinan tersebut menerapkan pemecah ombak beting pasir (*sandbar*) dengan volume batu yang diminimalkan dan pengisian pasir tambahan untuk mencegah erosi lokal. Pelaksanaan suatu rancangan yang memanfaatkan sistem-sistem alami yang ada telah menghasilkan suatu proyek yang hemat biaya dan tetap menjadi alternatif lokal untuk memancing dan akses pantai.



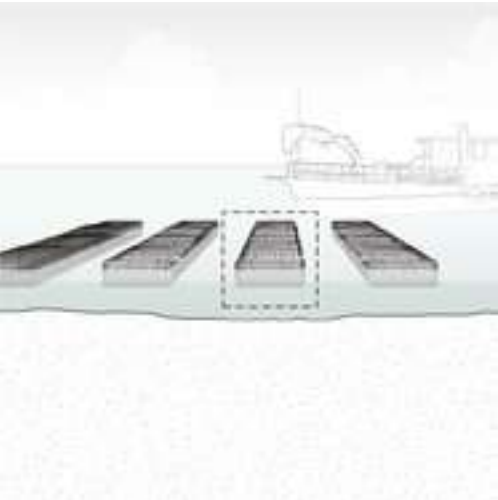
↓ Gbr. F.4

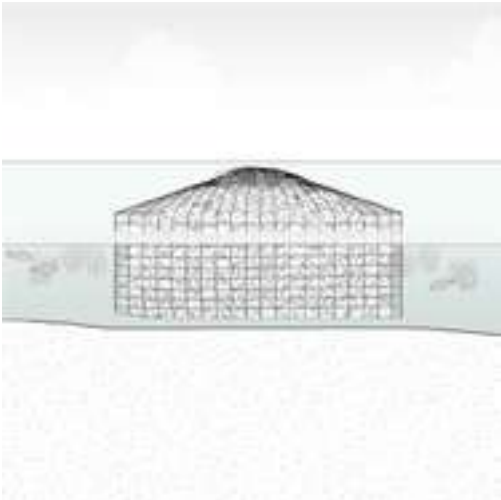
Seperti lingkungan pelabuhan, solusi-solusi *Building with Nature* dan proposal-proposal pengembangan usahanya juga harus dipertimbangkan dalam konteks ekologis yang lebih luas. Keberhasilan proyek memerlukan kolaborasi antara pemilik pelabuhan, pemerintah dan LSM, serta pemangku kepentingan lokal. Pelaksanaannya juga harus mempertimbangkan daerah dampak yang lebih luas yang tidak dibatasi oleh batas pelabuhan.



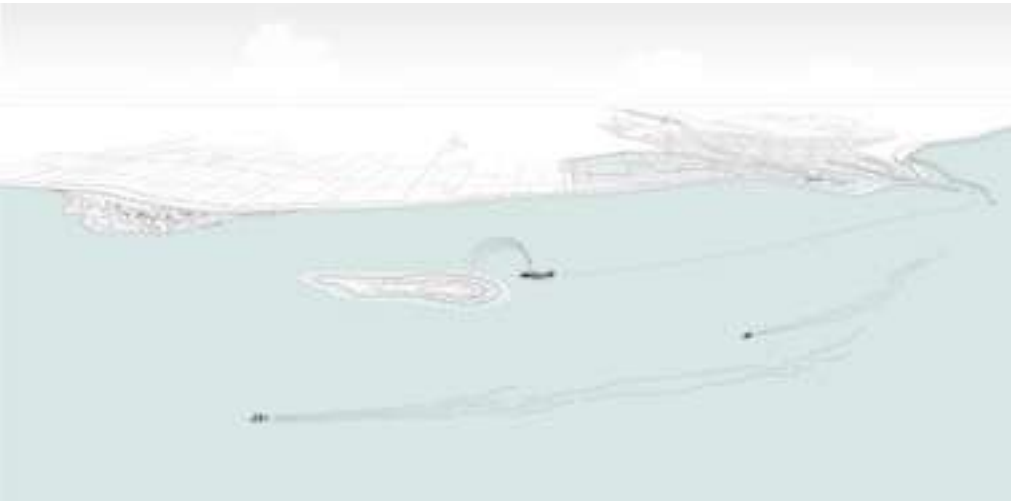
Sistem yang berkembang

Gbr. F.5	Tim Peneliti menempatkan bronjong (gabion) yang penuh dengan kerang tiram pada saat surut.	Gbr. F.6	Larva tiram menetap dan mulai bertumbuh dengan <i>filter feeding</i> .
----------	--------------------------------------------------------------------------------------------	----------	------------------------------------------------------------------------

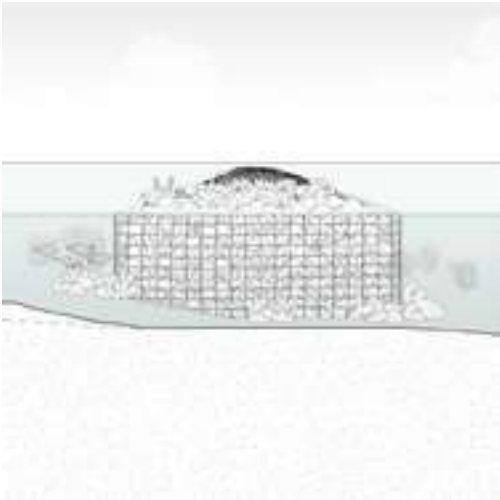


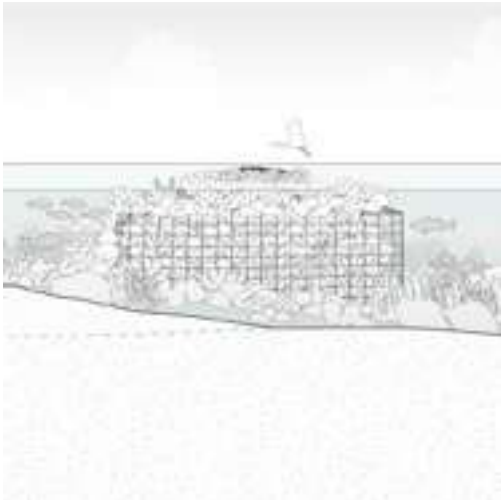


Gbr. F.9	Operator Pelabuhan mengendapkan sedimen yang telah dikeruk dekat dengan rawa sasaran.
----------	---------------------------------------------------------------------------------------

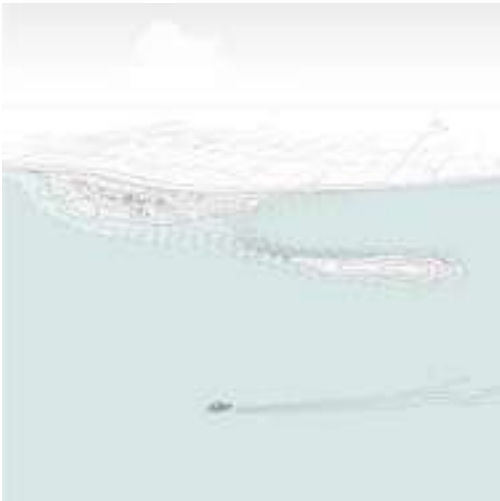


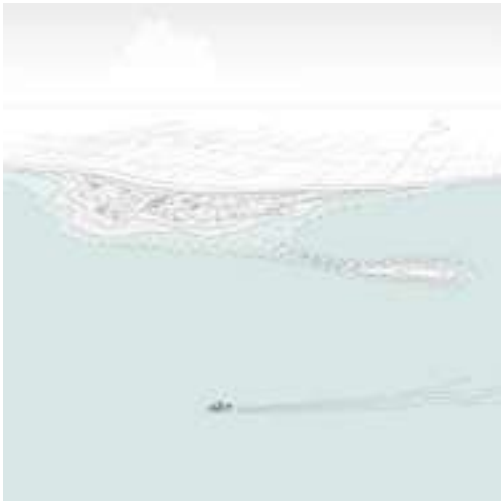
Gbr. F.7	Karang tiram mulai terbentuk, bertumbuh melewati bronjong.	Gbr. F.8	Karang tiram terus bertumbuh seiring dengan peningkatan permukaan air laut.
----------	------------------------------------------------------------	----------	-----------------------------------------------------------------------------



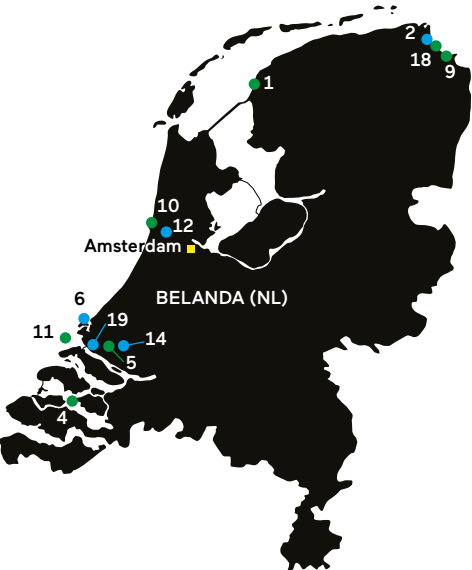
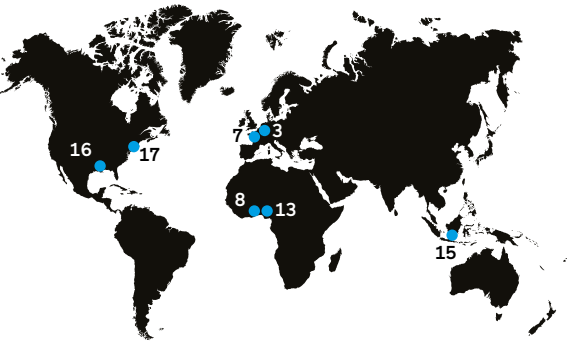


Gbr. F.10	Angin, ombak, dan gelombang pasang surut menyebar sedimen di sepanjang pesisir.	Gbr. F.11	Tanaman rawa asin menangkap sedimen dan kemudian mengembangkan rawa.
-----------	---------------------------------------------------------------------------------	-----------	----------------------------------------------------------------------





Sumber dan Referensi



Proyek terkait (● EcoShape / ● Pihak lain)

- Dengan urutan kemunculan dalam bab ini
- 1 Percontohan Koehoal *Mud Motor*, Harlingen, NL
 - 2 Penangkap lanau di pintu masuk pelabuhan, Delfzijl, NL
 - 3 Tembok pembelok arus Deurganck, Antwerp, Belgia
 - 4 Percontohan tiram di muara Eastern Scheldt, Zierikzee, NL
 - 5 Proyek percontohan Hula, Pelabuhan Rotterdam, NL
 - 6 Amazonehaven, Pelabuhan Rotterdam, NL
 - 7 Pembangunan Pulau Burung di Pelabuhan 2000, Le Havre, Prancis
 - 8 Studi kasus Pelabuhan Tema, Ghana
 - 9 Percontohan Pematangan Tanah Liat, Delfzijl, NL
 - 10 Struktur pemecah ombak *eco-concrete*, IJmuiden, NL
 - 11 Lubang penambangan pasir ekologis di Maasvlakte 2, Pelabuhan Rotterdam, NL
 - 12 Pelabuhan penyeberangan Perkpolder, NL
 - 13 Pemecah ombak *Sandbar*, Dangote, Nigeria
 - 14 The Green Gateway, Rotterdam, NL

- 15 Air sebagai Sarana untuk Kota yang Tangguh, Pelabuhan Semarang, Indonesia
- 16 Penempatan secara strategis di Horseshoe Bend, Morgan City, Amerika Serikat
- 17 Pemecah Ombak yang Hidup, New York, Amerika Serikat
- 18 Pier van Oterdum, Delfzijl, NL
- 19 Sluice Haringvliet, Hellevoetsluis, NL

References

- Airoidi, L. et al. (2005). *An ecological perspective on the deployment and design of low-crested and other hard coastal defence structures*. Coastal Engineering, 52(10–11), 1073–1087.
- Baptist, M. J. et al. (2019). *Beneficial use of dredged sediment to enhance salt marsh development by applying a “Mud Motor”*. Ecological Engineering, 127, 312–323.
- De Boer, W. et al. (2019). *Mapping the sandy beach evolution around seaports at the scale of the African continent*. Journal of Marine Science and Engineering, 7(5), 51.
- Kirichek, A. et al. (2018). *How navigable are fluid mud layers?* Terra et Aqua: International Journal on Public Works, Ports and Waterways Developments, 151, 7–18.
- Muller, J. R. M. et al. (2020). *Building for nature: Preserving threatened bird habitat in port design*. Water, 12(8), 2134.
- Paalvast, P. et al. (2012). *Pole and pontoon hulass: An effective way of ecological engineering to increase productivity and biodiversity in the hard-substrate environment of the port of Rotterdam*. Ecological Engineering, 44, 199–209.
- Schoonees, T. et al. (2019). *Hard structures for coastal protection, towards greener designs*. Estuaries and Coasts 42, 1709–1729.
- Van der Spek, B. J. et al. (2020). *Sandbar breakwater: An innovative nature-based port solution*. Water, 12(5), 1446.
- Van Eekelen, E. et al. (2016). *Muddy waters and the Wadden Sea Harbours*. Proceedings of the 21st annual World Dredging Congress (WODCON XXI). Miami, Florida.

Sumber online

- *PIANC publications*—situs web ikhtisar Asosiasi Dunia untuk Infrastruktur Transportasi Air (*World Association for Waterborne Transport Infrastructure/PIANC*) untuk publikasi teknis, termasuk tentang Solusi-Solusi Berbasis Alam dan keberlanjutan
- *Ports of the Future*—situs web prakarsa Deltares
- *World Ports Sustainability Program*—situs web program yang berfokus pada pelaksanaan tujuh belas tujuan pembangunan berkelanjutan



Untuk sumber dan referensi tambahan, kunjungi ecoshape.org/library

Kepemimpinan

Dalam konteks *Building with Nature*, kepemimpinan lebih dari sekedar memimpin suatu kelompok, organisasi, atau proses. Kepemimpinan berarti berpikir melampaui batas praktik tradisional, bekerja lintas disiplin ilmu dan organisasi untuk mempersatukan orang-orang dan mencapai inovasi, sering kali melalui perencanaan jangka panjang dan kegigihan. Kepemimpinan tersebut sangat penting bagi perwujudan proyek-proyek multifungsi yang belum pernah terjadi sebelumnya di antara pembangunan infrastruktur dan pemulihan alam.

Banyak proyek EcoShape yang menunjukkan nilai dari kepemimpinan yang kuat dan visioner. Di Belanda, proyek-proyek ini termasuk *Sand Motor*, proyek untuk Program Perlindungan Belanda terhadap Banjir (*Dutch Flood Protection Programme/HWBP*) dan Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK), serta proyek di sekitar Delfzijl seperti pengembangan daerah tepi air Marconi dan prakarsa program Eems-Dollard 2050. Dalam setiap hal, proyek-proyek tersebut memiliki pemimpin yang luar biasa: Masing-masing kepala departemen Rijkswaterstaat, direktur dewan air, dan wali kota dari kota lokal. Di Demak, Indonesia, kepemimpinan *Building with Nature* berasal baik dari Kementerian Kelautan dan Perikanan di tingkat nasional dan pendukung lokal dalam masyarakat desa. Wawancara ini mempertimbangkan peran dari para pemimpin dalam konteks lokal Bangladesh dan Indonesia, di mana perwujudan Solusi-Solusi Berbasis Alam menawarkan potensi besar baik bagi konservasi alam maupun pembangunan ekonomi.



Saleemul Huq
Direktur, Pusat Internasional
untuk Perubahan Iklim dan
Pembangunan (International
Centre for Climate Change and
Development)

Sebagian besar pekerjaan Anda berada di antara perubahan iklim dan pembangunan lokal. Bagaimana kondisi tersebut telah mengubah pemikiran Anda dan menyebabkan Anda mendukung Solusi-Solusi Berbasis Alam?

Selama bertahun-tahun, pekerjaan saya adalah mempelajari dampak-dampak dari perubahan iklim pada masyarakat yang sangat miskin dan rentan di negara-negara berkembang. Fokusnya belakangan ini adalah pada persiapan perubahan iklim di masa depan, namun pada tahun 2020, perubahan iklim tersebut tidak lagi terjadi di masa depan—itu terjadi saat ini. Saya telah melukukannya di negara saya, Bangladesh, selain di negara-negara yang disebut sebagai negara terbelakang. Nama tersebut tidak berarti kami tidak berdaya. Nama tersebut berarti bahwa orang-orang memiliki banyak ketangguhan, pengetahuan asli, dan modal sosial yang dapat kami manfaatkan. Sering kali, orang-orang miskin dipersalahkan karena menghancurkan alam. Akan tetapi, kami mendapati bahwa mereka jauh lebih baik dalam hidup bersama alam daripada orang-orang di negara maju. Misalnya, pekerjaan kami di tingkat masyarakat sering kali dilakukan dalam kolaborasi dengan para nelayan. Mereka memiliki kesadaran untuk memelihara alam karena mata pencaharian mereka bergantung padanya. Secara bersama-sama, kami mengupayakan adaptasi berbasis masyarakat.

Bagaimana hal ini tercermin di Bangladesh?

Meskipun Bangladesh memiliki kinerja yang cukup baik dari segi pembangunan ekonomi, PDB, industrialisasi, produksi pangan, dan penanganan kekurangan gizi, kinerja tersebut sayangnya tercapai dengan mengorbankan lingkungan, ekosistem, dan habitat alami kami. Kami merupakan sebuah negara yang kaya akan sumber daya alam, seperti hutan mangrove Sundarban, yang merupakan hutan mangrove terbesar di dunia. Terbagi dengan India, Sundarban merupakan Situs Warisan Dunia yang menjadi tanggung jawab kami untuk dilestarikan dan dipelihara. Setiap warga Bangladesh sangat bangga akan Sundarban dan harimau Benggala Kerajaan. Budaya kami didasarkan pada empati bawaan yang kuat bagi alam.

Misalnya, Kementerian Perencanaan sedang bertanya tentang Solusi-Solusi Berbasis Alam untuk melihat apakah mereka dapat memasukkannya ke dalam rencana-rencana mereka. Saya menganggapnya sebagai kesempatan untuk melibatkan lembaga perencanaan nasional, insinyur, arsitek, dan

perencana terkait dengan cara untuk mengajukan suatu pilihan pembangunan yang memenangkan semua pihak, baik secara sosial maupun ekonomi. Kami memerlukan alternatif dari pendekatan konservatif, yang belum terlalu berhasil. Sebagian karena kami diberitahukan oleh pemerintah kami: “Kita harus membangun, sehingga jangan beri tahu kami tentang konservasi.” Akan tetapi, apabila kami dapat memastikan bahwa jalu perencanaan pembangunan selanjutnya lebih mengakui isu-isu lingkungan dan Solusi-Solusi Berbasis Alam, kami dapat mengikuti jalan yang lebih harmonis yang tidak menghancurkan alam dan menggunakan manfaat-manfaat dari Solusi-Solusi Berbasis Alam untuk maju.

Menurut Anda, apa yang membuat para perencana, pengambil kebijakan, dan pengambil keputusan mengakuinya sebagai langkah maju yang layak diambil?

Pertama, kehancuran terlihat dengan jelas. Masyarakat yang mencintai dan ingin melestarikan alam memiliki kesadaran yang kuat. Di Chakaria Sundarban, hutan mangrove lainnya, pemerintah mengizinkan tambak udang, dan orang-orang menebang pohon untuk membuat tambak. Selama beberapa tahun, tambak tersebut sangat menguntungkan, akan tetapi setelah beberapa waktu, tambak udang tersebut tidak lagi layak diusahakan. Tambak tersebut rusak, tidak dikelola dengan baik, dan merugi. Dampak-dampak dari kehancuran alam yang tidak terkendali terlihat jelas oleh para pengambil kebijakan—kesadaran tersebut merupakan terobosan besar. Bahkan perdana menteri mengatakan bahwa hal ini seharusnya tidak terjadi, dan kami seharusnya mencari cara untuk hidup bersama alam.

Kedua, Bangladesh merupakan negara yang rentan terhadap bencana dengan sejarah dan kemampuan untuk menanganinya. Kami tidak dapat menghentikan peristiwa bencana, akan tetapi kami mampu mengelolanya secara cukup efektif. Dengan perubahan iklim, pengelolaannya menjadi lebih sulit karena dampak bencana akan menjadi lebih parah. Kami mengakui kerentanan kami terhadap perubahan iklim di Bangladesh dengan cukup dini, lebih dari sepuluh tahun lalu. Semua kementerian nasional harus memasukkan suatu program perubahan iklim untuk menerima sumber daya yang dialokasikan. Saya menganggap tingkat kesadaran akan iklim dan dampak-dampaknya sebagai suatu faktor utama dalam menggerakkan para pengambil kebijakan dan perencana keluar dari zona nyaman tradisional mereka yang berfokus pada pembangunan ekonomi dan infrastruktur. Mereka mengakui bahwa menghentikan atau mengendalikan alam melalui rekayasa memiliki keterbatasan, yang mengalihkan kami menjauh dari paradigma lama.

Salah satu dari tantangan dari pembangunan ekonomi adalah cakupannya. Bagaimana Anda melibatkan para mitra untuk Solusi-Solusi Berbasis Alam yang memerlukan pengawasan jangka panjang?

Kami berada di tahap awal untuk mencoba menghubungkan pengawasan dengan pembangunan. Kami tidak dapat lagi hidup dengan paradigma konservasi, untuk melindungi dan tidak mengizinkan apa pun di dalamnya. Kita harus mengelola hidup bersama alam dan mengizinkan beberapa

“Para pengambil kebijakan . . . mengakui bahwa menghentikan atau mengendalikan alam melalui rekayasa memiliki keterbatasan, yang mengalihkan kami menjauh dari paradigma lama”

Saleemu1 Huq

pembangunan di tingkat lokal dan nasional. Jaringan Solusi Berbasis Alam yang telah kami buat mempersatukan skala, contoh, dan ekosistem yang berbeda. Ekosistem yang berbeda memerlukan solusi yang berbeda, sehingga kami harus mempersatukan para pemangku kepentingan untuk mengidentifikasi dan membahas cara untuk melangkah maju.

Parlemen Bangladesh merupakan parlemen pertama yang menyatakan keadaan darurat dunia, dengan iklim dan perlindungan keanekaragaman hayati sebagai dua pilarnya. Panitia Kerja untuk Lingkungan (Standing Committee on Environment) sedang mempelajari rencana pelaksanaan. Kami juga memiliki yang disebut sebagai Rencana Delta, yang merupakan suatu rencana jangka panjang yang didasari pada Rencana Delta Belanda.

Sebelumnya, Anda berkomentar tentang pemanfaatan pengetahuan asli untuk menangani sistem-sistem alami. Anda juga mengatakan bahwa warga lokal, secara umum, dapat menjadi para pendukung dari solusi-solusi ini.

Memang. Kami memiliki tiga sungai besar—Gangga, Brahmaputra, dan Meghna—dan di wilayah-wilayah ini, banjir adalah hal yang biasa. Selama musim monsun, semuanya tenggelam. Pada musim kering, terdapat banyak lahan, yang merupakan perbedaan besar dari segi ekosistem. Mata pencaharian dan budaya lokal telah beradaptasi. Orang-orang menanam dan memanen padi sebelum monsun dimulai. Segera setelah air naik, orang-orang membangun rumah mereka di atas bukit kecil. Desa-desa bukit kecil ini terlihat seperti pulau di tengah laut. Anda tidak lagi dapat melihat ujung sungai. Orang-orang mengeluarkan perahu dan jala mereka; mereka memancing.

Akan tetapi, seiring waktu, kami menjadi masyarakat yang lebih terurbanisasi, dan anak-anak kami tidak lagi memiliki pengalaman yang beragam tersebut. Bahkan di daerah-daerah perdesaan, produksi pertanian sepanjang

tahun dimungkinkan dengan membangun perlindungan terhadap banjir. Perlindungan tersebut berhasil untuk sementara namun mulai gagal. Sekarang, kami merekomendasikan poldernya dikembalikan ke fungsi campuran pertanian dan perikanan serta tidak hanya melindungi mereka demi menanam padi.

Tidak seperti Belanda, kami tidak dapat membangun tanggul di seluruh delta. Di Bangladesh, kami harus beradaptasi kembali dengan gagasan hidup bersama sungai. Sekarang, kami mengakui bahwa kami telah terlalu lama menuju ke arah yang salah dan harus melakukan perbaikan. Dimensi sosial juga berperan. Seperti yang saya katakan, orang-orang miskin jauh lebih baik dalam melestarikan dan memelihara alam, meskipun mereka telah dipinggirkan. Kita tidak dapat mengharapkan generasi tua, yang dilatih untuk mengatasi masalah dengan cara tertentu, akan sepenuhnya menerima paradigma Solusi-Solusi Berbasis Alam yang baru. Dalam hal ini, saya sangat berharap pada generasi muda, dan saya dapat melihat bahwa mereka lebih terbuka pada pendekatan-pendekatan inovatif. Menurut saya, mereka akan mengatasi masalah yang kita buat dan gagal kita atasi. •••



Muhammad Yusuf
Direktur Pendayagunaan
Pesisir dan Pulau–Pulau Kecil,
Direktorat Jenderal Pengelolaan
Ruang Laut, Kementerian
Kelautan dan Perikanan
Republik Indonesia



Fegi Nurhabni
Wakil Direktur Mitigasi Bencana
dan Adaptasi Perubahan Iklim,
Kementerian Kelautan dan
Perikanan Republik Indonesia

Kementerian Kelautan dan Perikanan telah berperan aktif dalam mendukung *Building with Nature* di Demak. Apa motivasi untuk mendukung proyek ini?

Muhammad Yusuf: Terdapat perbedaan geografis yang mencolok di seluruh Indonesia. Ekosistem mangrove di wilayah timur Indonesia, Pulau Papua, misalnya, sangat sehat. Memancing di daerah ini sangat menguntungkan. Di wilayah barat Indonesia, sistem hutan mangrove sudah rusak, terutama karena pertumbuhan penduduk. Sistem hutan mangrove telah digantikan dengan budi daya perairan dan pembangunan industri. Kami telah mengeks-ploitasi ikan dan udang, sehingga kami harus memulihkannya di wilayah barat Indonesia. Langkah pertama adalah memulihkan hutan mangrove. Pemulihan ini sering kali terjadi melalui penanaman, akan tetapi cara tersebut memiliki keterbatasan. Misalnya, beberapa daerah pesisir terlalu berbatu, atau tidak memiliki sedimen yang cukup, atau memiliki terlalu banyak energi ombak. Dengan menangkap sedimen dengan struktur permeabel—atau rekayasa campuran, sebagaimana yang kami sebut—hutan mangrove dapat berege-nerasi sementara air mengalir melewatinya dengan lambat. Seiring dengan pertumbuhan pohon mangrove, mereka mengambil alih struktur.

Jadi Anda memulainya di Demak?

Muhammad Yusuf: Ya. Kementerian Kelautan dan Perikanan dan konsorsium *Building with Nature* mulai bekerja bersama dengan pemerintah dan masya-rakat lokal, yang didukung dengan sumber daya pendanaan dari Eropa.

Fegi Nurhabni: Pada tahun 2012, Han Winterwerp (Deltares; Universitas Teknologi Delft), Femke Tonneijck (Wetlands International), dan yang lainnya datang ke Indonesia dan menyajikan konsep tersebut kepada direktur sebe-lumnya. Pada saat itu, kami berpikir bahwa konsep tersebut dapat diterapkan di Indonesia karena struktur tersebut akan lebih murah daripada struktur keras konvensional. Konsep tersebut menggunakan material lokal dan alami, dan proyek tersebut juga memerlukan keterlibatan anggota masyarakat. Konsep tersebut memiliki beberapa kelebihan yang dapat meningkatkan kesejahteraan dari para pemangku kepentingan masyarakat wilayah pesisir kami, dan khususnya nelayan.

Apakah Anda dapat menjelaskan pentingnya upaya-upaya pengelolaan wilayah pesisir terkait dengan sistem ekonomi?

Muhammad Yusuf: Baik komponen lingkungan maupun ekonomi sama-sama penting. Wilayah pesisir Indonesia memiliki penduduk yang padat, sehingga kami harus mencari kesempatan untuk membantu para warga memahami nilai dari sistem wilayah pesisir alami. Kelihatannya terdapat persepsi bahwa sabuk hijau tidak penting bagi pembangunan ekonomi, sehingga mereka sering kali diubah menjadi tambak ikan. Kami harus mengakui bahwa hutan mangrove jauh lebih penting bagi generasi selanjutnya daripada tambak ikan.

Fegi Nurhabni: Konsep yang kami terapkan di Demak bukan hanya tentang pemulihan hutan mangrove, akan tetapi juga tentang pengembangan sumber-sumber penghasilan bagi masyarakat melalui budi daya perairan berkelanjutan, penangkapan di alam liar, pariwisata, atau cara lain. Demikianlah pemanfaatan ekosistem mangrove di sini. Keuntungannya bukan hanya bagi lingkungan tetapi juga bagi perekonomian lokal.

Pelajaran apa yang Anda pelajari di Demak, dan apakah Anda berencana untuk menerapkannya di tempat lain di Indonesia?

Muhammad Yusuf: Berdasarkan keberhasilan di Demak, kementerian telah mene-rapkan rekayasa campuran di berbagai lokasi di Indonesia. Akan tetapi, kami kebanyakan bekerja sendiri, tanpa pemerintah lokal, dan tanpa LSM. Kami menghadapi banyak masalah, khususnya terkait dengan komponen sosial, dengan mempertimbangkan keterbatasan kami sebagai suatu organisasi pemerintah. Kami berhasil di Demak, akan tetapi kami tidak dapat mene-rapkan begitu saja apa yang kami pelajari di sana pada daerah lain. Setiap masyarakat memiliki sikap dan perilaku yang berbeda

Fegi Nurhabni: Harus terdapat proses yang baik untuk mengambil keputusan yang benar berdasarkan kebutuhan masyarakat lokal. Kami harus menemu-kan keseimbangan antara nilai lingkungan dan ekonomi: suatu solusi yang memenangkan semua pihak. Itulah yang terjadi di Demak: kami memulih-kan ekosistem, akan tetapi kami juga membuat tambak ikan menjadi jauh lebih produktif.

Anda mengatakan bahwa Anda menghadapi keterbatasan dalam cara Anda menerapkan upaya-upaya ini. Secara spesifik, apa saja keterbatasan ini?

Muhammad Yusuf: Pemerintah pusat dan lokal memiliki kebijakan dan prioritas yang berbeda. Kami harus mengembangkan satu tujuan, satu tujuan proyek. Kami harus menyelaraskan pemerintah lokal dengan kebijakan pemerintah pusat, yang merupakan suatu tantangan besar sekarang ini.

“Kami harus mengakui bahwa hutan mangrove jauh lebih penting bagi generasi selanjutnya daripada tambak ikan.”

Muhammad Yusuf

Fegi Nurhabni: Kami tidak dapat terlibat dalam pekerjaan tata kelola sosial dengan cara biasa. Dalam lima tahun terakhir, anggaran diprioritaskan pada infrastruktur. Kami berperan untuk membangun struktur rekayasa campuran tanpa menerapkan metode lain, seperti pendekatan perikanan. Alasan itulah yang membuat kami terbuka untuk bekerja sama dengan para pihak lain, seperti dalam proyek *Building with Nature*..

Muhammad Yusuf: Sinergi di semua tingkat pemerintah sangat penting. Kami harus bertemu dengan pemerintah lokal, penduduk desa, LSM, dan pemerintah nasional untuk mengembangkan suatu Rencana Aksi Nasional. Kegiatan ini memerlukan waktu dan tanggung jawab di semua tingkat pemerintah. Selain itu, kesepakatan dari semua pihak diperlukan. Sangat penting agar kami berfokus pada struktur beserta kontribusi sosial, ekonomi, dan pemerintah lokal pada program ini.

Fegi Nurhabni: Kami berharap untuk lebih banyak berkolaborasi di masa depan sehingga kami dapat mengatasi masalah daerah pesisir kami dengan berbagai pendekatan. Rekayasa campuran bukan satu-satunya solusi, meskipun kami masih harus mengidentifikasi tempat penerapan terbaiknya.

Bagaimana masa depan *Building with Nature* Indonesia?

Muhammad Yusuf: Kami harus berkolaborasi. Melalui pekerjaan kemitraan, *Building with Nature* dapat menjadi kesempatan bagi pemerintah Indonesia untuk melakukan kemajuan di bidang ini. ...



Desa Timbulsloko, Demak



Desa Surodadi, Demak

Pendukung *Building with Nature*

Building with Nature telah dilaksanakan di berbagai serangkaian konsep. Meskipun demikian, sering kali tidak mudah untuk mewujudkan suatu proyek yang menggunakan konsep-konsep *Building with Nature*. Dengan memanfaatkan pengalaman belajar sambil bekerja, kolaborasi antarsektor, penelitian mendasar, dan proyek percontohan selama lebih dari satu dekade, EcoShape telah mengidentifikasi enam unsur inti, atau pendukung penting, yang mengatasi karakteristik proyek *Building with Nature* yang khas.

Building with Nature mewakili suatu peralihan paradigma karena *Building with Nature* menekankan pada pemahaman akan proses dan sistem alami sebagai dasar penciptaan Solusi-solusi berbasis Alam. Proyek-proyek inovatif ini sangat berbeda dari solusi-solusi infrastruktur abu-abu tradisional seperti tanggul dan bendungan. *Building with Nature* bersifat dinamis, multifungsi, khusus konteks, dan inovatif. Untuk mendukung *Building with Nature*, aspek-aspek ini harus dipertimbangkan secara saksama di seluruh proses pembangunan. Pertanyaan utamanya adalah: Bagaimana?

PENDEKATAN MULTIPEMANGKU KEPENTINGAN

Bagaimana saya dapat melibatkan semua pemangku kepentingan melalui fase desain, implementasi, pengelolaan, dan pemantauan?

PENGETAHUAN TEKNOLOGI DAN SISTEM

Bagaimana saya dapat merancang solusi *Building with Nature* saya secara terperinci?

PENGELOLAAN, PENGAYAAN, DAN PEMANTAUAN SECARA ADAPTIF

Bagaimana saya dapat mengelola, memelihara, dan memantau fungsi dari suatu solusi *Building with Nature*?

PENGEMBANGAN KAPASITAS

Bagaimana saya mempromosikan filosofi *Building with Nature*?

Bagaimana saya memastikan apakah *Building with Nature* berlaku terhadap proposal pengembangan usaha saya?

PROPOSAL PENGEMBANGAN USAHA

Bagaimana *Building with Nature* dibandingkan dari segi biaya, risiko, dan manfaat dengan infrastruktur tradisional?

Bagaimana saya dapat membentuk suatu masyarakat *Building with Nature* di sekeliling proyek saya?

INSTITUTIONAL EMBEDDING

Bagaimana solusi *Building With Nature* saya sesuai dengan norma dan peraturan setempat?

Bagaimana keputusan dan persetujuan untuk implementasi dapat difasilitasi?

Bagaimana saya mengidentifikasi pemangku kepentingan dan mitra terkait untuk menghubungkan permintaan dan kebutuhan dengan cara terbaik?

Bagaimana penerapan *Building with Nature* dapat didanai dan dibiayai?

Bagaimana saya merancang dan menyelenggarakan pengelolaan dari suatu proyek agar beradaptasi dengan kondisi yang berubah?

Memulai

Pendukung-pendukung *Building with Nature* membantu merencanakan pertimbangan penting pada awal setiap proyek dan membuat proses pengembangan menjadi mudah tercapai. Konteksnya akan menentukan kepentingan tertentu dari setiap pendukung dalam suatu proyek atau prakarsa, meskipun semua proyek diuntungkan oleh pertimbangan akan semua pendukung. Halaman-halaman selanjutnya memerinci bagaimana pendukung mendukung proyek-proyek *Building with Nature* tertentu. Informasi yang lebih terperinci tentang pendukung dan sarananya tersedia pada platform online EcoShape.



Institutional embedding

Building with Nature harus cocok dalam konteks kelembagaan lokal, sesuai dengan norma dan peraturannya. Kebijakan dan proses lanjut dapat dikembangkan untuk mendukung penciptaan secara bersama-sama, kemitraan, dan skema pendanaan yang diperlukan untuk melaksanakan *Building with Nature*. Aspek penting untuk dipertimbangkan:

- Mencocokkan *Building with Nature* dalam konteks, norma, dan peraturan yang ada
- Menciptakan suatu lingkungan kebijakan di mana undang-undang konservasi dan instrumen formal ditangani
- Berhubungan dengan pendukung internasional termasuk Perjanjian Paris, Kerangka Sendai, Target Keanekaragaman Hayati Aichi (*Aichi Biodiversity Targets*), Konvensi tentang Keanekaragaman Hayati (*Convention on Biological Diversity*), dan resolusi-resolusi yang didukung oleh Konvensi Ramsar tentang Lahan Basah (*Ramsar Convention on Wetlands*), Konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa untuk Memerangi Penggurunan (*United Nations Convention to Combat Desertification*), dan tujuan pembangunan berkelanjutan



Proposal pengembangan usaha

Suatu proposal pengembangan usaha yang baik dan meyakinkan dapat secara efektif memberikan dukungan dan pembiayaan untuk penerapan *Building with Nature*. Sulitnya mengukur berbagai penghematan dan manfaat bersama dari *Building with Nature* adalah tantangan utamanya, karena keuntungan lunak dan ketidakpastian kinerja dari dinamika alami. Aspek penting untuk dipertimbangkan:

- Penetapan model usaha yang optimal berdasarkan keahlian teknik tradisional dan konservasi alam serta pengetahuan finansial
- Peningkatan estimasi biaya pengayaan dan layanan serta manfaat tambahan (yaitu akses wilayah pesisir, produksi ikan, sekuestrasi karbon)
- Pengembangan pengaturan dan prasyarat pembiayaan (aliran penciptaan nilai yang laik bank)



Pengelolaan, pengayaan, dan Pemantauan

Rancangan-rancangan *Building with Nature* bersifat dinamis: mereka berkembang dalam kondisi iklim yang berubah. Perkembangan ini memerlukan suatu pendekatan yang adaptif untuk mengelola, memelihara, dan memantau kinerja jangka panjangnya.

- Perimbangan upaya dan investasi awal dengan keteradaptasian dan ketangguhan
- Integrasi strategi-strategi pengayaan ke dalam proses pembangunan
- Perencanaan dan teknik untuk pengelolaan dan pemantauan secara adaptif untuk menangani dinamika alami dalam berbagai skala waktu dan spasial



Pendekatan multipemangku kepentingan

Building with Nature jarang dapat dilaksanakan oleh satu pihak. Keberhasilan proyek memerlukan keterlibatan pemangku kepentingan sejak awal dan selama semua tahap perancangan, pelaksanaan, pengoperasian, dan pengayaan secara berkelanjutan. Aspek penting untuk dipertimbangkan:

- Kerja sama antara pemangku kepentingan dan pendekatan multifungsi yang integral
- Pendekatan pengembangan koalisi, penciptaan secara bersama-sama, dan partisipasi masyarakat untuk menyelaraskan ambisi
- Penilaian dan keterlibatan pemangku kepentingan



Pengetahuan teknologi dan sistem

Building with Nature memerlukan pengetahuan akan konsep dan teknologi tertentu untuk merancang Solusi-Solusi Berbasis Alam. Selain itu, pengetahuan akan ekosistem lokal, sistem sosial, dan sistem fisik sangat penting agar setiap proyek *Building with Nature* berjalan. Aspek penting untuk dipertimbangkan:

- Analisis sistem berskala besar, pemahaman tentang proses penggerak (fisik dan ekologi), serta dinamika alami
- Konsep-konsep *Building with Nature* yang cocok dengan lanskap yang berbeda
- Pendekatan perancangan dan sarana penilaian *Building with Nature*



Pengembangan kapasitas

Pengembangan kapasitas di antara para pengambil kebijakan, pengelola industri, dan masyarakat lokal merupakan hal yang sangat penting. Pengembangan kapasitas terjadi melalui pendidikan, pelatihan, dan pembagian pengetahuan. Orang-orang yang mengetahui tentang filosofi *Building with Nature* memiliki kemungkinan yang lebih besar untuk mendukung dan berpartisipasi dalam penerapannya, yang merupakan manfaat untuk meningkatkan dan khususnya, sangat penting bagi pengayaan Solusi-Solusi Berbasis Alam. Aspek penting untuk dipertimbangkan:

- Peningkatan kesadaran akan filosofi dan potensi *Building with Nature*
- Pendidikan bagi para praktisi baru tentang *Building with Nature* melalui program-program pelatihan
- Penciptaan komunitas *Building with Nature* di sekitar proyek Anda

Pengembangan daerah tepi air Marconi

Di Delfzijl, pengembangan daerah tepi air Marconi berskala besar menerapkan beberapa prinsip *Building with Nature* dalam proyek yang sama: pengembangan tersebut menghasilkan enam belas hektar rawa asin perintis dan tiga belas hektar rawa asin untuk rekreasi dengan jalur berjalan kaki dan tempat persembunyian untuk pengamatan burung; pengembangan tersebut memperluas pantai kota dan mengembangkan bulevar multifungsi. Proyek tersebut berkontribusi pada pengurangan risiko banjir, peningkatan habitat rawa asin, penambahan nilai rekreasi, dan membantu menghubungkan kembali Delfzijl dengan laut. Inovasi utamanya adalah integrasi dari berbagai fitur alami dengan beberapa manfaat dalam satu proyek. Pengembangan ini menyempurnakan penggunaan konteks lokal dan ambisi untuk memulihkan identitas Delfzijl yang berfokus pada laut, yang telah berkurang selama seabad terakhir karena industrialisasi yang meluas dan pekerjaan penguatan tanggul secara bertahap.



Institutional embedding

Pengumpulan beberapa proyek menjadi satu pengembangan besar memungkinkan *institutional embedding*. Strategi ini memastikan penerimaan hukum dari proposal proyek secara keseluruhan dan pendaftaran hasil kompensasi (dampak negatif dari suatu subproyek pada daerah terproyeksi Natura 2000 dapat diseimbangkan dengan dampak positif dalam subproyek-subproyek lain). Pengembangan tersebut tidak hanya mempertimbangkan dampak lokal tetapi juga kontribusi keseluruhan pada aspek ekosistem secara luas seperti pengelolaan sedimen tersuspensi, perubahan hidromorfologis, pengembangan dan pemulihan rawa, serta perlindungan spesies burung. Selain itu, perubahan morfologis yang mungkin terjadi karena pengembangan rawa asin dapat diremediasi sebagian dengan menghilangkan endapan yang terendam, yang dimasukkan sebagai suatu subproyek pilihan.



Proposal pengembangan usaha

Proposal pengembangan usaha untuk pengembangan daerah tepi air Marconi didasarkan pada kemitraan dan perencanaan terpadu. Lembaga-lembaga yang berpartisipasi mampu mengumpulkan dana untuk tugas dan sasaran mereka sendiri. Penyelarasan tugas ini mendukung proposal pengembangan usaha tersebut untuk memperoleh manfaat ekonomi dari fungsi yang beragam dan penghubungan revitalisasi perkotaan dengan alam. Pengembangan daerah tepi air alami dan fasilitas rekreasi serta penguatan tanggul menjadi landasan dari pengaturan finansial proyek tersebut. Kegiatan-kegiatan ini menghasilkan aliran pendanaan tambahan melebihi dan di atas anggaran khusus lembaga.



Pendekatan multipemangku kepentingan

Pengembangan daerah tepi air Marconi mungkin dilakukan berkat tindakan bersama oleh berbagai kelompok pemangku kepentingan dan koordinasi oleh kota Delfzijl. Penguatan tanggul berada di bawah yurisdiksi dari dua dewan air. Pemerintah provinsi dan nasional berupaya untuk meningkatkan sistem alami muara. Otoritas pelabuhan berfokus pada kesempatan pengembangan. LSM di bidang alam ingin meningkatkan pengalaman di Laut Wadden Sea, yang merupakan sebuah Situs Warisan Dunia UNESCO. Komitmen dari semua pemangku kepentingan pada perwujudan proyek tersebut dijamin melalui kolaborasi yang diresmikan yang digerakkan oleh suatu kelompok pengarah di mana semua pihak diwakili; sebuah rencana integral yang menyeimbangkan ambisi dari masing-masing pihak untuk mendorong hasil yang sama-sama menguntungkan; dan tentunya, kharisma dan bakat politik wali kota.



Pengetahuan teknologi dan sistem

Dua rawa asin dirancang berdasarkan pemahaman yang menyeluruh akan sistem fisik dan ekologis, seperti kekuatan hidrodinamis dan pertumbuhan vegetasi lokal pada substrat yang berbeda. Rancangan tersebut memasukkan prasyarat ekosistem rawa asin seperti waktu genangan (ketinggian tanah), perlindungan terhadap ombak (melalui pemecah ombak), dan pola aliran (pembentukan alur air). Bagian utama daerah tepi air dikembangkan dengan pasir, akan tetapi lapisan atas dibentuk dan diolah secara khusus untuk memfasilitasi pengembangan rawa asin. Untuk menemukan pendekatan terbaik dalam rangka membentuk rawa asin perintis, EcoShape bereksperimen dengan jenis sedimen. Tanah liat keras dengan berbagai persentase dicampur dengan lapisan atas substrat pasir di seluruh petak yang berbeda di daerah pengujian. Vegetasi asli disemai di daerah pengujian yang ditetapkan. Variabilitas dalam pasir, kandungan halus, dan daerah yang disemai memungkinkan tim untuk mengevaluasi bagaimana parameter ini memengaruhi perkembangan morfologis dan ekologis rawa asin.



Bukit Pasir Hondsbossche

Tanggul laut Hondsbossche Pettemer merupakan suatu segmen penting dari perlindungan wilayah pesisir Belanda. Untuk meningkatkan ketangguhannya, penghalang lunak alami yang terdiri dari tiga puluh juta meter kubik pasir digunakan ke arah laut tanggul. Daerah yang disebut Gumuk Pasir Hondsbossche ini sekarang melindungi daratan dari laut. Sistem pertahanan yang sama ini digunakan di sepanjang seluruh garis pantai antara Hook of Holland dan Den Helder. Pembangunan sistem gumuk pasir besar tersebut belum pernah terjadi sebelumnya, dan lokasinya di muka tanggul secara khusus bersifat inovatif. Strategi pembuatan kontraknya juga merupakan inovasi dalam pembuatan kontrak dengan nilai terbaik yang berupaya untuk menghasilkan beberapa manfaat dengan memasukkan aspek-aspek kualitas dalam evaluasi tender. Fitur-fitur seperti peningkatan variabilitas topografi dan pembentukan lembah gumuk pasir basah, serta penyediaan pantai, jalur sepeda, dan fasilitas akses untuk rekreasi, dengan jelas menunjukkan serangkaian manfaat yang dihasilkan oleh proyek tersebut.



Pendekatan multipemangku kepentingan

Otoritas air dan pemerintah pusat mengemban tanggung jawab atas konsultasi publik yang sering terjadi. Para kontraktor yang tanggung jawab atas rancangan, konstruksi, dan pengayaan proyek bergabung dalam rapat-rapat ini dan mengubah gagasan-gagasan dari masyarakat secara langsung menjadi rancangan. Hasil penting dari proses keterlibatan pemangku kepentingan di Gumuk Pasir Hondsbossche dapat dilihat dari karya terbangunnya. Pertama, sistem gumuk pasir-pantai dibangun ke arah laut dari tanggul asli, karena pilihan ke arah darat dianggap bertentangan dengan perspektif lokal dan budaya pengelolaan air Belanda. Kedua, lembah gumuk pasir basah dan variasi topografi dimasukkan dalam rancangan tersebut untuk memulai pengembangan gumuk pasir alami. Terakhir, pembangunan laguna, gumuk pasir rekreasi dan tempat untuk melihat pemandangan, jalur sepeda yang menarik, dan banyaknya penyeberangan gumuk pasir menunjukkan bagaimana pemangku kepentingan meminta infrastruktur rekreasi dimasukkan dalam sistem berpasir yang baru ini.



Institutional embedding

Pendekatan pembuatan kontrak dengan nilai terbaik diterapkan dalam proses pengadaan. Pendekatan ini memungkinkan penilaian kualitas dalam pembangunan infrastruktur. Pemilik proyek menetapkan nilai kualitas dengan harga fiktif. Pada saat suatu pelelang memperoleh nilai pada suatu aspek kualitas tertentu, diskon fiktif diberikan pada harga penawaran sesungguhnya. Dengan cara ini, pelelang dapat memenangkan suatu kontrak tanpa menawarkan harga terendah namun dengan memiliki kualitas yang baik. Pengembangan alam atau ekosistem dan fungsi lain dengan demikian menjadi bagian dari penilaian tersebut. Di sini, pengembangan alam diberi nilai sebesar €10 juta, rekreasi €5 juta, dan efektivitas pengayaan €10 juta. Pendekatan ini memberikan insentif bagi pasar untuk bertindak secara berbeda, yang memungkinkan rancangan multifungsi untuk menciptakan solusi-solusi yang sama-sama menguntungkan dan menerapkan prinsip-prinsip *Building with Nature*.



Pengembangan kapasitas

Dinamika yang membentuk sistem gumuk pasir-pantai di sepanjang garis pantai Belanda beserta nilai dari sistem-sistem ini dapat dipahami dengan baik. Akan tetapi, para pemangku kepentingan tertarik untuk memahami apa yang sesungguhnya akan terjadi dalam lanskap Gumuk Pasir Hondsbossche yang baru. Untuk mempelajarinya secara hati-hati, EcoShape melakukan suatu program pemantauan dan penelitian selama jangka waktu empat tahun. Data dikumpulkan dan dinilai melalui sesi dengan para tenaga ahli di lapangan. Studi ini menghasilkan penafsiran dan analisis yang lebih baik, selain peningkatan pemahaman umum akan sistem gumuk pasir di antara mahasiswa, ilmuwan, perancang, dan pejalan kaki. Semua hasil disediakan kepada masyarakat, sehingga Gumuk Pasir Hondsbossche juga berkontribusi pada upaya pengembangan kapasitas yang berkelanjutan yang difokuskan pada solusi-solusi pantai berpasir.

Pengelolaan, pengayaan, dan pemantauan secara adaptif

Pengayaan Gumuk Pasir Hondsbossche dikelola secara adaptif: jumlah pasir dinilai setiap tahun untuk menentukan kebutuhan pengisian pasir lebih lanjut. Untuk mengatasi variabilitas dalam perilaku morfologis setelah pembangunan sistem baru tersebut, kontrak inovatif lain untuk pengembangan juga mencakup periode pengayaan selama dua puluh tahun dalam lini masa proyek, selain rancangan dan konstruksi. Di satu pihak, kontrak ini mengalihkan ketidakpastian awal tentang perilaku rancangan dari pemilik proyek kepada kontraktor, yang mengubah biaya pengayaan menjadi biaya pengembangan. Di lain pihak, kontrak tersebut menciptakan insentif tambahan bagi kontraktor untuk mengoptimalkan rancangan melalui pengelolaan, pengayaan, dan pemantauan secara adaptif.



Building with Nature Indonesia

Masyarakat di wilayah utara Jawa mengalami erosi wilayah pesisir yang berdampak pada garis pantai sepanjang ratusan kilometer. Di kabupaten Demak, lebih dari tiga ratus kilometer persegi daratan telah hilang ke laut, termasuk seluruh desa. Program *Building with Nature* telah menyediakan dasar bagi pemulihan pantai mangrove dan perekonomiannya secara berkelanjutan. Pendekatannya yang terpadu dan multidimensi merupakan suatu inovasi untuk pemulihan. Upaya-upaya spesifik mengatasi erosi, mencegah kerusakan ekosistem, dan mendukung pemulihan hutan mangrove demi mengurangi risiko banjir dan intrusi air asin. Secara bersamaan, program tersebut berupaya untuk merevitalisasi perekonomian lokal melalui budi daya perairan hutan mangrove campuran dan memulihkan penggunaan lahan multifungsi yang akan memungkinkan pertumbuhan ekonomi yang inklusif setelah garis pantai menjadi stabil. Akhirnya, proyek tersebut memanfaatkan berbagai perkembangan kebijakan di tingkat lokal, regional, dan nasional yang ditujukan untuk peningkatan lebih lanjut.



Pendekatan multipemangku kepentingan

Program *Building with Nature* diprakarsai untuk melindungi masyarakat lokal dan membantu perekonomian mereka dalam mengadopsi penggunaan sistem hutan mangrove wilayah pesisir yang telah dipulihkan secara berkelanjutan. Pertama, para pemangku kepentingan lokal—termasuk para anggota masyarakat—dilibatkan dalam perancangan, konstruksi, dan pengayaan struktur permeabel yang mendorong sedimentasi alami. Kedua, program tersebut mulai menerapkan mekanisme insentif finansial yang dikenal sebagai Bio-rights, yang memadukan produktivitas ekonomi dengan upaya-upaya konservasi dan pemulihan lingkungan. Sebagai imbalan atas dilakukannya upaya-upaya konservasi dan pemulihan secara aktif, masyarakat menerima dukungan finansial untuk mengembangkan mata pencaharian berkelanjutan yang dapat memberikan penghasilan jangka panjang. Daripada mempekerjakan personel lokal untuk memelihara struktur permeabel, para penduduk desa menerima pinjaman untuk proyek pembangunan yang menggunakan sumber daya wilayah pesisir, seperti peningkatan produktivitas tambak ikan, atau penyediaan fasilitas bagi para wisatawan. Pinjaman kredit mikro ini diubah menjadi pembayaran setelah berhasil melaksanakan layanan konservasi pada akhir periode kontrak. Dalam hal Demak, pinjaman ini menghasilkan upaya-upaya keselamatan wilayah pesisir di satu pihak dan budi daya perairan berkelanjutan di lain pihak. Sejak tahun 2017, kontrak Bio-rights dirundingkan dengan sepuluh kelompok masyarakat yang berbeda, yang masing-masing diawasi oleh suatu pemerintah desa. Setiap masyarakat setuju untuk mengubah beberapa tambak kembali menjadi hutan mangrove untuk mencegah erosi lebih lanjut—suatu hasil yang sebelumnya dianggap tidak mungkin.



Institutional embedding

Program *Building with Nature* menerapkan berbagai perkembangan kebijakan untuk memastikan *institutional embedding* dan penerimaan secara lebih luas. Di tingkat lokal, upaya-upaya *Building with Nature* didukung oleh rencana pembangunan desa dan peraturan penggunaan lahan. Secara regional, peningkatan adaptasi dan pengelolaan risiko bencana didukung dengan penciptaan daerah yang dilindungi dan kebijakan pengelolaan zona pesisir yang baru untuk kabupaten Demak dan provinsi Jawa Tengah. Untuk memitigasi dan beradaptasi dengan penurunan permukaan tanah, program memprakarsai Peta Jalan Regional Penurunan Permukaan Tanah dalam kolaborasi dengan provinsi Jawa Tengah dan Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi. Peta Jalan Nasional Penurunan Permukaan Tanah menyediakan titik permulaan yang berguna. Peta jalan tersebut diprakarsai oleh kementerian tersebut, Wetlands International, dan para mitra lain pada tahun 2018 dan diluncurkan pada tahun 2019 oleh gugus tugas kepresidenan. Dialog Air menyediakan suatu forum bagi para pemangku kepentingan di daerah aliran sungai Semarang-Demak untuk memberikan masukan ke dalam peta jalan regional.



Pengembangan kapasitas

Pendekatan *Building with Nature* tidak dikenal pada awal proyek Demak pada tahun 2013. Akan tetapi pengembangan kapasitas pada berbagai tingkat pada akhirnya meningkatkan kesadaran dan pemahaman. Di tingkat lokal, Sekolah Lapang Wilayah Pesisir diprakarsai untuk melatih masyarakat dalam memahami sistem, budi daya perairan berkelanjutan, dan efektivitas pemantauan. Di tingkat regional, delapan lembaga penelitian dan perguruan tinggi terkenal berpartisipasi dalam serangkaian kelas pelatihan *Building with Nature* dan selanjutnya memasukkan filosofi rancangan dalam kurikulum mereka, yang disampaikan kepada lebih dari dua ribu mahasiswa setiap tahun. Di tingkat internasional, Universitas Teknologi Delft menyelenggarakan dua kelas online besar yang terbuka untuk mendidik generasi insinyur dan ahli ekologi baru yang bekerja bersama alam daripada menentangnya, yang sangat penting bagi pelaksanaan *Building with Nature* di masa depan dalam skala luas. Tujuan utama yang diperoleh dari upaya-upaya ini adalah untuk melembagakan pendekatan *Building with Nature* di antara kementerian dan otoritas di tingkat lokal, daerah, dan nasional. Misalnya, perencanaan dan pelaksanaan di Demak diselenggarakan dengan program-program lapangan Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia dan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Indonesia. Kedua kementerian tersebut telah membantu menciptakan lingkungan yang dapat mendukung *Building with Nature* di seluruh Indonesia.



Pengelolaan, pengayaan, dan pemantauan secara adaptif

Kepemilikan oleh masyarakat sangat penting untuk memastikan pengelolaan dan keberhasilan jangka panjang. Struktur permeabel memerlukan pengayaan secara berkelanjutan sampai sistem hutan mangrove cukup berkembang untuk menangani sendiri fungsi tersebut, yang dapat membutuhkan waktu selama beberapa tahun. Tanpa pengayaan secara berkelanjutan, material urukan bisa habis sehingga struktur tersebut tidak lagi melaksanakan fungsi untuk meredam ombak. Perbaikan kerusakan berkala karena badai juga dibutuhkan dan paling baik dilakukan oleh para anggota masyarakat lokal karena kedekatannya dengan struktur tersebut. Tanggung jawab pemantauan dan pengayaan diuraikan oleh tim proyek selama tahap permulaan program, dengan mempertimbangkan praktik-praktik terbaik untuk memelihara fungsi struktur tersebut. Tanggung jawab ini diadopsi secara resmi setelah kepemilikan struktur diberikan kepada masyarakat sebagai bagian dari skema Bio-rights.

Marker Wadden

Kepulauan lahan basah dibentuk di Danau Marken untuk beberapa tujuan. Lahan basah menyediakan habitat yang bernilai, kepulauan tersebut menarik bagi banyak spesies burung, dan secara keseluruhan, pengembangan tersebut memiliki pengaruh positif pada kualitas air danau. Setelah selesai, bentuk pulau-pulau tersebut memungkinkan mereka untuk menangkap sedimen halus, yang pada gilirannya mengurangi kekeruhan air danau. Sedimen yang terendap menjadi sumber material bagi pengembangan lebih lanjut pulau-pulau tersebut. Flora dan fauna langsung menghuni kepulauan tersebut, yang menghasilkan lingkungan yang dinamis di dalam danau tersebut. Proyek tersebut memiliki strategi organisasi yang khas di mana organisasi konservasi alam Natuurmonumenten bekerja sama dengan pemerintah Belanda. Pengembangan Marker Wadden secara bertahap sejalan dengan pendekatan organisasi ini.



Pengetahuan teknologi dan sistem

Pembangunan Marker Wadden menggunakan pendalaman lokal dasar danau untuk menangkap lanau untuk dikeruk. Setelah penempatan material yang dikeruk ini, proses-proses alami seperti konsolidasi, pengembangan kekuatan, pembentukan kerak, dan pembiakan vegetasi menentukan topografi akhir. Proses ini sulit diprediksi atau dijadikan model, sehingga teknik-teknik konstruksi dan penempatan—penyebaran lapisan lumpur yang tipis dan pengelolaan ketinggian air—harus cukup adaptif untuk menangani dinamika ini. Ketinggian dasar akhir, persyaratan kekuatan, dan nilai ekologis yang optimal untuk daerah tersebut perlu dipastikan. Pemahaman secara menyeluruh akan proses-proses ekologis dan fisik yang dipadu dengan teknik-teknik konstruksi yang adaptif telah menunjukkan dukungan bagi keberhasilan pengembangan.



Pengembangan kapasitas

Tahap pertama konstruksi Marker Wadden meningkatkan kesadaran masyarakat akan filosofi *Building with Nature*, dari pendekatan konseptualnya sampai dengan penerapan dan metodologi konstruksinya. Suatu program ditetapkan untuk mengaitkan penelitian yang fundamental dan terapan, mengoordinasikan kolaborasi antara sektor dan disiplin ilmu yang berbeda, serta menstimulasi inovasi lebih lanjut. Program ini berkontribusi secara efektif pada konstruksi tahap selanjutnya dari proyek secara efisien dan terus memberikan wawasan akan proses konstruksi dengan sedimen halus untuk pengembangan pulau-pulau alam di seluruh dunia.



Pendekatan multipemangku kepentingan

Pengembangan Marker Wadden melibatkan banyak pemangku kepentingan, khususnya melalui pendekatan yang inovatif terhadap konstruksi pulau dan sarana penelitiannya untuk eksperimen. Suatu tim multidisiplin ilmu berbasis pulau berbagi temuan dan wawasan untuk memenuhi atau memelihara persyaratan struktural yang berkelanjutan. Di tingkat pengambilan keputusan, kerja sama antara Natuurmonumenten, Rijkswaterstaat, kontraktor, peneliti dan pihak lain merupakan kunci untuk mengelola harapan bersama. Akhirnya, dukungan proyek oleh masyarakat telah meningkat melalui kegiatan publikasi, prakarsa pendidikan, dan kampanye hubungan masyarakat yang menunjukkan baik pengalaman alam maupun pengembangan alam.



Pengelolaan, pengayaan, dan pemantauan secara adaptif

Untuk mengelola konstruksi dengan sedimen halus, pemantauan dan penelitian waktu nyata dilakukan dan pengelolaan secara adaptif diterapkan selama perancangan dan pelaksanaan proyek. Studi dilakukan dengan skala yang berbeda: pengujian kolom pada suatu laboratorium, pengujian berskala wadah, dan pengujian dalam reklamasi yang sesungguhnya. Perilaku material urukan dipantau secara konstan dan dilakukan analisis. Dengan cara demikian, proses reklamasi dikendalikan dan dapat diadaptasi melalui urukan tambahan, pengenalan vegetasi, dan upaya-upaya lain. Data pemantauan juga digunakan untuk memvalidasi atau memperbaiki proyeksi prakonstruksi dan memberikan masukan ke dalam pengayaan jangka panjang pengelolaan dan pengayaan.



Penguatan Houtribdike

Houtribdike, yang membentang dari Enkhuizen sampai dengan Trintelhaven, diperkuat menggunakan suatu strategi untuk daerah tepi air berpasir. Pasir umumnya digunakan dalam penguatan wilayah pesisir akan tetapi tidak memiliki preseden dalam suatu lingkungan danau, yang diatur dengan dinamika sistem yang berbeda. Untuk mempelajari setiap dampak yang mungkin terjadi, seksi pengujian seluas empat ratus meter dibangun di sisi selatan *Houtribdike* di dekat Trintelhaven. Penguatan dengan pasir tidak hanya memenuhi persyaratan pengelolaan risiko banjir tetapi juga memberikan nilai alami tambahan dan kesempatan untuk rekreasi dan memungkinkan adaptabilitas di masa depan.



Pengetahuan teknologi dan sistem

Karena suatu daerah tepi air berpasir tidak pernah diuji dalam suatu lingkungan danau, suatu percontohan diprakarsai di suatu seksi *Houtribdike* sepanjang empat ratus meter untuk memastikan potensinya sebagai suatu sistem utama pertahanan terhadap banjir. Tujuannya adalah untuk mengembangkan pengetahuan tertentu tentang rancangan, pelaksanaan, dan pengembangan konsep, dengan mempertimbangkan perhatian utamanya pada keselamatan dan nilai tambah bagi alam dan masyarakat. Secara keseluruhan, dua puluh tiga survei dilakukan selama jangka waktu empat tahun untuk menilai morfologi dan perkembangan vegetasi. Percontohan tersebut mengonfirmasi bahwa solusi penguatan tersebut memenuhi kriteria keselamatan terhadap banjir dan merupakan suatu alternatif yang hemat biaya dari penguatan tradisional. Sebagai akibatnya, solusi daerah tepi air berpasir diterapkan pada kedua sisi tanggul tersebut sepanjang sepuluh kilometer.



Proposal pengembangan usaha

Keputusan untuk memperkuat *Houtribdike* dengan daerah tepi air berpasir didasarkan pada penghematan biaya. Perbandingan biaya terdiri dari solusi tradisional dan solusi menggunakan pasir yang dibutuhkan untuk tanggul demi mencapai standar keselamatan. Analisis tersebut mendukung solusi nontradisional karena ketersediaan pasir secara lokal, kedalaman air yang terbatas (yaitu volume pasir yang diperlukan), dan persyaratan penguatan. Manfaat-manfaat bersama seperti fleksibilitas dan peningkatan nilai alami, rekreasi, dan lanskap dinilai secara kualitatif akan tetapi tidak secara eksplisit memberikan informasi untuk pengambilan keputusan.

Pendekatan multipemangku kepentingan

Penerapan teknologi baru dalam suatu proyek berskala besar seperti *Houtribdike* memerlukan keterlibatan dari banyak pemangku kepentingan. Untuk tahap pertama perencanaan proyek, para perancang dan pembuat keputusan dilibatkan dalam proses pengembangan solusi penguatan yang aman dan ekonomis. Dalam tahap kedua, manfaat-manfaat ekologis dioptimalkan dengan masukan dari badang pengatur dan organisasi alam. Terakhir, solusi yang inovatif dibagikan secara luas kepada masyarakat. Selama pelaksanaan, pada saat dampak-dampak yang tidak diantisipasi atau tidak diinginkan terjadi, seperti sebaran pasir yang berlebihan di jalan yang melintasi bendungan, dampak-dampak tersebut ditangani secara cepat dan diselesaikan untuk penerapan di masa mendatang.



Pengelolaan, pengayaan, dan pemantauan secara adaptif

Pengayaan daerah tepi air berpasir berbeda dari sistem pertahanan terhadap air yang tradisional, karena daerah tepi air selalu bergerak karena perkembangan dan kejadian morfologis. Upaya-upaya pemantauan yang dilakukan selama proyek percontohan mengungkapkan bahwa perilaku dari daerah tepi air berpasir bergantung pada profil dan karakteristik tanahnya, yang memengaruhi morfologi dan perkembangan vegetasi. Oleh karena itu, pemantauan perkembangan daerah tepi air secara saksama merupakan komponen penting dari pengelolaan dan memungkinkan adaptasi strategis. Pengelolaan secara adaptif juga melibatkan tanggapan terhadap dampak dan kejadian yang tidak secara langsung terkait dengan kinerja teknis suatu proyek. Untuk menghindari isu-isu dengan sebaran pasir, seluruh daerah tepi air ditutupi dengan lapisan tanah dan disemai dengan rumput.



Literatur terkait

- Bridges, T. S. dkk. (2018). Engineering With Nature atlas; ERDC/EL SR-18-8. Pusat Penelitian dan Pengembangan Insinyur Angkatan Darat Amerika Serikat (U.S. Army Engineer Research and Development Center).
- Bridges, T. S. dkk. (dalam proses percetakan). Guidelines on the use of natural and nature-based features for sustainable coastal and fluvial systems. Belum dipublikasikan.
- Cohen-Shacham, E. dkk. (Eds). (2016). Nature-based Solutions to address global societal challenges. IUCN.
- Badan Lingkungan (Environment Agency). (2018). Working with natural processes—evidence directory; SC 150005. Badan Lingkungan.
- IUCN. (2020). Global standard for Nature-based Solutions: A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS. IUCN.
- Kapos, V. dkk. (2019). The role of the natural environment in adaptation, background paper for the Global Commission on Adaptation. Komisi Global untuk Adaptasi
- Laboyrie, P. dkk. (2018). Dredging for sustainable infrastructure. CEDA/IADC.
- Somarakis, G. dkk. (Eds). (2019). ThinkNature Nature- Based Solutions handbook. Proyek ThinkNature yang didanai oleh program penelitian dan inovasi Horizon 2020 UE berdasarkan perjanjian hibah No. 730338.
- Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNEP). (2014). Green infrastructure guide for water management: Ecosystem-based management approaches for water- related infrastructure projects. UNEP.
- Waterman, R. E. (2008). Integrated coastal policy via *Building with Nature*. (ed ke-2) Universitas Teknologi Delft.
- Bank Dunia. (2017). Implementing nature-based flood protection: Principles and implementation guidance. Bank Dunia.
- Bank Dunia. (2019). Integrating green and gray: Creating next generation infrastructure. Bank Dunia dan Institut Sumber Daya Dunia (World Resources Institute).
- WWF. (2019). Working with nature to reduce climate risk. WWF.
- WWF-NL. (2020). Seizing the water opportunity. WWF.

Sumber dan Referensi online

- Engineering With Nature—situs web prakarsa Korps Zeni Angkatan Darat Amerika Serikat, yang menyoroti contoh proyek, penelitian dan bukti, rendering, dan podcast
- INTERREG NSR *Building with Nature*—situs web proyek yang didanai oleh UE
- Natural Water Retention Measures—platform dan repositori online informasi NWRM di Eropa
- Nature as the inspiration for climate solutions—ikhtisar dari penelitian solusi iklim WUR
- Oppla community page—repositori UE dari Solusi-Solusi Berbasis Alam dengan layanan pertanyaan yang bersumber dari masyarakat, knowledge marketplace, dan masyarakat
- Stories in Missouri: Nature-based Solutions—halaman ikhtisar Nature Conservancy yang menjelaskan beberapa solusi yang diterapkan di Missouri
- What Nature-based Solutions can do for us—halaman ikhtisar dari Komisi Eropa yang menyoroti enam laporan sektoral tentang manfaat-manfaat Solusi-Solusi Berbasis Alam
- Working with Nature—situs web prakarsa Asosiasi Dunia untuk Infrastruktur Transportasi Air (PIANC), yang memuat sumber daya, publikasi, dan contoh proyek



Untuk sumber dan referensi tambahan, kunjungi ecoshape.org/library





Catatan Tambahan

Masa depan *Building with Nature*

Selama dua belas tahun terakhir, EcoShape dan para mitranya telah berinvestasi dalam proyek-proyek penelitian dan percontohan untuk mempelajari tentang cara kerja konsep *Building with Nature* pada praktiknya. Dari studi secara komprehensif ini, kami memperoleh enam pendukung *Building with Nature*, sebagaimana disajikan dalam bab sebelumnya. Pengembangan konsep-konsep ini berkelanjutan dan seharusnya berfokus pada pendukung ini. Dengan melihat ke masa depan, kami melihat banyak kesempatan untuk investasi lebih lanjut dalam pendekatan *Building with Nature*.

Solusi-Solusi Berbasis Alam dalam infrastruktur air, dan dalam konteks yang lebih luas, lebih banyak berkontribusi pada keberlanjutan daripada infrastruktur abu-abu tradisional. Dengan biaya yang wajar, solusi-solusi tersebut memberikan serangkaian manfaat sosial, ekonomi, dan lingkungan di dalam dan selain dari fungsi utama yang dimaksudkan untuk dipenuhi. Akan tetapi, masih tersisa satu pertanyaan, yaitu bagaimana cara mengukur nilai dari manfaat bersama yang tidak biasa ini seperti penangkapan karbon atau pertumbuhan keanekaragaman hayati.

Untuk sepenuhnya menggunakan manfaat tersebut, kita harus mulai menggunakan proses rancangan dan memanfaatkan kekuatan alam demi mencapai tujuan kita. Oleh karena itu, suatu pendekatan sistem diperlukan. Generasi insinyur dan ahli ekologi yang baru yang dilatih dalam pemikiran lintas disiplin ilmu akan berperan penting di sini. Aspek lain yang patut diperhitungkan adalah peran infrastruktur abu-abu. Dalam kebanyakan hal, tidak dapat dipungkiri bahwa infrastruktur abu-abu melengkapi Solusi-Solusi Berbasis Alam; cara merancang kombinasinya secara optimal memerlukan penelitian lebih lanjut.

Building with Nature memberikan kesempatan untuk melakukan lebih banyak hal dengan ruang yang lebih sedikit, yang secara khusus menguntungkan dalam lokasi yang kompleks di sepanjang sungai serta dalam konteks perkotaan. Solusi-Solusi Berbasis Alam juga memungkinkan kombinasi fungsi. Gagasan-gagasan yang menarik muncul seputar potensi menghubungkan kota dengan lanskap di sekitarnya. Gagasan ini disebut sebagai lapisan utilitas yang baru: suatu jaringan hijau-biru yang menghubungkan daerah alami di luar kota ke setiap rumah tangga atau bangunan.

Status terkini dari pengetahuan dan praktik Solusi-Solusi Berbasis Alam sekarang ini serupa dengan infrastruktur tradisional pada abad kesembilan belas. Banyak energi yang dikerahkan dan kemajuan yang tercapai, akan tetapi masih ada banyak hal yang perlu dijajaki terkait dengan prediktabilitas, keterandalan, biaya, dan manfaat dari Solusi-solusi berbasisalam. Khususnya di negara-negara berdataran rendah, kita harus meneliti adaptabilitas dari solusi-solusi ini dengan dampak-dampak perubahan iklim: kenaikan permukaan laut,

“Pengalaman praktis membuka jalan bagi kolaborasi lintas sektor dan kerja sama dengan masyarakat.”

Henk Nieboer

kenaikan suhu, dan kondisi cuaca ekstrem. Kita harus memulai dan tidak takut untuk belajar sambil bekerja.

Di suatu dunia dengan energi atas-bawah yang bernilai dan dengan maksud baik yang berorientasi pada adaptasi perubahan iklim dan Solusi-Solusi Berbasis Alam, penting untuk mengingat pelajaran praktik. Kita juga harus bekerja secara lokal untuk mengembangkan konsep dan wawasan dari bawah ke atas. Solusi-solusi pada awalnya dapat dilaksanakan dengan skala kecil. Selain itu, kita harus membangun kepercayaan dan keyakinan seiring waktu, dengan menunjukkan keberhasilan kita. Pengalaman praktis membuka jalan bagi kolaborasi lintas sektor dan kerja sama dengan masyarakat. Keahlian dan pengalaman akan diperoleh. Dengan berbagi, Solusi-Solusi Berbasis Alam ini dapat menjadi standar dunia dalam sektor air.

Kita juga harus terhubung dengan bidang keahlian lain. Sektor ekologi dan konstruksi tetap dapat diperbaiki dalam penggunaan teknik-teknik digital untuk mendukung pengumpulan dan penyimpanan data, sarana perancangan, dan analisis. Penjangkauan sektor finansial akan memberikan pemahaman yang lebih baik akan kemungkinan dan keterbatasan. Teknik-teknik ini akan memperkenalkan citizen science ke bidang pekerjaan kami. Karena sifat dinamisnya, Solusi-Solusi Berbasis Alam akan memerlukan lebih banyak pemantauan dan pengawasan daripada infrastruktur tradisional.

Pertimbangan kembali kolaborasi dan pengembangan bahasa umum sangat mendesak untuk dilakukan. Para pihak swasta dan institut penelitian dengan ambisi di bidang ini harus belajar untuk bekerja bersama dengan cara yang berbeda. Kita telah melihat bahwa tim lintas sektor, di mana setiap organisasi menyumbangkan pengetahuan, keahlian, atau kemampuan tertentu, memungkinkan keberhasilan pelaksanaan proyek dan program. Bersama dengan kolaborasi, suatu pendekatan terstandarisasi untuk Solusi-solusi berbasis Alam akan membantu mempercepat adopsi. Penting untuk belajar dari dan memanfaatkan prakarsa-prakarsa tersebut sebagai publikasi oleh Persatuan Internasional untuk Konservasi Alam.

Kita harus memeriksa kembali lembaga-lembaga kita untuk menstimulasi penerapan Solusi-Solusi Berbasis Alam. Banyak yang berorientasi pada fungsi tunggal atau terbatas pada sejumlah kecil tugas. Sifat Solusi-Solusi

Berbasis Alam yang luas menimbulkan tantangan bagi lembaga-lembaga ini, dan insentif harus diselaraskan kembali, yang akan mendorong sektor finansial untuk melaksanakan perannya dalam pembangunan lebih lanjut.

Hambatan hukum menimbulkan rintangan lain. Sebagian besar legislasi tentang lingkungan ditujukan untuk konservasi terlebih dahulu. Akibatnya, dalam banyak kasus, Solusi-Solusi Berbasis Alam tidak mungkin dapat dilaksanakan dalam kerangka hukum yang ada. Kita harus berbagi pengalaman dari proyek dan percontohan dengan para pembuat undang-undang untuk memperbaiki legislasi.

Setiap negara dengan ambisi di bidang Solusi-Solusi Berbasis Alam harus menciptakan suatu platform *Building with Nature* di mana sektor publik dan swasta, institut penelitian, dan LSM berkolaborasi, bertukar pengetahuan dan pengalaman, serta bekerja bersama untuk mencapai keberhasilan proyek.

Apakah kita dapat meyakini para pemangku kepentingan baru tentang nilai dari penerapan Solusi-Solusi Berbasis Alam? Komunikasi yang jelas dan narasi yang benar di saat dan tempat yang tepat menjadi lebih penting daripada sebelumnya.

Terdapat banyak kesempatan inovasi dan pengembangan dalam bidang yang menyenangkan ini. Banyak yang dipertaruhkan dalam kondisi saat ini, di mana *Building with Nature* dapat memberikan dampak positif. Kami berharap untuk bertemu dengan Anda dalam upaya untuk mengatasi suatu tantangan dari Solusi berbasis Alam yang menyenangkan di suatu tempat di dunia dalam waktu dekat.

Henk Nieboer Director, EcoShape

Marker Wadden, Danau Marken



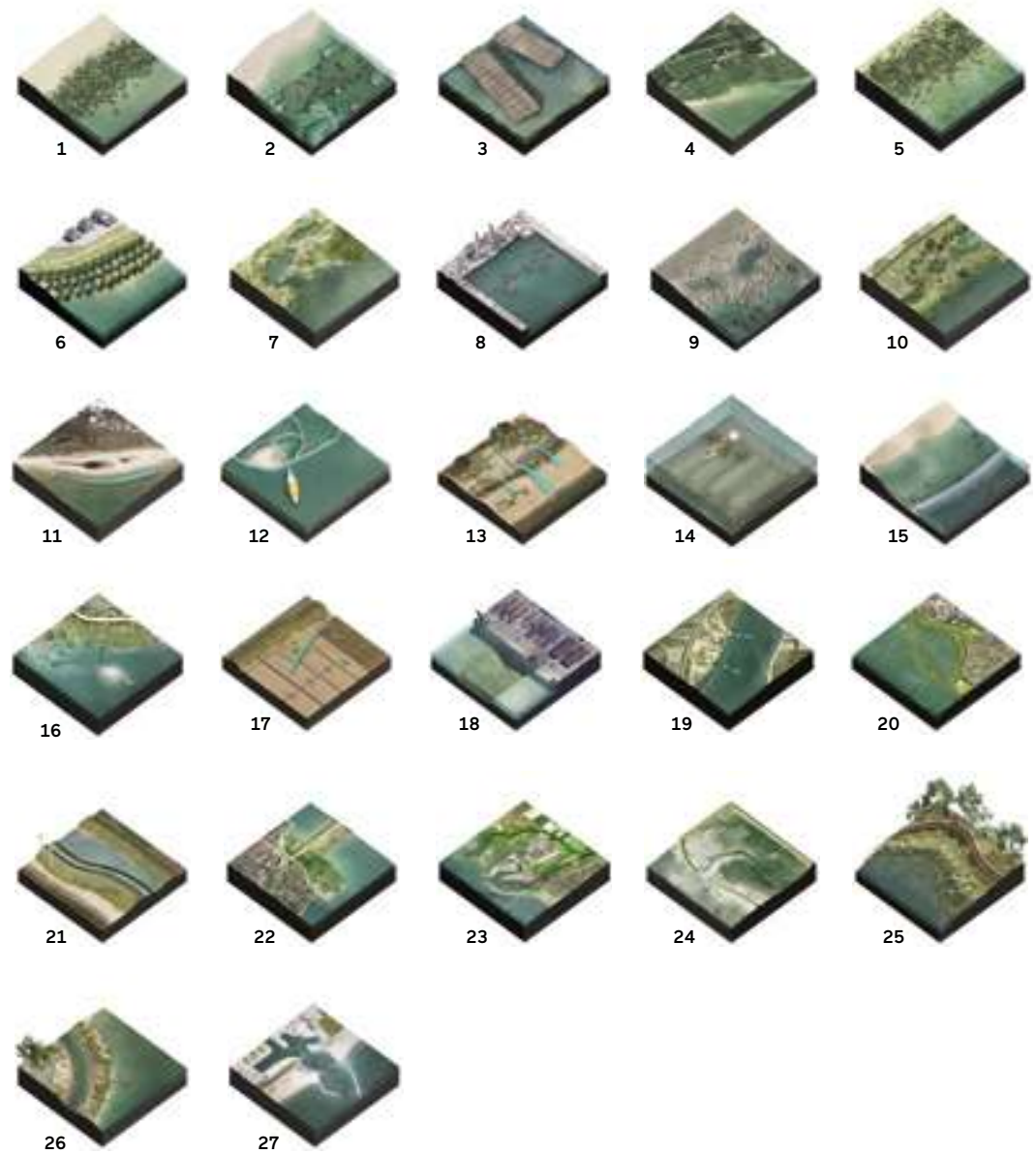
Proyek-proyek *Building with Nature II*

Nama proyek	Penjelasan
Sand Motor	Pemantauan dan analisis pascakonstruksi dari pengisian pasir berskala besar yang terletak di Pantai Delfland; penyelidikan tentang keberlakuan pengisian pasir berskala besar yang lebih luas; dukungan program penelitian NatureCoast multidisiplin ilmu tentang aspek fisik, ekologis, dan tata kelola proyek
Percontohan Frisian <i>Sand Motor</i>	Program pemantauan dan evaluasi di sekitar dua sand motor berskala kecil di Danau IJssel
Percontohan <i>Houtribdike</i>	Pelaksanaan pekerjaan konstruksi, pemantauan, dan evaluasi untuk seksi percontohan proyek penguatan Houtribdike sepanjang 400 meter dengan daerah tepi air berpasir
Gumuk Pasir Hondsbossche	Proyek pemantauan dan evaluasi pascakonstruksi yang difokuskan pada pengembangan gumuk pasir di Gumuk Pasir Hondsbossche
<i>Building with Nature</i> Indonesia	Proyek percontohan integral yang membuktikan potensi untuk memulihkan sabuk hijau di sepanjang pantai di Demak, yang memadukan pengembangan teknik-teknik pemulihan hutan mangrove dengan budi daya perairan berkelanjutan serta reformasi sosioekonomi dan kelembagaan terkait; program penelitian yang difokuskan pada pengembangan hutan mangrove (BioManCo) dan kerang (MuManCo)
<i>Building with Nature</i> di Kota (beberapa proyek)	Penelitian terapan yang menguji berbagai konsep <i>Building with Nature</i> dalam lingkungan perkotaan Dordrecht dan Rotterdam; konsep mencakup pembuatan taman pasang surut dan struktur gantung serta terapung
Noordendike	Integrasi konsep <i>Building with Nature</i> ke dalam persyaratan lelang untuk suatu proyek pembangunan perkotaan; konsep mencakup pemulihan dinamika pasang surut
Percontohan Koehoal Mud Motor	Pelaksanaan, pemantauan, dan evaluasi potensi untuk menerapkan penyebaran sedimen halus yang dikeruk secara strategis di Kimstergat untuk memperkaya rawa asin di Koehoal; dukungan program penelitian Mud Motor, yang berfokus pada aspek fisik dan ekologis
Percontohan Rawa Asin Marconi	Perancangan, pemantauan, dan evaluasi dari suatu rawa asin perintis sebagai bagian dari pengembangan daerah tepi air Marconi, Delfzijl; penilaian tentang kapasitas rawa asin untuk mengurangi beban hidrodinamis pada tanggul di dekatnya
Pier van Oterdum	Studi kelayakan dari suatu transisi air tawar-asin di luar pelabuhan Delfzijl
Percontohan Pematangan Tanah Liat	Perancangan, pelaksanaan, pemantauan, dan evaluasi pematangan sedimen halus yang tersedia secara lokal dan dikeruk menjadi tanah liat untuk penguatan tanggul; penyelidikan kelayakan teknis dan ekonomi untuk ditingkatkan
Marker Wadden	Program penelitian dan inovasi yang difokuskan pada pemantauan pengembangan ekosistem pulau alam Marker Wadden; penelitian yang berkelanjutan tentang membangun dengan lumpur,

Proyek yang menyeluruh	Penjelasan
BE SAFE	Dukungan dari suatu proyek penelitian yang fundamental yang mempelajari cara dan sejauh mana daerah tepi air yang tervegetasi berkontribusi pada keamanan terhadap banjir
Laboratorium Hidup bagi Lumpur	Penelitian yang menyeluruh tentang penggunaan sedimen halus yang bermanfaat sebagai bahan konstruksi atau substrat untuk pemulihan alam dan solusi keamanan terhadap banjir
<i>Building with Nature</i> INTERREG NSR	Penelitian dan pengembangan kebijakan tentang peningkatan <i>Building with Nature</i> di wilayah Laut Utara
Integrasi konsep	Kerja sama reguler antara para pemimpin proyek EcoShape untuk mengambil pelajaran percontohan dari konsep-konsep yang berlaku secara lebih umum
Peningkatan dan pengembangan pedoman	Pengembangan pedoman dan informasi untuk platform <i>Building with Nature</i> EcoShape
Pengembangan proposal pengembangan usaha (termasuk dinamika dan ketidakpastian)	Penelitian tentang proposal pengembangan usaha dan pembiayaan solusi-solusi <i>Building with Nature</i> dalam konteks di Belanda dan internasional
Komunikasi	Berbagai kegiatan yang difokuskan pada penyebarluasan pengetahuan dan pengalaman yang dikembangkan melalui proyek-proyek EcoShape, fasilitasi pengembangan komunitas Building with Nature, dan dukungan pengarusutamaan

Konsep-konsep *Building with Nature*

	Pantai Berpasir	Pantai Bertumpur	Danau Daratan Rendah	Sungai dan Muara	Kota	Pelabuhan
1 Pemulihan padang lamun						
2 Fasilitas penumbuhan karang						
3 Pembangunan bronjong dari kerang						
4 Rehabilitasi sabuk mangrove						
5 Pengembangan rawa asin						
6 Pembentukan hutan lahan basah						
7 Pengembangan daerah lahan basah						
8 Pembuatan struktur gantung dan terapung						
9 Pembuatan rich revetment						
10 Integrasi daerah tepi air yang tervegetasi						
11 Penerapan pengisian pasir berskala besar						
12 Pembangunan pulau alam						
13 Peningkatan dinamika gumuk pasir						
14 Penataan ulang dasar laut						
15 Pembangunan perched beaches						
16 Penempatan sedimen halus secara strategis						
17 Pematangan dan konsolidasi tanah liat						
18 Pembuatan cekungan sedimentasi						
19 Pengelolaan kemunduran wilayah pesisir						
20 Pengembangan zona penyangga di darat						
21 Pengembangan sistem tanggul darat						
22 Pemulihan koneksi						
23 Pemulihan gradien salinitas						
24 Pemulihan dinamika pasang surut						
25 Pembuatan taman pasang surut						
26 Pembangunan saluran sekunder						
27 Optimalisasi pola aliran						



- Keberlakuan umum
- Keberlakuan potensial
- Keberlakuan terbatas atau tidak berlaku
- Fitur sistem pertumbuhan
- Konsep yang tercakup dalam bab
- Konsep yang dijelaskan dalam bab



Kontributor

Tim editor



Erik van Eekelen

Kepala Insinyur Lingkungan, Van Oord; Manajer Program, EcoShape
• *Kepala Editor: “Apa yang dimaksud dengan Building with Nature?,” “Pendukung Building with Nature”; teks konsep Building with Nature; Editor Pengelola untuk EcoShape*



Matthijs Bouw

Pendiri, One Architecture & Urbanism; Profesor Praktik, Direktur Program Sertifikat Ketangguhan Perkotaan, dan Rekan Pusat McHarg untuk Risiko dan Ketangguhan, Universitas Pennsylvania Sekolah Desain Stuart Weitzman
• *Konsep buku, Kepala Penulis untuk “Belajar dari tempat”; wawancara utama untuk wawancara/roundtable; Editor Pengelola untuk One Architecture & Urbanism*



Justine Shapiro-Kline

Rekan, One Architecture & Urbanism
• *Kepala Editor: “Pantai Berpasir,” “Pantai Berlumpur,” “Danau Dataran Rendah,” “Sungai dan Muara,” “Kota,” dan “Pelabuhan”; Pemimpin Proyek untuk One Architecture & Urbanism*



Carrie de Wilde

Penasihat Komunikasi, EcoShape
• *Nasihat tentang gaya, nada, teks dan ilustrasi*

Kelompok Kerja Buku Konsep

Martin Baptist	Penelitian Laut Wageningen
Fokko van der Goot	EcoShape dan Boskalis
Fokke de Jong	Penelitian Lingkungan Wageningen (Wageningen Environmental Research)
Arno Kangeri	Wetlands International
Simeon Moons	Royal HaskoningDHV
Sonja Ouwerkerk	HKV
Mindert de Vries	Deltares
Jasper Fiselier (mantan anggota)	Royal HaskoningDHV
Femke Tonneijck (mantan anggota)	Wetlands International

Editor Pendamping Roundtable

Martin Baptist	Penelitian Laut Wageningen
Fokko van der Goot	EcoShape dan Boskalis
Henk Nieboer	EcoShape dan Adaelta
Luca Sittoni	EcoShape dan Deltares

Tim One Architecture

Bart Aptroot
Yifan Deng
Rennie Jones
Ce Mo
Gabriel Vegara
Charlotte Yu

Rancangan Buku

Vanessa van Dam
Adriaan Mellegers

Kontributor

HermJan Barneveld	HKV
Sander Carpaij	Wetlands International
Petra Dankers	Royal HaskoningDHV
Remco van Ek	Witteveen+Bos
Peter Herman	Deltares dan Universitas Teknologi Delft
Stephanie Janssen	Deltares
Sien Kok	Deltares
Henk Nieboer	EcoShape dan Adaelta
Henk Ovink	Kementerian Infrastruktur dan Lingkungan, Belanda
Ellis Penning	Deltares
Luca Sittoni	EcoShape dan Deltares
Jaehyang So	Global untuk Adaptasi
Susanna Tol	Wetlands International
Jurre de Vries	Van Oord
Huib de Vriend	EcoShape (mantan direktur)
Harro Wierenga	Witteveen+Bos

Peninjau

Emiel Arends	Kota Rotterdam
Egon Baldal	Rijkswaterstaat
Harry Barmes-Dabban	Ports Environmental Network Africa
Victor Beumer	Victor Beumer Consultantcy
Shannon Cunliff	Environmental Defense Fund
Roy Daggenvoorde	HKV
Petra Dankers	Royal HaskoningDHV
Floris Groenendijk	Arcadis
Marcel Klinge	Witteveen+Bos
Luc Kohsiek	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier
Mark van Koningsveld	Van Oord dan Delft University of Technology
Maurice de Kok	Van Oord
Arjen Luijendijk	Deltares
Michael Mullan	Pusat Global untuk Adaptasi
Fegi Nurhabni	Kementerian Kelautan dan Perikanan, Republik Indonesia
Ellis Penning	Deltares
Jeroen Rijke	HAN
Wim Timmermans	Penelitian Lingkungan Wageningen
Paul Vogelaar	Van Oord
Huib de Vriend	EcoShape (mantan direktur)
Bregje van Wesenbeeck	Deltares
Tom Wilms	Witteveen+Bos
Marjolein van Wijngaarden	Boskalis
Han Winterwerp	Deltares

Dewan Peserta *Building with Nature*

Johan Boon	Deltares
Olga Clevering	Kementerian Infrastruktur dan Lingkungan, Belanda
Pieter van Eijk	Wetlands International
Floris Groenendijk	Arcadis
Tim van Hattum	Penelitian Lingkungan Wageningen
Anneke Hibma	Van Oord
Ellen Kelder	Kota Dordrecht
Marcel Klinge	Witteveen+Bos
Sonja Ouwerkerk	HKV
Mark Petri	IHC
Kathleen Poels	Royal HaskoningDHV
Sander Steenbrink	Boskalis
Andrea Vollebrecht	Vereniging van Waterbouwers

Dewan Pengawas *Building with Nature*

Frank Heezen	Arcadis
Ronald Schinagl	Van Oord
Marjolein van Wijngaarden	Boskalis
Maarten Smits (mantan anggota)	Deltares

Tim Inti *Building with Nature*

Tammo Bult	Penelitian Laut Wageningen
Olga Clevering	Kementerian Infrastruktur dan Lingkungan, Belanda
Anneke Hibma	Van Oord
Jaap van Thiel-de Vries	Boskalis

Manajemen *Building with Nature*

Henk Nieboer (direktur)	Adaelta
Erik van Eekelen	Van Oord
Fokko van der Goot	Boskalis
Luca Sittoni	Deltares

Staf Pendukung

Lies Huitema	Witteveen+Bos
Daisy de Kiewit	
Jolanda de Ruijter	Credeb
Jennefer Smits	ffiqs
Carrie de Wilde	Carolink

Pemimpin Proyek

Martin Baptist	Penelitian Laut Wageningen
Jannes Boer	Arcadis
Petra Dankers	Royal HaskoningDHV
Tim van Hattum	Penelitian Lingkungan Wageningen
Sonja Ouwerkerk	HKV
Koen Princen	Witteveen+Bos
Henk Steetzel	Arcadis
Femke Tonneijck	Wetlands International

Tim Panduan *Building with Nature*

Jurre de Vries (kepala tim)	Van Oord
Shannen Dill	Penelitian Lingkungan Wageningen
Just van der Endt	Witteveen+Bos
David Geurts	Deltares
Merijn Janssen	Boskalis
Stephanie Janssen	Deltares
Fokke de Jong	Penelitian Lingkungan Wageningen
Judith Klostermann	Penelitian Lingkungan Wageningen
Jasper Leuven	Royal HaskoningDHV
Ivana Prusina	Witteveen+Bos
Gerard van Raalte	Boskalis
Floris van Rees	Deltares
Bente de Vries	Royal HaskoningDHV
Carolien Wegman	HKV
Vincent van Zelst	Deltares

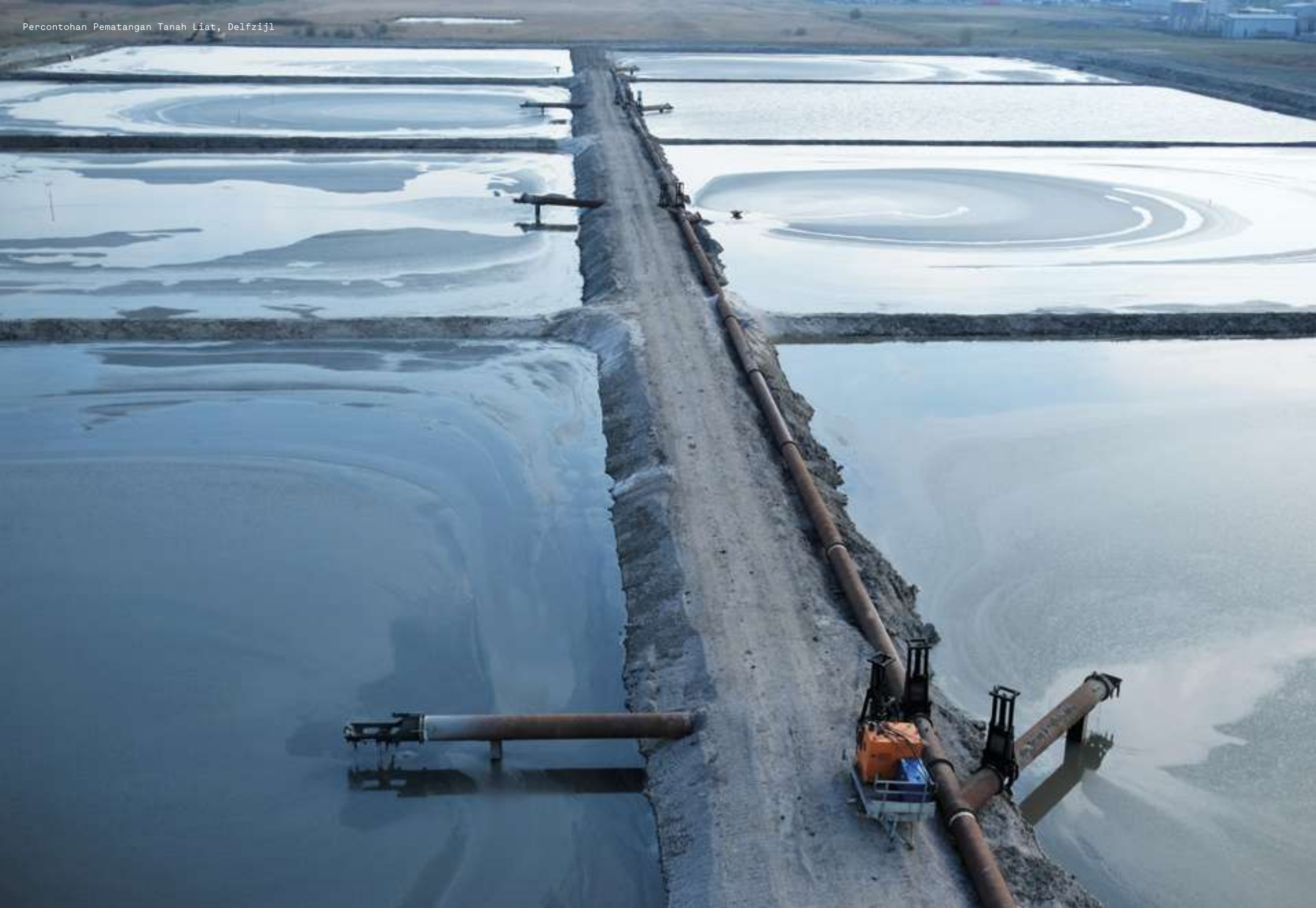
Tim Proposal Pengembangan Usaha *Building with Nature* (termasuk menangani dinamika)

Sien Kok (kepala tim)	Deltares
Amrit Cado van der Lelij	Deltares
Floris Groenendijk	Arcadis
Dorien Honingh	HKV
Boudewijn Janssen	Boskalis
Arno Kangeri	Wetlands International
Maurice de Kok	Van Oord
Jakolien Leenders	HKV
Sadie McEvoy	Deltares
Simeon Moons	Royal HaskoningDHV
Ellis Penning	Deltares
Sophie de Reus	Royal HaskoningDHV
Luca Sittoni	EcoShape dan Deltares
Marjolein Sterk	Penelitian Lingkungan Wageningen
Ilse Voskamp	Penelitian Lingkungan Wageningen
Andrew Warren	Deltares
Stéphanie IJff	Deltares
Vincent van Zelst	Deltares
Jessica Bergman (mantan anggota)	Arcadis
Jasper Fiselier (mantan anggota)	Royal HaskoningDHV

Kredit Fotografi

Dari kiri ke kanan dan dari atas ke bawah		79	Pieter van Eijk (Wetlands International)
Jaket debu		80	Boskalis, Pieter van Eijk (Wetlands International)
Depan: Frank Janssens (Rijkswaterstaat), Carrie de Wilde, Ebi Meshkati Shahmirzadi, Nanang Sujana (Wetlands International)		82	Wetlands International
Belakang: Jurriaan Brobbel (Rijkswaterstaat), Leo Linnartz, Boskalis		90	Wetlands International, Cynthia Boll, Stefan Verschure, Apri Susanto Astra (semuanya Wetlands International)
Depan bagian dalam: Catrinus van der Veen, Jurriaan Brobbel (EcoShape)		91	Apri Susanto Astra (Wetlands International), Boskalis, Cynthia Boll (Wetlands International)
Belakang bagian dalam: Herman Bouman, Kelly Elschot, Rutger Hollander, Pim Willemsen		92	Yus Rusila Noor (Wetlands International)
6	Jurriaan Brobbel (Rijkswaterstaat)	93	Fegi Nurhabni (Kementerian Kelautan dan Perikanan, Republik Indonesia)
12	Boskalis	94	Nanang Sujana, Kuswantoro, Apri Susanto Astra (semuanya Wetlands International)
16	Leo Linnartz, Rutger Hollander	95	Yus Rusila Noor, Kuswantoro, Nanang Sujana (semuanya Wetlands International), Kementerian Kelautan dan Perikanan, Republik Indonesia
17	Boskalis, Jurriaan Brobbel (EcoShape)	96	Ragil Satriyo Gumilang (Wetlands International), Boskalis
18	Waterschap Hunze en Aa's	98	Wetlands International, Sayidi, Ahmad Hanif, Ragil Satriyo Gumilang, Eko Budi Rudianto (semuanya Wetlands International)
22	Gertjan van Noord	99	Boskalis, Nono (Wetlands International), Nanang Sujana (Wetlands International)
28	Boskalis	100	Ragil Satriyo Gumilang (Wetlands International), Boskalis
31	Matthijs Bouw	102	Cynthia Boll (Wetlands International)
35	Van Oord and Boskalis	103	Weningtyas K., Kuswantoro, Yus Rusila Noor, Cynthia Boll (semuanya Wetlands International)
38	Aeroview, Rijkswaterstaat	104	Wetlands International, Kuswantoro, Apri Susanto Astra, Nanang Sujana (semuanya Wetlands International)
39	Jurriaan Brobbel (Rijkswaterstaat), Carrie de Wilde	107	John Gundlach (Flying Holland)
40	Remment ter Hofstede (Van Oord)	110	Twan Teunissen, Boskalis Westminster
42	Joop van Houdt (Rijkswaterstaat)	111	Steven Snoep (Boskalis), Jeffrey Brand (Rijkswaterstaat)
44	Rijkswaterstaat, Stéphanie IJff	112	Robbert de Koning landschapsarchitect BNT
46	Leo Linnartz	113	Frank Janssens (Rijkswaterstaat)
48	Van Oord, Dunea	114	John Gundlach (Flying Holland, Boskalis)
50	Rijkswaterstaat	116	Bram Reinders (Natuurmonumenten), Boskalis
58	University of Pennsylvania Stuart Weitzman School of Design	118	Studiodijkgraaf
60	Ian L. McHarg Papers (The Architectural Archives, University of Pennsylvania)	120	Herman Bouman, Marten van Dijk (Natuurmonumenten)
61	Kelly Christian	122	Jurriaan Brobbel (EcoShape)
67	Martin Baptist	131	Rijkswaterstaat
70	Kuswantoro (Wetlands International), Wetlands International	133	Witteveen + Bos
71	Catrinus van der Veen, Martin Baptist	139	Siebe M. Swart
72	Team Van Oord (Environment Agency)	142	Peter Leenen, Vincent Vuik (HKV)
73	Boskalis	143	Twan Teunissen
74	Wetlands International	144	Christiaan van Velzen (Van Oord), Marcel van den Heuvel
76	Pieter van Eijk, Ayuwat Jearwattanakanok (keduanya Wetlands International)	145	David Wooton (Alamy)
78	Abdoulaye Ndiaye (Wetlands International)	146	Andries Paarlberg (HKV)

148	Rutger Hollander, Matthijs de Vos (Blikonderwater)	258	Jurriaan Brobbel (Rijkswaterstaat)
150	Erik van Eekelen	262	Mennobart van Eerden
152	Carolien Wegman (HKV), Boskalis	268	Carrie de Wilde
154	Van Oord	276	Christiaan van Velzen
165	Christiaan van Velzen	278	Boskalis
166	EcoShape		
173	EcoShape		
175	EcoShape, Marcel van den Heuvel		
179	Rutger Hollander		
182	Paul Grootenboer (ARK Natuurontwikkeling)		
183	Tom Kisjes		
184	Ron Offermans, Mindert de Vries		
185	Oscar Alvarado (Green in Blue Solutions)		
186	Sander Carpaïj		
188	Rutger Hollander, Paul Schrijvershof		
190	Jarko de Witte-van Leeuwen (Gemeente Dordrecht)		
192	Albert Vecerka (Esto); Design Team: SWA/Balsley, WEISS/ MANFREDI, ARUP, SiteWorks, Great Ecology, CH2M Hill, Nobuho Nagasawa, Suzanne Rudoph Fine Arts, A.G. Consulting Engineering, P.C., Yu & Associates, VJ Associates, B-A Engineering, P.C., Naik Consulting Group, Nice Kern, LLC, AKRF, The Liro Group Rutger Hollander One Architecture & Urbanism		
194	Erik van Eekelen, One Architecture & Urbanism		
195	Robert van der Veen (EcoShape)		
211	Steven Snoep (Boskalis), Martin Baptist		
214	EcoShape		
215	Brenda Walles		
216	Mindert de Vries		
217	Van Oord		
218	Patrick Boulen, Aeroview		
220	Martin Baptist		
222	Marcel van den Heuvel, Van Oord		
224	Dirk Heijboer (CDR International B.V.)		
226	Agung Aji Nugraha, Fegi Nurhabni		
238	(keduanya Kementerian Kelautan dan Perikanan, Republik Indonesia)		
241	Cynthia Boll (Wetlands International)		
246	Gemeente Delfzijl		
247	Gemeente Delfzijl, Laura Coumou (EcoShape)		
248	Van Oord		
249	Van Oord, Carrie de Wilde		
250	Nanang Sujana (Wetlands International)		
251	Boskalis		
252	John Gundlach (Flying Holland, Boskalis)		
253	Steven Snoep (Boskalis), Joep de Leeuw		
254	Rijkswaterstaat		
255	Boskalis and Van Oord, Straystone— Combinatie Houtribdijk		
257	Blikonderwater		





Kolofon

Diedit oleh
Erik van Eekelen, Matthijs Bouw,
Justine Shapiro-Kline, Carrie de Wilde

Teks
Justine Shapiro-Kline, Erik van Eekelen,
Matthijs Bouw, Jaehyang So, Henk Ovink,
Henk Nieboer, Martin Baptist, Fokko van der
Goot, Luca Sittoni, Stephanie Janssen

Copy editing
Justine Shapiro-Kline, Kari Rittenbach

Rancangan buku
Vanessa van Dam, Adriaan Mellegers
Amsterdam

Ilustrasi
One Architecture & Urbanism

Terjemahan
Bahasa Global, Indonesia
Dilaksanakan oleh Wetlands International
Indonesia

Percetakan
Oke print, Bogor City, Indonesia

Publikasi ini mungkin dilakukan berkat dukungan finansial dari Lembaga Dana Berkelanjutan Belanda (*Dutch Sustainable Water Fund*/FDW) dan Kementerian Federal Jerman untuk Lingkungan, Konservasi Alam dan Keselamatan Nuklir (*German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety*/BMU) sebagai bagian dari Prakarsa Iklim Internasional (*International Climate Initiative*/IKI).

© EcoShape; One Architecture & Urbanism,
New York

Semua hak dilindungi undang-undang. Tidak ada bagian publikasi ini yang boleh diperbanyak, disimpan dalam suatu sistem temu balik, atau dikirim dalam bentuk apa pun atau dengan sarana apa pun, elektronik, mekanis, fotokopi, rekaman atau lainnya, tanpa izin tertulis terlebih dahulu dari penerbit. Untuk karya-karya artis visual yang terafiliasi dengan organisasi CISAC, hak cipta telah diselesaikan dengan Pictoright di Amsterdam.
© 2020, c/o Pictoright Amsterdam

Meskipun semua upaya telah dilakukan untuk menemukan para pemegang hak cipta bagi ilustrasi yang digunakan, tidak mungkin untuk menelusuri mereka semua. Para pihak yang berkepentingan diminta untuk menghubungi nai010 publishers, Korte Hoogstraat 31, 3011 GK Rotterdam, Belanda.

Untuk pertanyaan umum, silakan hubungi nai010 publishers secara langsung di sales@nai010.com atau kunjungi situs web kami www.nai010.com untuk informasi lebih lanjut.

ISBN 978-94-6208-582-4
NUR 648, 956
BISAC ARC018000, ARC010000



Buku ini dikembangkan secara bersama-sama melalui kemitraan di antara EcoShape dan One Architecture & Urbanism. Membangun bersama Alam menawarkan suatu pendekatan inovatif yang telah terbukti dalam hal penciptaan Solusi-Solusi Berbasis Alam untuk infrastruktur terkait air yang memanfaatkan kekuatan alami untuk manfaat lingkungan, perekonomian, dan masyarakat. EcoShape adalah sebuah konsorsium kontraktor, perusahaan teknik, institut penelitian, LSM, dan otoritas pemerintah. Dalam satu dekade terakhir, EcoShape telah membuat konsep, melaksanakan, dan menganalisis proyek Membangun bersama Alam di beberapa negara. Proyek ini membuktikan kapasitas untuk mengembangkan Solusi-Solusi Berbasis Alam dengan skala yang sesuai untuk menghasilkan perlindungan terhadap banjir yang berkelanjutan dan mengembangkan lingkungan hidup dan kerja yang tangguh dan layak secara ekologis. Oleh karena itu, Membangun bersama Alam merupakan pendekatan yang ideal untuk adaptasi dan mitigasi perubahan iklim.

Dalam buku ini, EcoShape memperkenalkan metodologi dan hasil Membangun bersama Alam. Dialog-dialog dengan para tenaga ahli dan pemangku kepentingan menunjukkan adanya kebutuhan yang mendesak dan memaksa untuk pelaksanaan lebih lanjut. Konsep-konsep penting dijelaskan, digambarkan, dan dikaitkan dengan enam jenis lanskap dan sistem ekologis, ekonomi, dan sosial mendasarnya. Buku ini merangkum potensi imajinatif Membangun bersama Alam, dan berupaya untuk menginspirasi para pembaca dan pengambil kebijakan di seluruh disiplin ilmu.

