

Kajian dan Roadmap Adaptasi dan Mitigasi Penurunan Muka Tanah Provinsi Jawa Tengah

Mei 2021



KAJIAN DAN ROADMAP

Adaptasi dan Mitigasi Penurunan Muka Tanah di Provinsi Jawa Tengah

MEI 2021

Disclaimer

Kajian dan Roadmap: Adaptasi dan Mitigasi Penurunan Muka Tanah di Provinsi Jawa Tengah

©2021

Kutipan dapat direproduksi tanpa izin penulis, dengan mencantumkan sumber secara jelas.

Seluruh gambar dalam publikasi ini merupakan hak dari Konsorsium Water Dialog dan Rafii Bisatya Rahmat, kecuali dinyatakan berbeda.

Dokumen ini merupakan terjemahan dari dokumen Roadmap versi Bahasa Inggris. Diterjemahkan dan diedit oleh Dian Octarina dan Mega Febrina Kusumo Astuti.

Ucapan Terima Kasih

Dokumen ini disusun oleh konsorsium Water Dialog: Wetlands International, Institut Teknologi Bandung (ITB), Universitas Diponegoro (Undip), Kota Kita, Deltares, and Witteveen+Bos, bekerja sama dengan Pemerintah Provinsi Jawa Tengah. Ucapan terima kasih khusus disampaikan kepada pemangku kepentingan di Provinsi Jawa Tengah termasuk Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang (Dinas PUSDATA-RU), Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA), Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK), Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) serta Biro Infrastruktur dan Sumber Daya Alam (Biro ISDA), Sekretariat Daerah, Pemerintah Kota Semarang dan Demak, beserta para praktisi, akademisi dan komunitas lokal di pantai Utara Semarang dan Demak untuk masukan dan wawasan yang berharga dalam penyusunan dokumen roadmap.

Tentang Program Building with Nature

Program Water Dialog adalah bagian dari Program Building with Nature, yang dijalankan oleh Yayasan Lahan Basah (Wetlands International), Ecoshape, Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) serta Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) bekerja sama dengan Witteveen+Bos, Deltares, Wageningen University & Research, UNESCO-IHE, Blue Forests, TU Delft, Kota Kita and Von Lieberman, dengan dukungan dari Universitas Diponegoro dan Komunitas Lokal. "Building with Nature Indonesia" didukung oleh Sustainable Water Fund Belanda yang mana merupakan program dari Badan Perusahaan Belanda (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland) atas nama Kementerian Luar Negeri Belanda, Kementerian Federal Jerman untuk Lingkungan, Konservasi Alam, dan Keselamatan Nuklir (BMU) sebagai bagian dari Inisiatif Iklim Internasional (IKI), Yayasan Waterloo, Yayasan Otter, konsorsium untuk Pengetahuan dan Inovasi, dan Mangrove untuk Masa Depan.

Kontributor

Wetlands International	Yus Nursila Noor, Apri Astra, Frank Hoffmann
ITB	Heri Andreas
Diponegoro University	Wiwandari Handayani, Mega Anggraeni
Kota Kita	Rizqa Hidayani, Hatif Saputra, Nayaka Angger, Barry Beagen
Deltares	Amrit Cado van der Lelij, Mila Muthia
Witteveen+Bos	Joost Noordermeer

Kajian dan RoadmapAdaptasi dan Mitigasi Penurunan Muka Tanah
di Provinsi Jawa Tengah

DAFTAR ISI

Chapter

01	Pendahuluan	5
	1.1 Latar Belakang	5
	1.2 Tentang Inisiatif	6
	1.3 Tujuan	8
	1.4 Ruang Lingkup dan Komponen Kerja	8
02	Penyelarasan dan Tinjauan Kerangka Regulasi	9
	2.1 Roadmap Nasional tentang Penurunan Muka Tanah	9
	2.2 Kebijakan dan Kesenjangan yang ada pada tingkat Nasional, Provinsi dan Lokal	14
	2.3 Kerangka Kelembagaan Saat Ini	22
03	Penurunan Muka Tanah di Pesisir Utara Jawa Tengah - Studi kasus: Semarang dan Demak	24
	3.1 Gambaran Umum Fenomena Penurunan Muka Tanah di Jawa Tengah	24
	3.1.1 Isu Penurunan Muka Tanah di Jawa Tengah	24
	3.1.2 Dampak Penurunan Muka Tanah di Jawa Tengah	24
	3.2 Gambaran Umum Fenomena Penurunan Muka Tanah di Semarang dan Demak	25
	3.2.1 Laju Penurunan	25
	3.2.2 Aspek Relevan Penurunan Muka Tanah di Semarang dan Demak	27
	3.2.3 Penurunan Muka Tanah - Penyebab dan Dampak	33
	3.2.4 Resiko dan Peluang	36
	3.3 Penilaian Ekonomi Dampak Penurunan Muka Tanah	38
3.4 Usulan Langkah Adaptasi dan Mitigasi	51	
04	Strategi Roadmap	57
	4.1 Kerangka Umum Roadmap	57
	4.2 Timeline Roadmap	59
	4.3 Strategi dan Rencana Aksi	60
05	Kesimpulan dan Rekomendasi	71
	5.1 Kesimpulan	71
	5.2 Rekomendasi	72
DAFTAR PUSTAKA		75
LAMPIRAN		76

DAFTAR ISTILAH

Bappeda	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Development Planning Agency
Bappenas	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Ministry of National Development Planning of the Republic of Indonesia
BIG	Badan Informasi Geospasial
BNPB	Badan Nasional Penanggulangan Bencana
BPBD	Badan Penanggulangan Bencana Daerah
DLHK	Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan
DKP	Dinas Kelautan dan Perikanan
ESDM	Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral
ICZM	Integrated Coastal Zone Management
InSAR	Interferometric synthetic aperture radar
GPS	Global positioning system
Kemenkomarves	Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi
Kementerian ATR	Kementerian Agraria dan Tata Ruang
Kementerian ESDM	Kementerian ESDM Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
Kementerian PUPR	Kementerian PUPR Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
KKP	Kementerian Kelautan dan Perikanan
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
PUSDATARU	Dinas Pekerjaan Umum, Sumber Daya Air dan Tata Ruang
PDAM	Perusahaan Daerah Air Minum

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Isu ketahanan dan krisis iklim muncul sebagai wacana penting menyusul dampak signifikan perubahan iklim di seluruh dunia. Meskipun dampaknya terjadi secara global, beberapa wilayah lebih rentan dibandingkan yang lain. Ini yang terjadi di banyak daerah dataran rendah yang rentan terhadap berbagai bencana terkait iklim karena kenaikan permukaan laut dan perubahan pola curah hujan, ditambah dengan pertumbuhan penduduk yang signifikan dan kegiatan ekonomi yang pesat pada saat yang bersamaan. Dengan pesatnya pertumbuhan penduduk dan urbanisasi, ditambah dampak dari perubahan iklim, penurunan muka tanah muncul sebagai masalah yang sama mendesaknya karena densifikasi wilayah pesisir tidak didukung dengan pengelolaan air yang tepat. Kota-kota di pesisir mengalami penurunan muka tanah dikarenakan ekstraksi air, ini menjadikan tingkat kerentanan semakin tinggi, contohnya jebakan kemiskinan di masyarakat. Akibatnya, penurunan muka tanah di dataran rendah pesisir mengancam keberadaan lahan basah yang sehat, sehingga kerentanan masyarakat dan risiko bencana (yaitu banjir, banjir pasang surut dan abrasi, erosi pantai, cuaca ekstrem, dan hilangnya sumber mata pencaharian) meningkat.

Meski secara umum, masalah penurunan muka tanah terjadi di seluruh provinsi di Indonesia, Laporan Manajemen Sumber Daya Air Semarang (RVO, 2020) mengungkapkan bahwa laju penurunan muka tanah di Semarang, sebagai kota terbesar di Provinsi Jawa Tengah, mencapai 13 cm/tahun. Situasi serupa terjadi di daerah lain di sepanjang pantai utara Pulau Jawa, termasuk Demak dan Pekalongan. Kegiatan industri dan komersial lainnya yang menggunakan air dalam jumlah banyak memicu ekstraksi air tanah yang berlebihan dan meningkatkan beban permukaan. Kedua faktor ini secara signifikan berkontribusi pada masalah penurunan muka tanah di Provinsi tersebut, sehingga menjadikan masalah ini mendesak untuk segera ditangani oleh pemerintah daerah. Faktor eksternal seperti konsolidasi lahan alami dan aktivitas tektonik telah memperparah situasi ini. Oleh karena itu, laju penurunan semakin meningkat dalam waktu dekat (RVO, 2020). Saat ini, di beberapa tempat di Demak, fenomena tersebut tetap ada, dan disebut sebagai “pembunuh diam-diam” oleh masyarakat. Istilah ini diartikan secara harfiah dikarenakan proses awal yang lambat dari fenomena tersebut, serta kerugian ekonomi yang ditimbulkannya selama bertahun-tahun. Hingga saat ini, perkiraan kerugian ekonomi langsung dan tidak langsung akibat penurunan muka tanah, kenaikan permukaan laut, dan banjir pasang surut telah mencapai lebih dari 100 triliun rupiah untuk Provinsi Jawa Tengah dan bahkan lebih untuk wilayah pesisir lainnya di Indonesia (Deltares, 2021).



Gambar 1. Rusaknya bangunan di Semarang Utara dan tenggelamnya rumah di Sriwulan, Sayung, Demak akibat penurunan muka tanah di pantai utara Jawa Tengah

Sumber: *Water Dialogue Consortium (Barry Beagen, Rizqa Hidayani), 2020*

Upaya adaptasi dan mitigasi penurunan muka tanah telah dilakukan oleh pemerintah kota di seluruh Jawa Tengah, tetapi upaya tersebut kurang merata dan tidak terkoordinasi. Karenanya, koordinasi antara Pemerintah Pusat, Provinsi, dan Daerah perlu digerakkan karena keterlibatan berbagai pemangku kepentingan dalam proses tersebut. Misalnya, eksplorasi dan pemanfaatan air tanah harus didasarkan pada Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 3 Tahun 2018 tentang Pengelolaan Air Tanah (lihat bab 2, disajikan dalam Lampiran I - Kompilasi Peraturan Pemerintah). Namun, keberadaan Perda ini belum mampu menurunkan laju penurunan muka tanah secara signifikan karena mekanisme pengawasan dan persetujuan izin yang lebih baik diperlukan. Keadaan yang saat ini terjadi mendesak untuk mendorong pemikiran transformatif agar lebih adaptif dalam mengatasi penurunan muka tanah sekaligus menangani dampak perubahan iklim di waktu bersamaan. Ini memerlukan partisipasi aktif dari berbagai pemangku kepentingan dan mekanisme pengambilan keputusan yang terdesentralisasi di mana tata kelola harus berfungsi sebagai tulang punggung dalam mengawal proses tersebut.

Pemerintah Provinsi Jawa Tengah telah mulai menangani masalah ini dengan pengembangan Roadmap dalam Mengadaptasi dan Memitigasi Penurunan muka tanah di Semarang dan Demak, sebagai proyek kerja sama antara Provinsi Jawa Tengah dan dukungan dari Water Dialogue Program untuk menyediakan kerangka kerja adaptasi dan langkah-langkah mitigasi untuk mengatasi masalah ini di Jawa Tengah. Koridor pesisir Pekalongan – Semarang – Demak sebagai salah satu daerah dengan risiko penurunan muka tanah tertinggi di sepanjang pantai utara Jawa Tengah menjadi lokus utama kajian teknis tersebut, sebagai masukan untuk penyusunan lebih lanjut roadmap wilayah Jawa Tengah.

1.2 Tentang Inisiatif

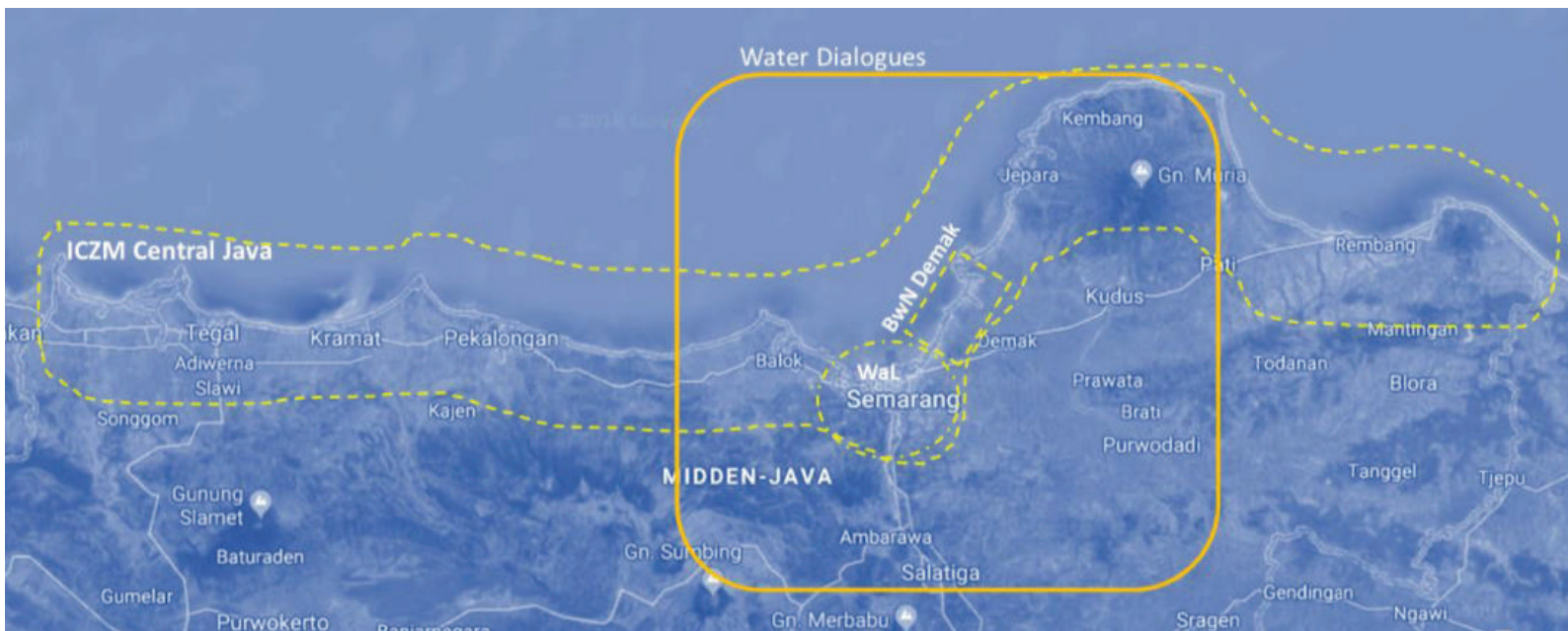
Penyusunan roadmap adaptasi dan mitigasi penurunan muka tanah di Provinsi Jawa Tengah diprakarsai secara kolaboratif oleh Provinsi Jawa Tengah dengan dukungan Water Dialogue Program serta para ahli teknis dari Wetlands International Indonesia, Deltares, Witteveen+Bos, Kota Kita, Universitas Diponegoro, dan Institut Teknologi Bandung (ITB). Roadmap ini akan menggambarkan peran semua aktor di daerah aliran sungai yang lebih luas untuk mengurangi ekstraksi air tanah, mengisi ulang akuifer, dan mengoptimalkan penggunaan dan daur ulang air permukaan.

Selain itu, roadmap ini sudah sesuai dengan **roadmap nasional untuk memitigasi dan mengadaptasi penurunan muka tanah di dataran rendah pesisir (2019)**. Karena roadmap nasional memberikan strategi umum tentang cara kota harus mengatasi penurunan muka tanah, roadmap tingkat lokal ini akan lebih khusus konteks untuk kondisi Semarang dan Demak sebagai daerah dengan risiko penurunan muka tanah tertinggi di sepanjang pantai utara Jawa Tengah.

Untuk menyelaraskan dan menginternalisasikan strategi dengan inisiatif lain yang ada, pengembangan roadmap ini dengan cermat memperhitungkan tiga program terkait air sebelumnya di Semarang dan Demak,

tetapi akan lebih menjelaskan tentang mitigasi dan adaptasi terhadap penurunan muka tanah di Semarang dan Demak. Ketiga program tersebut adalah Integrated Coastal Zone Management (ICZM) Jawa Tengah, Building with Nature di Demak, dan Water as Leverage di Semarang. Gambar berikut mengilustrasikan ruang lingkup pekerjaan ini dan tiga inisiatif yang sedang berjalan.

Roadmap ini akan mencakup solusi implementasi jangka pendek dan jangka panjang oleh pemerintah. Sementara di sisi lain, roadmap ini menuliskan asal-usul penyebab penurunan muka tanah dalam perlindungan pantai. Ini nantinya akan meningkatkan wacana penurunan muka tanah. Penguraian tentang solusi jangka panjang diharapkan dapat menopang solusi berbasis alam yang diusulkan oleh Building with Nature. Terakhir, roadmap akan membuat roadmap berkomitmen yang membangun lingkungan yang mendukung, skenario yang berkontribusi pada studi kelayakan Water as Leverage. Di sisi lain, inisiatif Water as Leverage dapat menyediakan proyek dan program yang memiliki komponen untuk dimasukkan ke dalam roadmap.



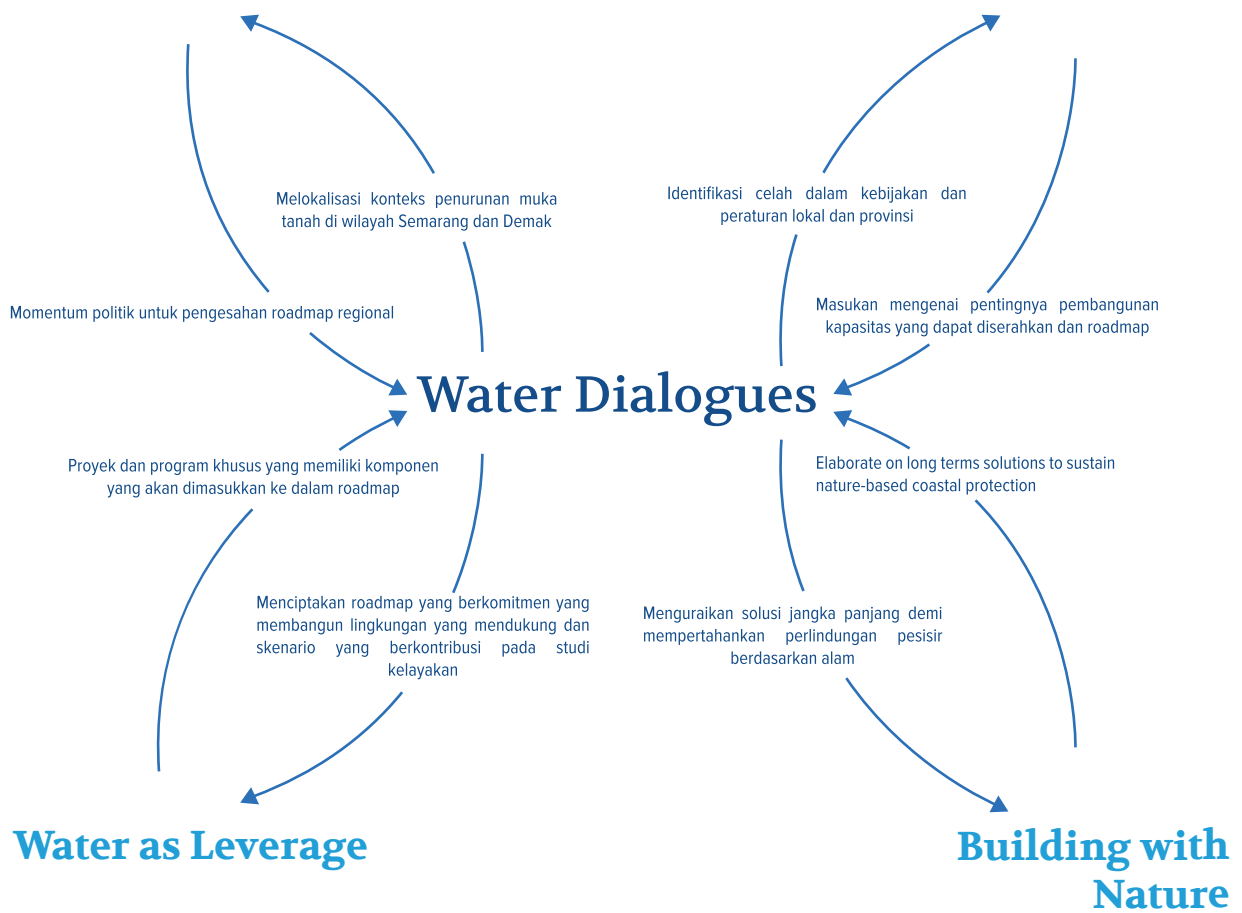
Gambar 2. Cakupan pekerjaan Water Dialogue dan inisiatif lainnya di Semarang dan Demak

Sumber: Penulis, 2021

Posisi Water Dialog terhadap Roadmap

Roadmap Nasional mengenai Penurunan Muka

Manajemen Zona Pesisir yang Terintegrasi



Gambar 3. *Posisi Water Dialog terhadap Roadmap*
 Sumber: Penulis, 2021

1.3 Tujuan Pengembangan Roadmap

Strategi dan langkah-langkah adaptasi dan mitigasi untuk mengatasi penurunan muka tanah di wilayah pesisir bagian utara Provinsi Jawa Tengah, khususnya Semarang dan Demak, sangat diperlukan. Ini dikarenakan dampak terhadap masyarakat dan aktivitas setempat cukup masif,

serta untuk menghindari dampak yang lebih besar di kemudian hari. Roadmap mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah ini disusun untuk dijadikan acuan dan pedoman pelaksanaan program mitigasi dan adaptasi yang melibatkan seluruh pemangku kepentingan terkait.

1.4 Ruang Lingkup dan Komponen

RUANG LINGKUP WILAYAH	TIMEFRAMES
<p>Seperti disebutkan sebelumnya, roadmap dimaksudkan untuk mengatasi masalah penurunan muka tanah di Provinsi Jawa Tengah. Namun, wilayah studi yang dikaji dalam roadmap ini adalah Semarang dan Demak sebagai wilayah dengan risiko penurunan muka tanah tertinggi di sepanjang pantai utara Jawa Tengah. Dengan menggunakan kasus yang terjadi di Semarang dan Demak, strategi dan langkah-langkah yang diusulkan dalam roadmap ini untuk beradaptasi dan mengurangi penurunan muka tanah diharapkan dapat memberikan kerangka kerja untuk wilayah pesisir lainnya di provinsi tersebut.</p>	<p>Strategi yang dikembangkan dalam roadmap ini mencakup strategi dengan jangka waktu pelaksanaan jangka pendek (1-2 tahun), jangka menengah (5 tahun), dan jangka panjang (10 tahun).</p>


Komponen-Komponen

Roadmap ini dikembangkan melalui gabungan beberapa komponen, antara lain:




Pemetaan kelembagaan dan pemangku kepentingan

Bagian pertama berfokus pada analisis aktor dan institusi yang terlibat serta peran mereka dalam adaptasi dan mitigasi penurunan muka tanah di Semarang dan Demak. Ini juga melibatkan tinjauan kerangka kebijakan saat ini dalam menangani penurunan muka tanah di wilayah studi. Bagian ini dilakukan oleh Kota Kita dan Universitas Diponegoro, sebagai tim lokal di Jawa Tengah.




Pengembangan roadmap dan skenario implementasi

Komponen selanjutnya berfokus pada jalur menuju implementasi melalui pengembangan roadmap yang mencakup strategi dan target yang perlu dicapai dalam jangka pendek, menengah, dan panjang. Bagian ini terutama dikembangkan oleh ITB dan UNDIP yang terus berkonsultasi dengan pemerintah daerah.




Penilaian Dampak Ekonomi

Komponen kedua berfokus pada penilaian dampak ekonomi akibat penurunan muka tanah di Semarang dan Demak. Penilaian dampak ekonomi dilakukan berdasarkan tiga skenario: bisnis seperti biasa, penurunan laju penurunan sebesar 50%, dan penurunan laju penurunan sebesar 75%. Bagian ini dilakukan oleh Deltares.



Pengembangan kerangka kebijakan

Terakhir, demi mendorong implementasi strategi yang diusulkan, rekomendasi tentang kerangka kebijakan dan kelembagaan diharapkan dapat membantu pemerintah daerah dalam mengoperasionalkan roadmap. Bagian ini dilakukan oleh Wetlands International Indonesia.



Identifikasi langkah adaptasi dan mitigasi

Komponen ini bertujuan untuk mengidentifikasi langkah-langkah adaptasi dan mitigasi yang perlu dilakukan berdasarkan hasil skenario. Bagian ini juga akan melihat pekerjaan sebelumnya pada studi penurunan muka tanah yang dilakukan di Semarang dan Demak. Komponen ini terutama dikembangkan oleh Witteveen+Bos.

BAB 2 — PENYELARASAN DAN TINJAUAN KERANGKA REGULASI

2.1 Roadmap Nasional tentang Penurunan Muka Tanah

Pada tahun 2019, Kementerian Koordinator Bidang Kematriman dan Investasi telah menerbitkan Roadmap Nasional Adaptasi dan Mitigasi Penurunan Muka Tanah (disertakan dalam Lampiran XI – Strategi Roadmap Nasional Adaptasi dan Mitigasi Penurunan Muka Tanah). Langkah-langkah mitigasi dan adaptasi sangat diperlukan guna menghindari potensi kerugian yang lebih tinggi di masa mendatang (Andreas et al. 2017; Mazzoti dkk. 2009; Sutanta dkk. 2005). Roadmap tersebut disusun untuk dapat dimanfaatkan oleh pemangku kepentingan terkait dalam mengatasi penurunan muka tanah di garis pantai.

2.1.1 Gambaran Umum Fenomena Penurunan Muka Tanah di Indonesia

Penurunan muka tanah terjadi di dataran rendah pesisir Indonesia, yang memengaruhi lebih dari 20 kota di Indonesia termasuk kota-kota pesisir besar seperti Jakarta, Semarang, dan Surabaya. Selain itu, kawasan pesisir yang berbatasan dengan lahan gambut sangat rentan terhadap penurunan muka tanah, seperti kawasan pesisir di Kabupaten Kepulauan Meranti, Provinsi Riau. Menurut Roadmap Nasional mengenai Penurunan Muka Tanah, setidaknya ada 21 provinsi dan 132 kabupaten/kota di Indonesia yang saat ini terindikasi mengalami penurunan muka tanah, terutama di kawasan pesisir, baik pada tanah mineral maupun lahan gambut pesisir.

Gambar 4 sebagaimana ditunjukkan di atas menandai area di Indonesia yang memiliki masalah penurunan muka tanah. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar area di pesisir utara pulau Jawa (termasuk Semarang, Demak, Pekalongan, dan Kendal) serta bagian timur Sumatra rentan terhadap penurunan muka tanah (termasuk Langsa, Medan, Indragiri,

Roadmap nasional mitigasi dan adaptasi terdiri dari beberapa bab seperti pengaturan kelembagaan dan studi kebijakan, pemetaan bahaya penurunan muka tanah, pemantauan penurunan muka tanah, langkah adaptasi untuk dampak jangka pendek, dan langkah mitigasi yang komprehensif untuk dampak jangka panjang. Strategi-strategi dalam peta jalan telah dirumuskan untuk mengakomodasi periode jangka pendek (5 tahun), jangka menengah (10 tahun), dan jangka panjang (>10 tahun).

dan Palembang). Selain itu, beberapa wilayah di Pulau Kalimantan, serta Provinsi Papua dan Papua Barat, juga rawan masalah penurunan muka tanah. Karena mencakup seluruh Indonesia, koordinasi di tingkat nasional diperlukan guna mengatasi masalah tersebut dan membuka jalan bagi Roadmap Nasional mengenai Adaptasi dan Mitigasi Penurunan Muka Tanah.

Menurut Roadmap Nasional, penurunan muka tanah di Indonesia umumnya terjadi karena faktor antropogenik atau akibat aktivitas manusia, seperti ekstraksi air tanah yang berlebihan, efek pembebanan, eksploitasi minyak dan gas bumi, dampak kegiatan penambangan bawah tanah, dan oksidasi lahan gambut. Faktor lainnya bersifat non-antropogenik yaitu pemadatan alami dan pengaruh penurunan tektonik akibat penajaman atau pergerakan sesar bumi. Di Indonesia, kedua faktor non-antropogenik tersebut di atas berdampak kecil pada penurunan muka tanah dibandingkan dengan faktor antropogenik.



Gambar 4. **Potensi Penurunan Muka Tanah di Kota-kota di Indonesia**

Sumber: Roadmap Nasional Mitigasi dan Adaptasi Terhadap Penurunan Muka Tanah, 2019

2.1.2. Rangkuman Strategi Roadmap Nasional mengenai Penurunan Muka Tanah

Seperti disebutkan sebelumnya, penurunan muka tanah di Indonesia terutama disebabkan oleh aktivitas antropogenik, sehingga dapat dimitigasi atau dicegah guna menghindari kerugian yang lebih besar di masa mendatang. Kondisi tersebut menjadi dasar penyusunan Roadmap Nasional, yang bertujuan untuk mendorong partisipasi pemangku kepentingan terkait untuk merespons risiko penurunan muka tanah dan dapat digunakan sebagai acuan dan pedoman di masing-masing provinsi/pemerintah daerah. Prosesnya tidak hanya melibatkan pemerintah, tetapi juga pemangku kepentingan swasta dan masyarakat umum. Untuk itu, Roadmap Nasional mengenai Penurunan Muka Tanah ini menjabarkan tujuh strategi utama sebagai berikut (Roadmap Nasional mengenai Penurunan Muka Tanah, 2019):

1. **Pendirian lembaga/koordinator lintas sektoral yang berwenang untuk pelaksanaan program mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah:** Strategi tersebut melibatkan proses koordinasi antar kementerian sektoral dalam membentuk lembaga teknis pelaksanaan langkah-langkah mitigasi dan adaptasi.
2. **Pengembangan peta bahaya dan risiko penurunan muka tanah:** Strategi tersebut mendorong pengembangan peta bahaya dan risiko, khususnya pada cekungan air tanah yang kritis dan secara keseluruhan di daerah dataran rendah pesisir.
3. **Melakukan pemantauan laju penurunan muka tanah:** Strategi tersebut terdiri dari berbagai kegiatan pemantauan di kota-kota pesisir prioritas, kawasan gambut pesisir, dan kawasan gambut prioritas. Strategi tersebut tidak hanya mengundang inisiatif dari pemerintah (pusat dan daerah), tetapi juga melalui sistem CSR oleh pihak swasta (yaitu industri migas, terkait dengan kegiatan eksploitasi).
4. **Implementasi langkah jangka pendek (adaptasi):** Strategi ini menggabungkan pengembangan konsep dan prosedur operasi standar (SOP) untuk langkah-langkah adaptasi, termasuk kegiatan pemantauannya.
5. **Implementasi langkah jangka panjang (mitigasi):** Strategi ini sangat menekankan langkah-langkah pencegahan dari aktivitas antropogenik, antara lain seperti melalui pendekatan penataan ruang, pengelolaan air, dan konservasi gambut.
6. **Menjalankan upaya pendidikan dan peningkatan kapasitas:** Kegiatan tersebut berkaitan dengan peningkatan kesadaran masyarakat umum untuk berpartisipasi dalam proses pemantauan dan implementasi langkah-langkah mitigasi dan adaptasi.
7. **Untuk menegakkan hukum tentang pemanfaatan air tanah dan penataan ruang:** Aspek penegakan hukum diperlukan guna memastikan kebijakan dan peraturan diberlakukan untuk mengatur aktor terkait mematuhi peran dan tanggung jawab mereka dalam implementasi langkah-langkah mitigasi dan adaptasi terhadap penurunan muka tanah.



<p>Strategi 1. Membentuk Lembaga Lintas Sektoral yang Berwenang/ Koordinator Implementasi Program Mitigasi dan Adaptasi Subsiden Tanah dan Bencana Terkait (2019-2020)</p>	<p>Strategi 4. Membuat Konsep, Standar Operasional Prosedur (SOP) dan Mengimplementasikan Solusi Jangka Pendek/ Adaptasi untuk Bencana Subsiden Tanah yang Telah Terjadi (2019-2024)</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1.1. Terciptanya mekanisme koordinasi antar kementerian sektor terkait untuk upaya mitigasi dan adaptasi subsiden tanah 1.2. Tersepakatinya bentuk kelembagaan teknis pelaksana mitigasi dan adaptasi subsiden tanah di dataran rendah pesisir 1.3. Tersusunnya dokumen landasan hukum /kebijakan kelembagaan pelaksana teknis mitigasi dan adaptasi subsiden tanah di dataran rendah pesisir 1.4. Berdiri dan berjalannya kelembagaan teknis mitigasi dan adaptasi subsiden tanah di dataran rendah pesisir 	<ol style="list-style-type: none"> 4.1. Tersusun dan tersosialisasikannya konsep dan SOP solusi jangka pendek/ adaptasi bencana subsiden tanah yang sudah terjadi 4.2. Terimplementasikannya solusi jangka pendek/ adaptasi 4.3. Terpantaunya pelaksanaan solusi jangka pendek/ adaptasi
<p>Strategi 2. Menyusun Peta Cekungan Air Tanah Kritis serta Peta Ancaman Bencana Subsiden Tanah di Dataran Rendah Pesisir (2019-2021) – 2024</p>	<p>Strategi 5. Menyusun dan Melaksanakan Konsep Pencegahan (Mitigasi) Subsiden Tanah Melalui Pendekatan Tata Ruang, Pengelolaan Air, Konservasi Gambut dan Kegiatan Eksploitasi Migas Ramah Lingkungan Berteknologi Tinggi (2010-2029)</p>
<ol style="list-style-type: none"> 2.1. Tersusunnya peta ancaman bencana subsiden tanah di dataran rendah pesisir di Indonesia; 2.2. Terlaksananya update berkala peta ancaman bencana subsiden tanah di dataran rendah pesisir di Indonesia 	<ol style="list-style-type: none"> 5.1. Tersusunnya pedoman integrasi subsiden tanah kedalam Tata Ruang 5.2. Teridentifikasinya area prioritas integrasi subsiden tanah kedalam Tata Ruang 5.3. Terintegrasinya subsiden tanah kedalam tata ruang 5.4. Tersusunnya program mitigasi berbasis pengelolaan air 5.5. Teridentifikasinya area prioritas program mitigasi berbasis pengelolaan air 5.6. Terimplementasikannya program mitigasi berbasis pengelolaan air 5.7. Tersusunnya rencana program mitigasi subsiden tanah berbasis konservasi lahan gambut 5.8. Teridentifikasinya area prioritas program mitigasi subsiden tanah berbasis konservasi lahan gambut 5.9. Terimplementasikannya program mitigasi subsiden tanah berbasis konservasi lahan gambut 5.10. Tersusunnya rencana program mitigasi subsiden tanah melalui program eksploitasi migas ramah lingkungan dan berteknologi tinggi 5.11. Teridentifikasinya area prioritas program eksploitasi migas ramah lingkungan dan berteknologi tinggi 5.12. Terimplementasikannya program eksploitasi migas ramah lingkungan dan berteknologi tinggi
<p>Strategi 3. Memantau dan Melakukan Evaluasi Cekungan Air Tanah Kritis, dan Laju Subsiden Tanah di Kota-Kota Dataran Rendah Pesisir, kawasan gambut pesisir dan Area Migas Pesisir (2019-2029)</p>	<p>Strategi 6. Melakukan Edukasi dan Peningkatan Kapasitas dalam Mitigasi dan Adaptasi Subsiden Tanah (2019-2029)</p>
<ol style="list-style-type: none"> 3.1. Tersusunnya program pemantauan cekungan air tanah, dan laju subsiden tanah di kota-kota pesisir yang melibatkan pemerintah pusat, pemerintah daerah dan CSR 3.2. Terlaksananya pemantauan subsiden di lokasi kota pesisir prioritas 3.3. Terlaksananya pemantauan subsiden di lokasi kota pesisir terindikasi subsiden 3.4. Tersusunnya program pemantauan subsiden tanah di area gambut pesisir yang melibatkan pemerintah Pusat, pemerintah daerah, dan sistem CSR dari pihak swasta (Perusahaan HTI, perkebunan kelapa sawit, dll) 3.5. Terlaksananya pemantauan subsiden pada area gambut prioritas 3.6. Terlaksananya pemantauan di area gambut pesisir yang terindikasi subsiden 3.7. Tersusunnya program pengawasan subsiden tanah di area pengeboran migas yang melibatkan tim K3S melalui SKK-Migas dan atau skenario lainnya seperti CSR dari pihak swasta 3.8. Terlaksananya program pemantauan di area pengeboran Migas prioritas 	<ol style="list-style-type: none"> 6.1. Tersusun dan terlaksananya program penyadartahuan dan peningkatan kapasitas dalam menghadapi subsiden tanah
	<p>Strategi 6. Melakukan Edukasi dan Peningkatan Kapasitas dalam Mitigasi dan Adaptasi Subsiden Tanah (2019-2029)</p> <ol style="list-style-type: none"> 7.1. Adanya kebijakan/ Peraturan perundangan dan kelembagaan untuk Penegakan Hukum terkait Pemanfaatan Air Tanah dan Penataan Ruang 7.2. Terlaksana dan berjalannya kebijakan /Peraturan perundangan dan kelembagaan untuk Penegakan Hukum terkait Pemanfaatan Air Tanah dan Penataan Ruang

Gambar 5. Peta Jalan Nasional Mitigasi dan Adaptasi Penurunan Muka Tanah
Sumber: Kemenkomarves





2.2 Kebijakan yang Ada tentang Penurunan Muka Tanah di Tingkat Nasional, Provinsi, dan Daerah

Kebijakan mengenai penurunan muka tanah di tingkat nasional, provinsi, dan daerah masih terbatas. Oleh karena itu, upaya penanganan penurunan muka tanah cenderung berjalan sendiri-sendiri dan melekat pada sektor lain yang terkait, yaitu strategi penyediaan air di kota atau strategi pemantauan air tanah, yang tanggung jawabnya berada pada lembaga pemerintah yang berbeda. Namun, baru-baru ini pada tahun 2020, pemerintah pusat telah mempertimbangkan penurunan muka tanah sebagai salah satu jenis bencana dalam draft revisi Undang-Undang tentang Penanggulangan Bencana (UU No. 24/2007). Dengan begitu, masalah ini bisa mendapatkan perhatian lebih. Selain itu, Provinsi Jawa Tengah telah memberlakukan beberapa arsitektur kebijakan untuk mengatasi masalah ini. Kebijakan yang ada mengenai penurunan muka tanah di tingkat nasional, dan khususnya di Jawa Tengah termasuk, tetapi tidak terbatas pada peraturan dan kebijakan berikut:

- Undang-undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air - Dibatalkan
- Draft Revisi UU Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.
- Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 47 Tahun 2015 tentang Kebijakan dan Strategi Daerah Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Provinsi Jawa Tengah
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 3 Tahun 2018 tentang Pengelolaan Air Tanah.
- Undang-undang No. 17 Tahun 2019 tentang Sumberdaya Air.
- Peraturan Pemerintah Nomor 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko

Tabel 1.
Kebijakan yang Ada Terkait Masalah Penurunan Muka Tanah di Provinsi Jawa Tengah

Kebijakan yang ada terkait penurunan muka tanah di Jawa Tengah	Tinjauan	Relevansi dan Kesenjangan
Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (Dibatalkan)	<ul style="list-style-type: none"> - UU No. 7 Tahun 2004 mengatur tentang pengelolaan sumber daya air, hak guna air, dan hak pengusahaan air, serta kewenangan pemangku kepentingan dalam pengelolaan sumber daya air. - Dibatalkan oleh Mahkamah Konstitusi pada tahun 2015 karena berpendapat bahwa undang-undang ini mendorong privatisasi hak atas air, yang bertentangan dengan Konstitusi. - Digantikan dengan berlakunya kembali Undang-Undang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan, dan kemudian Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air. 	Penurunan muka tanah dianggap sebagai salah satu kemungkinan kerusakan yang disebabkan oleh air selain banjir, erosi, sedimentasi, dsb. Pengelolaan potensi kerusakan yang disebabkan oleh air dilakukan melalui mitigasi bencana.
Draft Revisi UU No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana* *Dalam proses perpanjangan	<ul style="list-style-type: none"> - UU No. 24 Tahun 2007 mengklasifikasikan bencana ke dalam tiga kategori, yaitu bencana alam, bencana nonalam, dan sosial. - Sedangkan dalam draft revisi peraturan, terdapat empat kelompok bencana yang diklasifikasikan berdasarkan pemicunya: (1) geologi dan vulkanologi, (2) bencana hidrometeorologi I (kering), (3) bencana hidrometeorologi II (basah), dan (3) bencana nonalam. Bencana nonalam termasuk empat komponen, yaitu limbah, penurunan muka tanah, epidemi, dan kegagalan teknologi, yang mencakup masalah bencana industri. 	Penurunan muka tanah termasuk salah satu jenis bencana yang disebutkan di dalam peraturan tersebut. Dengan begitu, masalah tersebut akan mendapatkan perhatian lebih besar di masa mendatang.
Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 47 Tahun 2015 tentang Kebijakan dan Strategi Daerah Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Provinsi Jawa Tengah	<ul style="list-style-type: none"> - Cakupan pelayanan air minum perkotaan di Provinsi Jawa Tengah pada akhir tahun 2013 baru mencapai 63,99%. Ini terdiri dari Jaringan Pipa 42,76% dan Jaringan Non-pipa 21,23%. Cakupan pelayanan air minum pedesaan sebesar 49,13%, terdiri dari Jaringan Pipa 42,76% dan Jaringan Non-pipa 10,99%. Target MDG yang ingin dicapai pada akhir tahun 2015 adalah 75%. - Pelayanan air minum di Provinsi Jawa Tengah saat ini dikelola oleh PDAM Provinsi Jawa Tengah, PDAM Kabupaten/Kota, dan secara swadaya oleh masyarakat. Ada 35 PDAM Kabupaten/Kota dan 1 PDAB di Provinsi Jawa Tengah. - Di Provinsi Jawa Tengah terdapat 573 IKK: 427 IKK telah dibangun dan 146 IKK belum dibangun, dengan kapasitas waktu idle rata-rata adalah 3.000 L/s. Saat ini, rata-rata kebocoran pada pipa adalah 30-40% dan diharapkan menjadi 3,10% pada akhir tahun 2019 dengan rencana pengurangan kebocoran sebesar 1% per tahun. 	Pemerintah kota Jawa Tengah telah berencana mengembangkan waduk guna meningkatkan kapasitas retensi agar volume air baku meningkat.

Kebijakan yang ada terkait penurunan muka tanah di Jawa Tengah	Tinjauan	Relevansi dan Kesenjangan
<p>Perda Provinsi Jawa Tengah Nomor 3 Tahun 2018 tentang Pengelolaan Air Tanah</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dilarang melakukan pengeboran, penggalian, atau kegiatan lainnya dalam radius 200 m dari munculnya mata air. - Urusan pengelolaan air tanah dilaksanakan oleh kepala instansi yang membidangi energi dan sumber daya alam - Pemegang izin perusahaan air tanah wajib, antara lain, memberikan minimal 15% dari penggunaan batas debit air tanah yang ditetapkan dalam izin untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari masyarakat setempat; mengoperasikan sumur pantau untuk setiap lima sumur atau untuk debit ekstraksi 50 L/s atau lebih dari satu atau beberapa sumur di area kurang dari 10 hektare. - Peraturan provinsi mengamanatkan pengembangan peta zona konservasi air tanah serta sistem informasi air tanah, yang berfungsi sebagai dasar untuk menentukan kawasan perlindungan dan pemanfaatan air tanah. - Penerapan pengelolaan air tanah dibiayai oleh APBD Jawa Tengah dan/atau sumber lain yang sah dan tidak mengikat. 	<p>Sudah ada lembaga yang memimpin pemantauan ekstraksi air tanah (Departemen Energi dan Sumber Daya Alam). Namun, mekanisme kapasitas pemantauan perlu ditingkatkan.</p>
<p>Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Menggantikan UU No. 11 Tahun 1974 tentang Pengairan (dan UU No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air yang dibatalkan). - Menegaskan kembali kontrol negara atas hak air. - Menetapkan hierarki yang jelas dari pemanfaatan air: jaminan pemenuhan oleh pemerintah (kebutuhan dasar sehari-hari, kegiatan pertanian masyarakat, sistem penyediaan air minum), tujuan non-komersial, dan tujuan komersial (tergantung lisensi). - Undang-undang tersebut menegaskan bahwa pemanfaatan air untuk (tujuan komersial) tertentu hanya dapat dilakukan jika hierarki di atas dipenuhi. - Rencana pengelolaan sumber daya air termasuk pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) lintas negara, DAS antarprovinsi, dan DAS strategis nasional, termasuk cekungan air tanah di DAS tersebut. - Saat ini belum ada peraturan derivatif di tingkat nasional dan daerah. 	<p>Penurunan muka tanah dianggap sebagai salah satu kemungkinan kerusakan yang disebabkan oleh air selain banjir, erosi, sedimentasi, dsb. Pengelolaan potensi kerusakan yang disebabkan oleh air dilakukan melalui mitigasi bencana.</p> <p>Menetapkan izin daerah aliran sungai sebagai bagian dari daerah aliran sungai (DAS). Ini akan memengaruhi pengaturan kelembagaan urusan air tanah di tingkat daerah (setelah peraturan derivatifnya tersedia).</p>
<p>Peraturan Pemerintah No. 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Regulasi derivatif UU Cipta Kerja (UU No. 11 Tahun 2020) yang secara khusus mengatur banyak urusan perizinan usaha lintas sektor. - Menetapkan norma dan kriteria usaha di bidang sumber daya air sebagai salah satu subsektornya 	<ul style="list-style-type: none"> - Menetapkan kewajiban tegas pengusaha di bidang sumber daya air untuk bertanggung jawab atas dampak/risiko negatif yang terkait dengan usahanya. - Daftar hierarki kegiatan perizinan untuk usaha yang bergerak di bidang sumber daya air. - Mendorong pemanfaatan sumber daya air yang lebih baik oleh pihak swasta.

Sumber: Berbagai peraturan seperti yang tercantum dalam Tabel

2.3. Kerangka Kelembagaan Saat Ini

Kelembagaan menjadi salah satu aspek penting dalam pelaksanaan mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah di wilayah pesisir Provinsi Jawa Tengah. Strategi pengawasan tidak dapat dilakukan secara parsial, tetapi memerlukan sinergi tata kelola lintas sektor serta yurisdiksi pemerintah pusat dan daerah. Optimalisasi efektivitas mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah juga harus didukung oleh sinergi kebijakan dan program yang komprehensif dari hulu hingga hilir.

Di Indonesia, aspek kelembagaan penanganan penurunan muka tanah telah dirintis sejak awal tahun 2020 sebagai tindak lanjut penyusunan roadmap nasional untuk mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah di wilayah pesisir Indonesia yang telah disusun pada tahun 2019. Aspek kelembagaan merupakan langkah awal dalam upaya penanganan penurunan muka tanah. Oleh karena itu, di Provinsi Jawa Tengah, upaya pembentukan lembaga pengelolaan mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah di wilayah pesisir juga penting untuk segera dilaksanakan. Tabel berikut memberikan gambaran kondisi kerangka kelembagaan terkini terkait penurunan muka tanah di tingkat Nasional, Jawa Tengah, dan Kota/Kabupaten.

Table 2.
Gambaran Umum Kerangka Kelembagaan Saat Ini Mengenai Penurunan Muka Tanah

Kondisi Saat Ini	Masalah/Kesenjangan	Tujuan
Pemerintah Nasional		
Memiliki wewenang untuk merumuskan kebijakan dan program dalam skala nasional	<ul style="list-style-type: none"> - Penurunan muka tanah belum termasuk dalam kategori bencana di Indonesia. - Program nasional seperti PAMSIMAS (program nasional penyediaan air yang menggunakan air tanah) berkontribusi terhadap penurunan muka tanah. 	Penetapan kebijakan dan program yang mendorong mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah di Provinsi dan Kota/Kabupaten.
Sudah memiliki kelompok kerja mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah pada akhir tahun 2020	Peran kelompok kerja (Pokja) dalam melaksanakan aksi mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah belum optimal karena mekanisme penganggaran.	Pokja mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah di tingkat nasional dapat menjadi panutan bagi pemerintah daerah.
Pemerintah Provinsi Jawa Tengah		
Memiliki kewenangan yang terkait dengan: <ul style="list-style-type: none"> - Pengelolaan air tanah di Provinsi Jawa Tengah (Peraturan Provinsi Jawa Tengah No. 3 Tahun 2018 tentang Pengelolaan Air Tanah) - Pengelolaan wilayah pesisir sepanjang 0-12 mil dari garis pantai (UU Nomor 1 Tahun 2014 tentang Perubahan Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil) - Kerangka kelembagaan untuk mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah belum ditetapkan. Kelembagaan yang ada menjalankan program terkait penurunan muka tanah secara sporadis, berdasarkan fungsi pokok dan tugas masing-masing pemangku kepentingan - Pemangku kepentingan yang terlibat dalam penanganan masalah penurunan muka tanah masih didominasi oleh pemerintah dan akademisi 	<ul style="list-style-type: none"> - Lembaga yang khusus menangani penurunan muka tanah yang terintegrasi antara pemerintah pusat, provinsi, dan kota/kabupaten belum didirikan. - Program dan kebijakan yang komprehensif dan terintegrasi (lintas wilayah dan sektor) terkait penurunan muka tanah, belum dikembangkan. - Kurangnya keterlibatan dan partisipasi aktif para pemangku kepentingan yang lebih terintegrasi, baik pemerintah maupun non-pemerintah. 	<ul style="list-style-type: none"> - Lembaga yang berwenang untuk mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah dengan dasar hukum dan kebijakan yang jelas telah didirikan. Lembaga ini memiliki mekanisme komunikasi dan koordinasi yang terintegrasi mulai dari tingkat nasional, provinsi, hingga kota/kabupaten. - Program mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah yang terintegrasi dan komprehensif dengan regulasi dan mekanisme penganggaran yang jelas telah tersusun. Terjalinnnya kerja sama yang inklusif dari seluruh pemangku kepentingan (baik pemerintah maupun non-pemerintah) untuk mengoptimalkan upaya mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah di Provinsi Jawa Tengah.

Pemerintah Kota/Kabupaten	
<ul style="list-style-type: none"> - Memiliki kewenangan untuk mengembangkan program serta pemanfaatan dan pengelolaan lahan di tingkat Kota/Kabupaten. - Kelembagaan untuk mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah belum terbentuk. Kelembagaan yang ada menjalankan program terkait penurunan tanah secara sporadis, berdasarkan fungsi pokok dan tugas masing-masing pemangku kepentingan - Pemangku kepentingan yang terlibat dalam penanganan masalah penurunan muka tanah masih didominasi oleh pemerintah dan akademisi. 	

Identifikasi kerangka kelembagaan di Provinsi Jawa Tengah terkait mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah diidentifikasi melalui 2 (dua) aspek, yaitu otoritas serta tugas pokok dan fungsi (tupoksi). Informasi mengenai kedua aspek tersebut adalah sebagai berikut:



2.3.1 Otoritas

Strategi penanganan masalah penurunan muka tanah harus dilakukan dengan kolaborasi dan kerja sama yang terintegrasi dari pemerintah pusat hingga pemerintah daerah. Otoritas merupakan salah satu aspek penting sekaligus tantangan dalam pelaksanaan program mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah di Indonesia. Pengelolaan wilayah dataran rendah dan pesisir tidak dapat dipisahkan berdasarkan yurisdiksi.

Pemerintah provinsi memiliki otoritas untuk mengelola wilayah pesisir serta air tanah yang menjadi salah satu pemicu penurunan muka tanah. Sementara itu, faktor tata guna tanah juga memainkan peran utama dalam penurunan muka tanah bersamaan dengan eksploitasi air tanah secara besar-besaran. Pengelolaan dan pemanfaatan lahan menjadi kewenangan pemerintah Kota/Kabupaten. Di tingkat nasional, pemerintah pusat memiliki otoritas untuk merumuskan kebijakan bagi pemerintah daerah dalam upaya penanganan penurunan muka tanah. Kebijakan merupakan aspek penting yang menjadi acuan dan payung bagi pemerintah daerah.

Kebijakan di tingkat nasional penting, mengingat penurunan muka tanah belum masuk ke dalam kategori bencana. Ini berdampak pada kebijakan dan program yang dikembangkan dalam penanganan penurunan muka tanah di tingkat pemerintahan yang lebih rendah karena belum ada kebijakan di tingkat nasional yang dapat dijadikan acuan. Di sisi lain, PAMSIMAS sebagai salah satu program nasional untuk menyediakan penyediaan air dengan menggunakan air tanah menjadi pemicu lain terjadinya penurunan muka tanah. Ini menjadi fokus tersendiri yang perlu diperhatikan dalam optimalisasi penanganan penurunan muka tanah. Konsistensi, integrasi, dan sinergi antara pemerintah pusat dan daerah menjadi faktor penting dalam mengurangi penurunan muka tanah.

2.3.2 Tugas Pokok dan Fungsi

Saat ini, program penanganan penurunan muka tanah masih dilakukan secara parsial dan sporadis berdasarkan kasus-kasus tertentu. Pemerintah, baik di tingkat provinsi maupun kota/kabupaten telah melaksanakan program penanggulangan penurunan muka tanah sesuai dengan tugas pokok dan fungsinya. Demi mengoptimalkan upaya penanganan penurunan muka tanah, integrasi dan koordinasi lintas sektoral, serta strategi yang komprehensif, penting untuk segera dilaksanakan. Selanjutnya, mekanisme koordinasi perlu dibangun berdasarkan kerangka kelembagaan yang berfokus pada mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah di Provinsi Jawa Tengah.

Mekanisme koordinasi penurunan muka tanah di Jawa Tengah menjadi kewenangan Pemerintah Provinsi Jawa Tengah. Di Provinsi Jawa Tengah sendiri, belum ada lembaga yang khusus menangani masalah penurunan muka tanah. Berikut adalah lembaga-lembaga utama yang harus dilibatkan dalam proses kelembagaan terkait penurunan muka tanah di Provinsi Jawa Tengah.



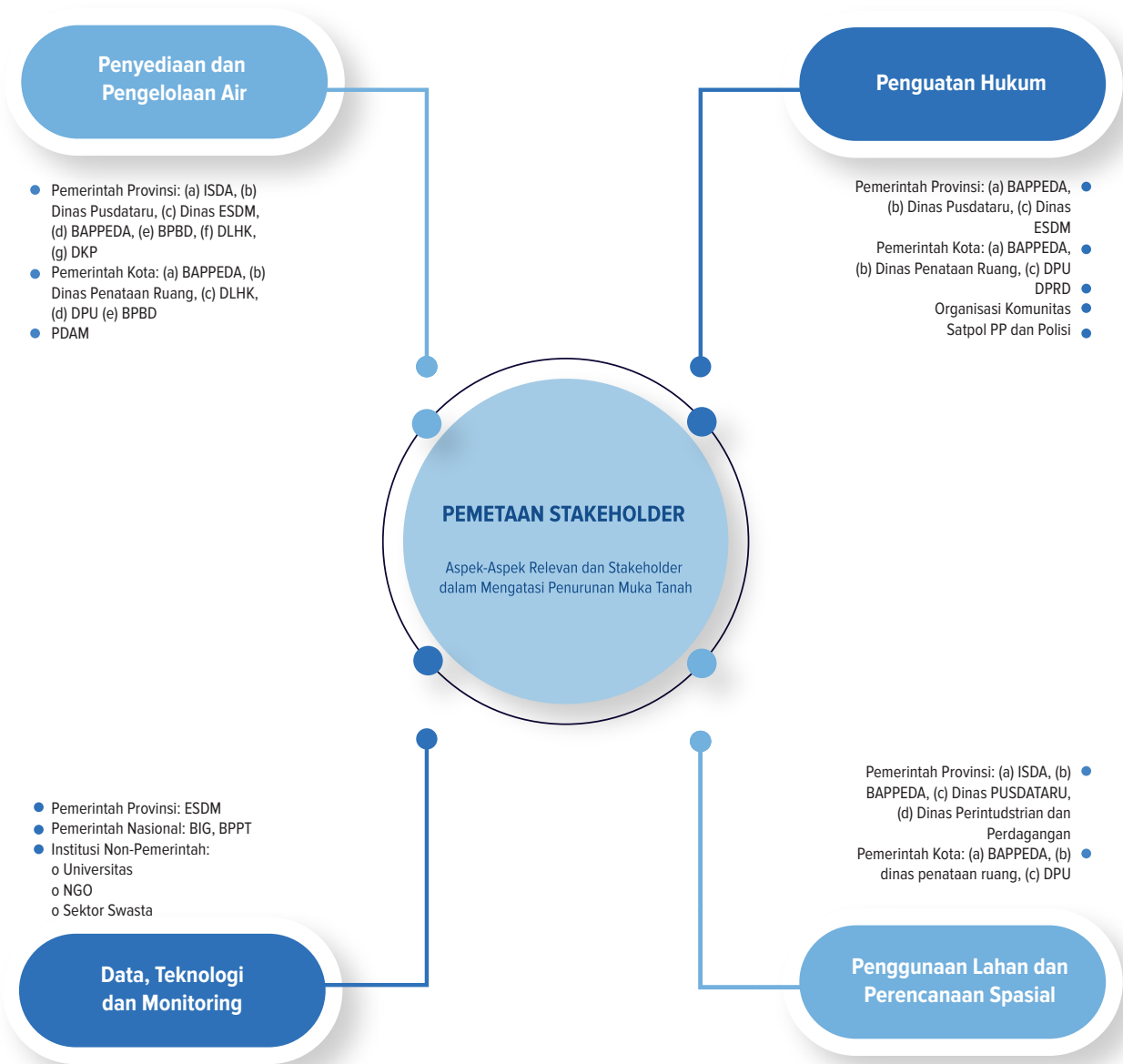
Tabel 3.
Lembaga Utama yang Harus Dilibatkan dalam Proses Kelembagaan Terkait Penurunan Muka Tanah di Provinsi Jawa Tengah

Organisasi Pemerintah	Peran dan Fungsi
Pemerintah Provinsi Jawa Tengah	
<p>Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang (PUSDATARU)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - PUSDATARU mempunyai tugas utama menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang pekerjaan umum, subbidang sumber daya air, dan penataan ruang. - Fungsi: melakukan perumusan, implementasi, pemantauan, evaluasi, dan pelaporan kebijakan di bidang pembangunan dan bimbingan teknis, irigasi, dan air baku, sungai, bendungan, dan pantai, serta penataan ruang. <p>(Sumber: Peraturan Gubernur Provinsi Jawa Tengah Nomor 60 Tahun 2016)</p>
<p>Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Jawa Tengah (Dinas ESDM)/ Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Kementerian ESDM mempunyai tugas pokok terkait dengan urusan pemerintahan di bidang energi dan sumber daya mineral. - Fungsi: melaksanakan perumusan, pelaksanaan, pemantauan, evaluasi, dan pelaporan kebijakan di bidang geologi dan air tanah, mineral dan batubara, ketenagalistrikan, dan energi terbarukan. <p>(Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 27 Tahun 2018)</p>
<p>Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - BAPPEDA mempunyai tugas pokok menyelenggarakan urusan pemerintahan dan sosial budaya; ekonomi; pembangunan infrastruktur dan wilayah; pemrograman, pemantauan dan evaluasi pembangunan; penelitian dan pengembangan; serta inovasi dan teknologi. - Fungsi: melakukan perumusan, pelaksanaan, dan pemantauan, evaluasi, dan pelaporan kebijakan di bidang perencanaan, penelitian, dan pengembangan.
<p>Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - BPBD mempunyai tugas pokok melakukan perumusan dan implementasi kebijakan daerah di bidang penanggulangan bencana. - Fungsi: melakukan perumusan, pelaksanaan, dan pemantauan, evaluasi, dan pelaporan kebijakan di bidang penanggulangan bencana. <p>(Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 101 Tahun 2008)</p>
<p>Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - DLHK mempunyai tugas utama menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang lingkungan hidup dan kehutanan. - Fungsi: melakukan proses perumusan, pelaksanaan, dan pemantauan, serta evaluasi dan pelaporan kebijakan di bidang penataan, penilaian dampak dan peningkatan kapasitas lingkungan hidup, pengelolaan limbah, limbah B3, pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan, pengelolaan dan pemanfaatan hutan, pengelolaan wilayah konservasi sungai dan Sumber Daya Alam, penyuluhan, penegakan hukum mengenai lingkungan, dan perlindungan hutan. <p>(Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 67 Tahun 2016)</p>

Organisasi Pemerintah	Peran dan Fungsi
Dinas Kelautan dan Perikanan (DKP)	<ul style="list-style-type: none"> - Dinas Kelautan dan Perikanan mempunyai tugas utama menyelenggarakan urusan pemerintahan di bidang kelautan dan perikanan. - Fungsi: melakukan perumusan dan implementasi kebijakan serta evaluasi dan pelaporan di bidang perikanan budidaya, perikanan tangkap, kelautan pesisir dan pengawasan, penyuluhan, dan usaha perikanan kelautan. (Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 75 Tahun 2016)
Biro Infrastruktur dan Sumber Daya Alam Sekretariat Daerah (Biro ISDA Setda)	<ul style="list-style-type: none"> - Biro ISDA Setda Provinsi Jawa Tengah memiliki tugas mengoordinasikan perumusan kebijakan daerah, mengoordinasikan pelaksanaan tugas perangkat daerah, memantau dan mengevaluasi pelaksanaan kebijakan daerah, pelayanan administrasi, dan pembinaan sumber daya manusia di bidang infrastruktur, lingkungan hidup, kehutanan, dan sumber daya mineral energi, ketahanan pangan, kelautan, perikanan, dan pertanian. - Fungsi: a) mengoordinasikan perumusan kebijakan daerah, b) mengoordinasikan pelaksanaan tugas perangkat daerah, c) memantau dan mengevaluasi pelaksanaan kebijakan, dan d) melaksanakan pelayanan administrasi dan pembinaan sumber daya pegawai negeri sipil di bidang infrastruktur, lingkungan, kehutanan, dan sumber daya mineral energi, ketahanan pangan, kelautan, perikanan, dan pertanian; dan e) pelaksanaan fungsi lain yang diberikan oleh Asisten Ekonomi dan Pembangunan. (Sumber: Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 54 Tahun 2016)
<p>Pemerintah Daerah di Wilayah Pesisir Provinsi Jawa Tengah:</p> <p>Pemerintah daerah mempunyai tugas pokok dan fungsi di bidang penataan ruang, pengelolaan air, lingkungan hidup, masalah bencana, dan pengelolaan kawasan pesisir seperti BAPPEDA, Dinas Perencanaan Tata Ruang, Dinas Pekerjaan Umum, Dinas Lingkungan Hidup, Dinas Penanggulangan Bencana, dan Departemen Kelautan dan Perikanan.</p>	

Selanjutnya, aspek kelembagaan ini membutuhkan peran aktif dari lebih banyak pemangku kepentingan. Mengacu pada kelembagaan di tingkat nasional, proses tata kelola dilakukan dengan cara clustering (pengelompokan) berdasarkan fungsi implementasi program mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah. Identifikasi pemangku kepentingan dilakukan guna memetakan pemangku kepentingan yang memiliki potensi keterlibatan untuk berpartisipasi dalam upaya adaptasi dan mitigasi penurunan

muka tanah. Nantinya, hasil identifikasi pemangku kepentingan (pengelompokan) berdasarkan bidang kerja di atas berperan dalam pembentukan kelembagaan terkait penurunan muka tanah di Provinsi Jawa Tengah (akan dijelaskan lebih lanjut pada bagian strategi roadmap pada bab selanjutnya). Berikut adalah gambaran skema wilayah utama dan peran lembaga potensial untuk adaptasi dan mitigasi penurunan muka tanah di Provinsi Jawa Tengah.



Gambar 6. Pemetaan Pemangku Kepentingan: Aspek Terkait dan Lembaga Utama yang Harus Dilibatkan dalam Proses Kelembagaan Terkait Mitigasi dan Adaptasi terhadap Penurunan Muka Tanah di Provinsi Jawa Tengah

2.4 Inisiatif yang Ada di Semarang dan Demak

To address the issue of land subsidence, the local governments have initiated various measures by partnering with different stakeholders. Currently, there are several initiatives that are underway in the north coast of Central Java Province, particularly Semarang and Demak, that might not directly address land subsidence issues, but contribute to mitigating and adapting to land subsidence

Integrated Coastal Zone Management atau Pengelolaan Kawasan Pesisir Terpadu

Pengelolaan Kawasan Pesisir Terpadu atau Integrated Coastal Zone Management (ICZM) adalah inisiatif pemerintah provinsi untuk melihat seluruh pesisir mulai dari Brebes hingga Rembang, dan beberapa bagian didukung oleh bantuan teknis negara Belanda dengan cakupan yang bervariasi (satu di Pekalongan dan satu di Brebes). Pemerintah provinsi telah membentuk tim yang terdiri dari berbagai departemen yang berfungsi sebagai satuan tugas untuk mengembangkan rencana dan pemangku kepentingan utama yang berinteraksi dengan bantuan internasional. ICZM secara resmi terdaftar sebagai program berdasarkan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) tahun 2020-2025, serta RPJMD provinsi tahun 2020-2025.

Bantuan teknis di Pekalongan didanai oleh Nuffic dan OKP, yang sangat berfokus pada penelitian dan pengembangan pengetahuan yang menganalisis tantangan dan peluang kota pesisir. Ini juga mendukung pembuatan ICZM center di UNDIP yang bertujuan menjadi pusat pengetahuan utama bagi provinsi tersebut. Sedangkan bantuan teknis di Brebes didanai oleh RVO di bawah Partnership for Water. Program tersebut mencakup program pelatihan untuk provinsi, serta percontohan untuk perencanaan master Brebes.

Building with Nature di Demak

Inisiatif “Building with Nature” bertujuan untuk membangun garis pantai yang stabil dengan berkurangnya risiko erosi melalui integrasi unik dari restorasi bakau, hard-engineering skala kecil, dan penggunaan lahan yang berkelanjutan. Program lima tahun (2015-2020) berfokus pada garis pantai di Demak di mana kenaikan permukaan laut diproyeksikan dapat menyebabkan banjir di daratan sejauh 6 km pada tahun 2100, menggenangi 14.700 hektar yang memengaruhi lebih dari 70.000 orang dan hilangnya 6.000 hektar budidaya perairan (akuakultur). Hingga saat ini, program tersebut telah meningkatkan keamanan pantai bagi 70.000 orang yang

rentan dengan menghindari banjir dan erosi pantai lebih lanjut di Jawa Tengah dan memberi mereka sudut pandang jangka panjang untuk pembangunan ekonomi yang berkelanjutan. Proyek ini mampu memperlambat atau menghentikan erosi secara Lokal dan dalam jangka pendek, bahkan beberapa bakau dapat direstorasi. Namun, karena parahnya penurunan muka tanah di area tersebut, tidak semua target restorasi proyek “Building with nature” dapat tercapai, kecuali penurunan muka tanah berkurang secara signifikan.



Gambar 7. Strategi Building with Nature

Sumber: Wetlands Indonesia, 2016

Water as Leverage Semarang

merupakan program kerja sama antara Netherland Enterprise Agency (RVO.nl) dan Kota Semarang untuk mengembangkan proposal desain yang inovatif, memenuhi persyaratan perbankan untuk mendapatkan kredit (bankable), dan dapat diimplementasikan guna mengatasi masalah air di kota tersebut. Tantangannya adalah menyesuaikan perencanaan kota jangka panjang yang komprehensif dengan transformasi inovatif jangka pendek; rencana adaptasi iklim yang ambisius dengan proyek-proyek yang dapat diandalkan; pengembangan lebih banyak pengetahuan tentang sistem air dengan pembangunan kota yang lebih tangguh; penelitian, desain, dan implementasi dengan aliansi perkotaan yang inklusif.

Selama fase pertama dan kedua Program Water as Leverage (2018-2019), tim desain telah bekerja sama mengembangkan lima program strategis dari dataran tinggi hingga pantai yang mengatasi masalah air yang mendasak di Semarang termasuk pasokan air, penurunan muka tanah, banjir, dan kenaikan air laut, dengan menggunakan satu pendekatan yang komprehensif dan holistik. Pada program tahap ketiga (2020), tim telah bekerja sama erat dengan pemerintah kota Semarang untuk mengembangkan roadmap inisiatif Water as Leverage, berfokus pada program yang dapat diselaraskan dengan program kota, termasuk tiga gagasan program utama: Kampung Tangguh, Optimalisasi Konektivitas Aliran Air (Rechanneling the City), dan Spongy Mountain Terrace, serta mengembangkan pedoman yang berfungsi sebagai toolkit untuk mengimplementasikan



Gambar 8. Hasil Water as Leverage: Strategi Menyeluruh untuk Menangani Masalah Air di Semarang
 Sumber: Water as Leverage, 2019

BAB 3

PENURUNAN MUKA TANAH DI JAWA TENGAH

STUDI KASUS: SEMARANG DAN DEMAK

Meskipun masalah penurunan muka tanah biasanya terjadi di seluruh wilayah pesisir di Indonesia, pantai utara Jawa Tengah sangat rentan terhadap penurunan muka tanah. Bagian ini akan memberikan gambaran tentang masalah penurunan muka tanah di Jawa Tengah, dengan fokus khusus pada wilayah Semarang - Demak sebagai lokus utama untuk studi teknis ini, diikuti dengan penilaian ekonomi terhadap dampak penurunan muka tanah dan usulan langkah-langkah adaptasi dan mitigasi.

3.1. Tinjauan Masalah Penurunan Muka Tanah di Jawa Tengah

3.1.1. Masalah Penurunan Muka Tanah di Jawa Tengah

Seperti telah disebutkan sebelumnya, masalah penurunan muka tanah belum mendapat perhatian serius dari pemerintah. Khususnya di kota-kota pesisir Jawa Tengah seperti Semarang, Demak, Pekalongan, Brebes, dan Tegal. Masalah ini tidak terkelola dengan baik mengingat tingkat kerentanan kota-kota tersebut. Berdasarkan penelitian sebelumnya, laju penurunan muka tanah di kota-kota tersebut cukup bervariasi. Di Semarang laju penurunan muka tanah berkisar antara 1 hingga 15 sentimeter per tahun, sedangkan di Demak tingkat penurunannya berkisar antara 1 hingga 10 sentimeter per tahun. Di Pekalongan, angkanya berkisar antara 1 hingga 15 sentimeter, tetapi di beberapa bagian mencapai 20 sentimeter per tahunnya. Sedangkan pengukuran khusus belum dilakukan di Brebes dan Tegal, tetapi tanda-tanda penurunan muka tanah telah terlihat di kedua daerah tersebut.

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, layaknya kota-kota lain di Indonesia, penurunan muka tanah di Jawa Tengah umumnya terjadi karena faktor antropogenik atau akibat aktivitas manusia, seperti ekstraksi air tanah yang berlebihan, efek pembebanan, eksploitasi minyak dan gas bumi, dampak kegiatan penambangan bawah tanah, dan oksidasi lahan gambut. Sementara itu, faktor non-antropogenik seperti pemadatan alami dan efek penurunan lempeng tektonik memiliki sedikit pengaruh dibandingkan dengan faktor antropogenik.

3.1.2. Dampak Penurunan Muka Tanah di Jawa Tengah

Penurunan muka tanah mengakibatkan “slow onset disaster” (bencana yang terjadi secara perlahan) di daerah dataran rendah pesisir berupa banjir pasang-surut air laut atau yang dikenal dengan istilah banjir rob, kerusakan infrastruktur, perluasan daerah rawan banjir, degradasi lingkungan, dll. Jawa Tengah, bagaimanapun, adalah salah satu daerah dengan dampak penurunan muka tanah yang signifikan dan terlihat. Tabel 4 menunjukkan luas wilayah yang pernah mengalami banjir rob, abrasi pantai, dan sedimentasi di Pekalongan, Batang, Kendal, Semarang, dan Demak.



Gambar 9. Banjir rob di Pekalongan dan Semarang
Sumber: Antaranews.com, Detik.com

Tabel 4.
Kota/Kabupaten di Pantai Utara Jawa yang mengalami banjir, abrasi, dan sedimentasi pantai

No	Kota/Kabupaten di Pantai Utara Jawa Tengah	Total area dengan sedimentasi (ha)	Total area dengan abrasi pantai (ha)	Total area dengan banjir (rob) (hektar)
1	Pekalongan	427,5	77,3	4.500,8
2	Batang	-	-	11,0
3	Kendal	1.005,8	317,4	258,9
4	Semarang	318,7	342,6	1.157,8
5	Pekalongan	-	-	3.221,0

Sumber: Andreas et al. (2016); Budianto (2012); Pribadi dan Helmi (2012).

Berdasarkan data, Pekalongan dan Demak merupakan dua kota yang paling parah terkena dampak banjir rob jika dilihat dari luas wilayah terdampak yang mencapai lebih dari ribuan hektare. Beberapa daerah ini sering mengalami banjir rob yang, di beberapa bagian, telah menyebabkan hilangnya akuakultur dan lahan. Di beberapa bagian di Demak, penurunan muka tanah dan banjir rob yang kerap terjadi juga menyebabkan tergusurnya masyarakat setempat karena kehilangan mata pencaharian.

3.2. Gambaran: Penurunan muka tanah di Semarang dan Demak

Semarang dan Demak merupakan kota dan kabupaten yang terletak di pesisir utara Jawa. Layaknya kota pesisir lainnya di sepanjang pantai utara Jawa, Semarang dan Demak menghadapi tantangan perkotaan yang kompleks dan saling terkait: **penurunan muka tanah, banjir, dan pertumbuhan yang cepat**. Wilayah pesisir Semarang mengalami penurunan dengan kecepatan 4 hingga 16 cm per tahun. Ini disebabkan adanya aktivitas geologi yang berbahaya, ekstraksi air tanah yang tidak terkendali, dan peningkatan massa bangunan. Ini diperparah dengan kenaikan muka air laut global yang diproyeksikan mencapai 4 mm per tahun akibat perubahan iklim (IPCC, 2013).

3.2.1. Laju Penurunan Muka Tanah

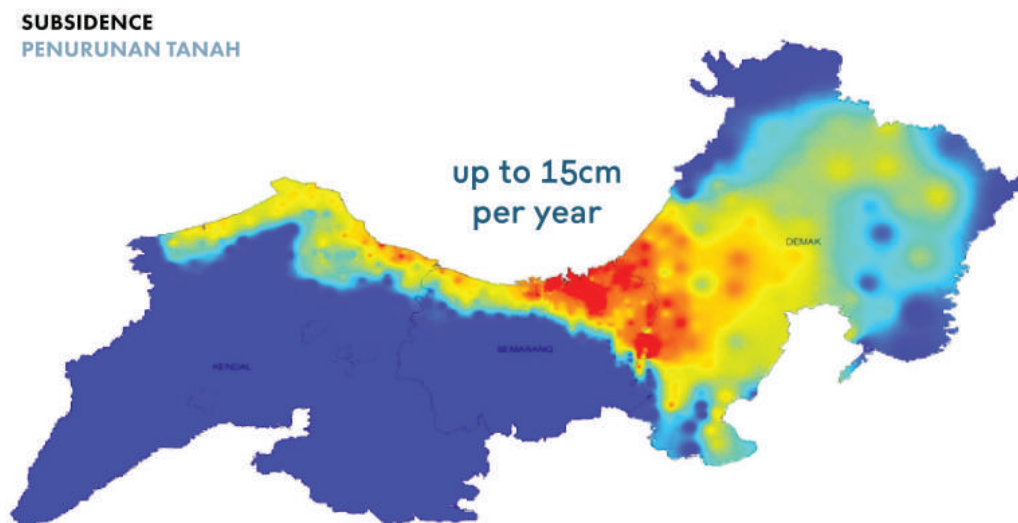
Beberapa penelitian untuk memprediksi dan melakukan pemodelan penurunan muka tanah di Semarang telah dilakukan oleh berbagai peneliti dengan menggunakan berbagai metode dan pendekatan. Seperti dikutip dalam Deltares (2021), sebagian besar peneliti menemukan bahwa penurunan muka tanah tertinggi terjadi di bagian utara Semarang terutama di wilayah timur laut (Kuehn, et al., 2010; Putranto & Rude, Groundwater Problems in Semarang Demak Urban Area, 2011; Abidin, Andreas, Gumilar, Sidiq, & Fukuda, 2012; Islam, Yudo, & Sudarsono, 2017; Ismanto, Wirasatriya, Helmi, Hartoko, & Prayogi, 2009). Berbeda dengan Semarang, studi tentang penurunan muka tanah di Demak belum banyak dilakukan. Studi Yuwono et al. (2019) dengan metode DInSAR menunjukkan bahwa penurunan muka tanah di Demak bervariasi dalam ruang dan waktu, dengan tingkat tertinggi terjadi di Kecamatan Sayung dengan penurunan muka tanah hingga 13 cm/tahun pada tahun 2017 (Yuwono et al., 2019).



Tabel 5. Laju penurunan muka tanah di Semarang dari penulis dan metode yang berbeda

Metode	Tahun	Referensi	Genuk [cm/tahun]	Pelabuhan [cm/tahun]	Tawang [cm/tahun]	Marina [cm/tahun]	Bandara [cm/tahun]
Waterpass	2000-2001	(Murdohardono, Sudrajat, Wirakusumah, Kuhn, & Mulyasari, 2009)	4-8	8-20	6-8	4-8	2-4
Waterpass	1999-2003	Centre of Environmental Geology	>6	>8	6-8	4-8	2-4
	2009-2011	(Abidin, Andreas, Gumilar, Sidiq, & Fukuda, 2012;	9-15	6-9	3-7	6-9	3-6
	2008-2016	Andreas H. , et al., 2019)					
Insar	Until 2019	(Ellipsis, 2020)	>10	6-10	6-8	3-6	0-4
SPN	2002-2006	(Kuehn, et al., 2010)	>7	>7	6-7	>7	5-6
DInSAR	2015-2016	(Islam, Yudo, & Sudarsono, 2017)	10	8-15	8	4-6	4-6
Pemodelan dengan Plaxis dan Terzaghi	2015-2016	(Sarah, Syahbana, Lubis, & Mulyono, 2011)	-	-	3-7	-	-
Elevasi tolok ukur dan pengukuran lapangan dengan DGPS	2009	(Ismanto, Wirasatriya, Helmi, Hartoko, & Prayogi, 2009)	>8.1	8.1-12	4.1-8	4.1-8	1.1-4
Mikrogravitasi	2002-2005	(Supriyadi, 2008)	<6.5	8-9.5	5-8	15	<6.5

Sumber: Deltranes, 2021



Gambar 10. Laju penurunan muka tanah dalam cm per tahun di Semarang dan Demak
Sumber: Andreas, Heri (2017)

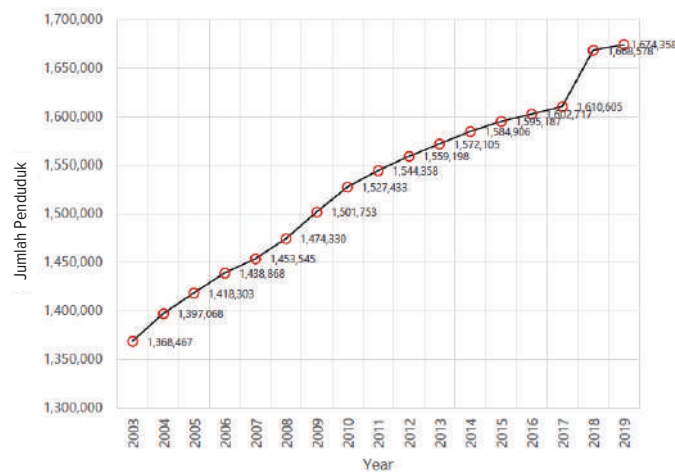
3.2.2. Aspek yang Terkait dengan Penurunan Muka Tanah di Semarang dan Demak

Beberapa aspek yang dianggap relevan atau menjadi latar belakang yang diperlukan mengenai penurunan muka tanah di Semarang dan Demak adalah sebagai berikut.

Pertumbuhan Penduduk

Pertumbuhan penduduk merupakan salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap peningkatan permintaan dan kebutuhan akan air minum. Menurut data BPS dari tahun 2003 hingga 2019, jumlah penduduk Kota Semarang semakin meningkat setiap tahunnya. Gambar 11 menggambarkan pertumbuhan penduduk dari tahun 2003 hingga 2017. Rata-rata pertumbuhan penduduk di Semarang meningkat sekitar 1,89% per tahun. Pertumbuhan

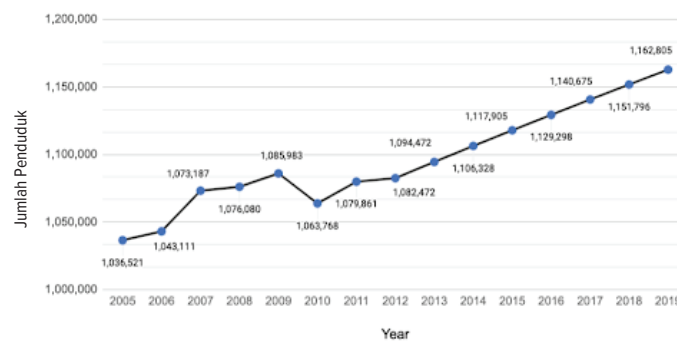
penduduk sebesar 2,09% pada tahun 2003 dan secara umum berfluktuasi dengan tren menurun, menjadi 0,5-1% pada 10 tahun terakhir ini. Namun, ada lonjakan peningkatan penduduk sebesar 3% dari 2017 hingga 2018. Pertumbuhan kebutuhan air domestik di Semarang dapat diprediksi dengan tren yang sama. Peningkatan juga diproyeksikan, meskipun pertumbuhan mungkin lebih lambat seperti yang ditunjukkan.



Gambar 11. Penduduk di Semarang
Sumber: Witteveen Bos

Dibandingkan dengan Semarang, penduduk Demak dari tahun 2005 - 2019 sedikit berfluktuasi dalam lima tahun pertama, tetapi secara keseluruhan laju pertumbuhan penduduk memiliki tren yang meningkat. Seperti digambarkan pada Gamba 12, laju pertumbuhan penduduk dari tahun 2005 – 2010 cukup tidak teratur. Menurut BPS, laju tertinggi diamati

pada tahun 2007 yaitu sebesar 2,88%. Setelah titik itu, jumlahnya turun tiba-tiba menjadi 0,35%. Namun, pada tahun-tahun berikutnya, laju tersebut rata-rata berkisar antara 1-1,25% hingga tahun 2019, dengan tren kenaikan yang konsisten.



Gambar 12. Penduduk di Demak
Sumber: BPS Kabupaten Demak, 2021

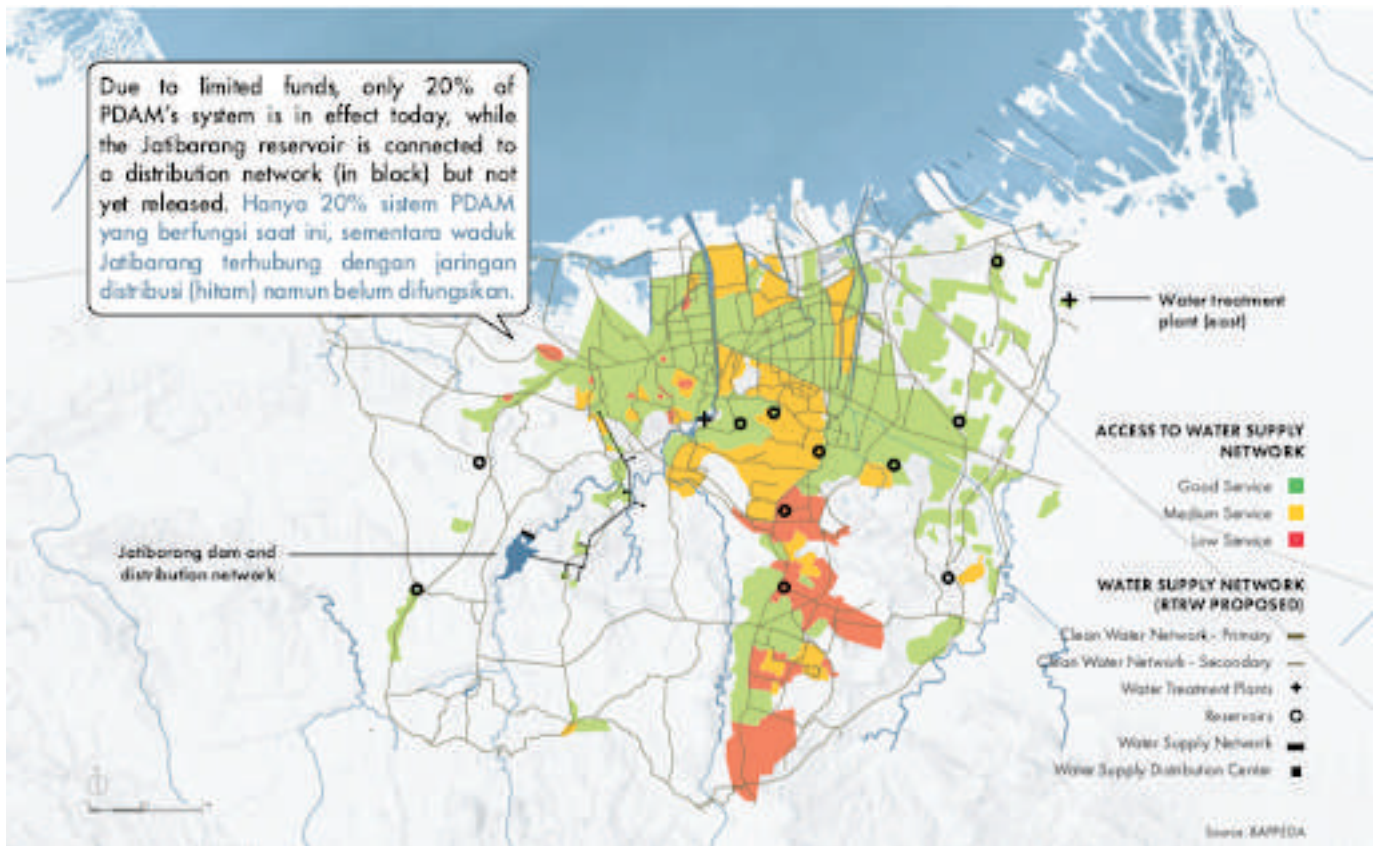
Kondisi Penyediaan Air di Semarang dan Demak Saat Ini

Kondisi penyediaan air di suatu kota menentukan penggunaan air tanah baik oleh sektor industri maupun rumah tangga. Baik Semarang maupun Demak telah menjadi episentrum industri di Indonesia yang menampung 783 industri skala besar dan lebih dari 35.000 industri skala kecil pada tahun 2018 (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, 2020). Pada tahun 2019, sektor industri memberikan kontribusi masing-masing sebesar 27,22% dan 30,84% terhadap PDRB Kota Semarang dan Demak. Pertumbuhan penduduk, yang didorong oleh pembangunan ekonomi, telah tumbuh dari 1,3 juta pada 1995 menjadi 1,8 juta pada 2018 di Semarang, dan dari 0,9 juta menjadi 1,2 juta di Demak (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, 2020). Akibatnya, kebutuhan air meningkat dari 48,5 juta m³ (tahun 1999) menjadi 68,5 juta m³ (tahun 2005). Dengan meningkatnya urbanisasi, proyeksi kebutuhan air di

Semarang diperkirakan mencapai 336 juta m³ pada tahun 2030 (Pemerintah Jawa Tengah, 2020). Namun, Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) di Semarang dan Demak hanya mampu melayani 61,2% dan 23,68% dari seluruh wilayah di Semarang dan Demak (Persatuan Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia, Jawa Tengah, 2020). Karena ketersediaan air bersih yang tidak memadai, 24% kebutuhan air bersih di Semarang dipenuhi melalui ekstraksi air tanah dan kegiatan industri lebih mengandalkan sumber air tanah (Valentino, 2013). Berdasarkan data tahun 2011 dan 2012, 53% izin pengambilan air tanah dikeluarkan untuk industri dan sisanya untuk keperluan rumah tangga. Ekstraksi air tanah yang dalam telah menyebabkan penurunan muka tanah yang signifikan di daerah tersebut, dengan laju berkisar antara 0-2 cm sampai >10 cm per tahun. Konsekuensi yang paling menonjol di daerah tersebut termasuk kerusakan bangunan dan infrastruktur serta bahaya banjir rob yang tinggi.

Tabel 6.
Ringkasan Kondisi Pasokan Air di Semarang dan Demak

Semarang	Demak
<ul style="list-style-type: none"> - Jaringan pipa PDAM melayani 59% kebutuhan air bersih warga Semarang. - Penegakan peraturan untuk membatasi ekstraksi air tanah di Semarang Utara (Kec. Tugu, Semarang Barat, Semarang Tengah, Semarang Selatan, Semarang Timur, Genuk, Pedurungan, dan Gayamsari) - Kerugian ekonomi akibat penurunan muka tanah adalah sebesar Rp28.724 miliar (1,9 miliar USD) (Water as Leverage, 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> - 30% rumah tangga di Demak terhubung ke layanan PDAM sebagai sumber air utama mereka. Sumber air utama PDAM saat ini adalah waduk Rowopening dan bendungan Kedungombo. - Air tanah merupakan sumber air utama bagi rumah tangga, karena cakupan PDAM masih rendah. Kualitas air tanah dinilai lebih baik dari air PDAM. - 243 desa di Demak kini telah dilayani oleh program penyediaan air minum dan sanitasi berbasis masyarakat (PAMSIMAS) yang menggunakan air tanah sebagai sumbernya. - Layanan air tersedia melalui jaringan pipa PDAM yang melayani 8 dari 14 kabupaten (perlu diklarifikasi) - PAMSIMAS (penyediaan air menggunakan air tanah untuk masyarakat) menjadi alternatif sumber air yang melayani wilayah tersebut tanpa layanan PDAM. - Ada peraturan tentang ekstraksi air tanah (dicabut pada tahun 2018 - perlu diklarifikasi): membatasi pengambilan air tanah dan prioritas penggunaan air tanah. - Daerah tangkapan air Demak: DAS Jratun Seluna



Gambar 13. Akses ke Jaringan Pasokan Air di Semarang
 Sumber: Water as Leverage, 2019

Rencana Tata Ruang Wilayah/RTRW

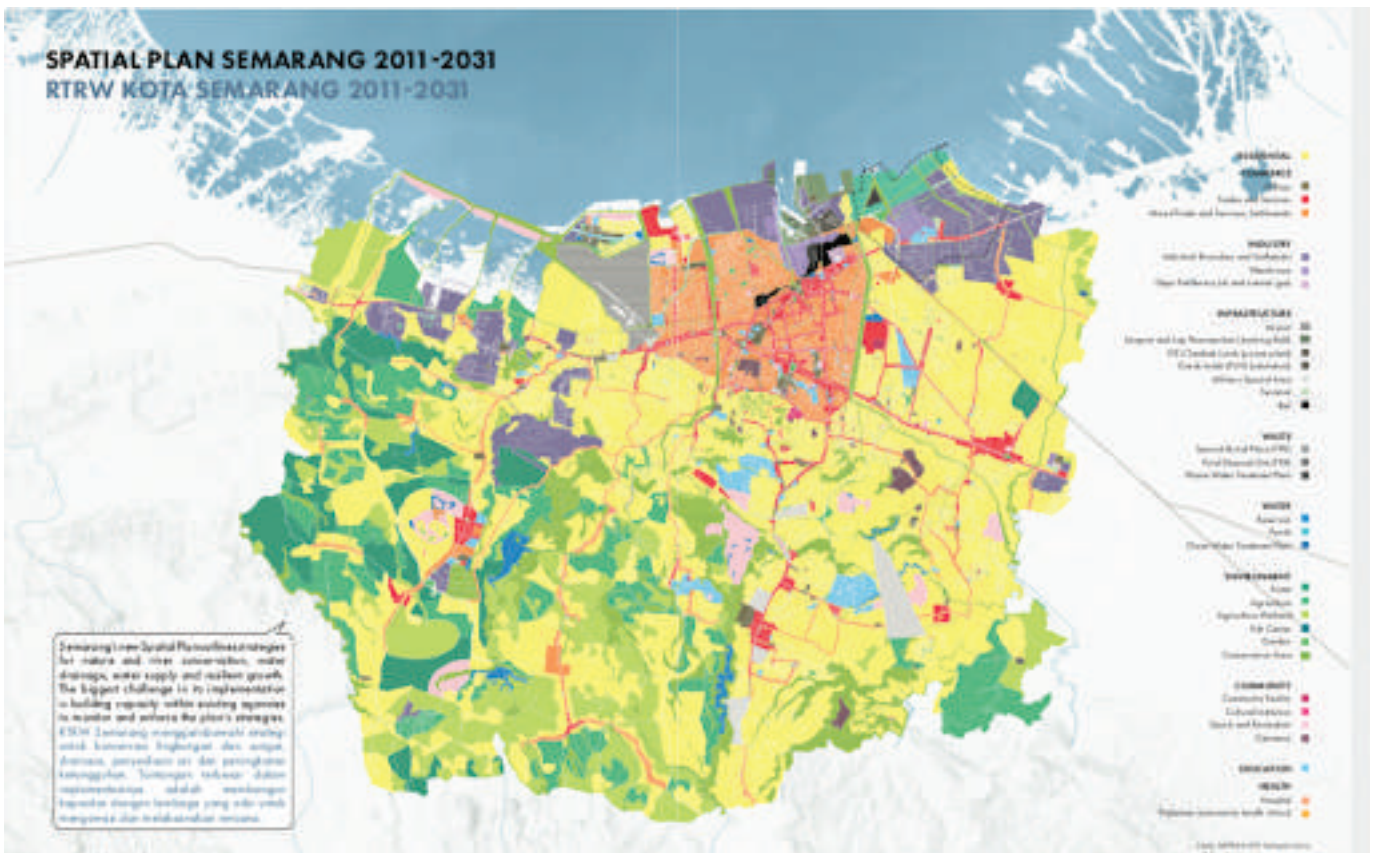
Informasi mengenai rencana tata ruang wilayah berperan penting dalam mendukung efektivitas upaya mitigasi dan adaptasi terhadap penurunan muka tanah. Pemanfaatan lahan di wilayah pesisir juga berkontribusi terhadap peningkatan level penurunan muka tanah. Menurut Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), ada 3 (tiga) faktor yang menyebabkan penurunan muka tanah, yaitu: (1) beban tanah yang lebih tinggi karena bangunan di atasnya, (2) eksploitasi air tanah, dan 3) konsolidasi atau stabilisasi tanah (Petriella, 2019). Oleh karena itu, untuk memperoleh manfaat yang optimal dalam pelaksanaan upaya mitigasi dan adaptasi terhadap penurunan muka tanah, kegiatan di kawasan pesisir harus sejalan dengan rencana tata ruang. Berikut adalah gambaran rencana tata ruang wilayah di wilayah pesisir Kota Semarang dan Kabupaten Demak:

Kota Semarang

Semarang Utara memiliki kepadatan penduduk lebih tinggi yang wilayahnya digunakan terutama sebagai kawasan bisnis/perkantoran dan pemukiman. Sedangkan wilayah selatan umumnya terdiri dari ruang terbuka dan lahan basah. Mengacu pada Peraturan Kota Semarang Nomor 14 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang Tahun 2011 – 2031, wilayah pesisir atau sempadan pantai Kota Semarang memiliki luas ± 175 Ha yang terletak di 4 (empat) kecamatan. dan terdiri dari 13 Kelurahan. Area ini termasuk:

1. Kecamatan Genuk: Kelurahan Terboyo Kulon
2. Kecamatan Semarang Barat: Kelurahan Tambakharjo, Tawangsari, dan Tawangma
3. Kecamatan Semarang Utara: Kelurahan Panggung Lor, Bandarharjo, dan Tanjung Mas
4. Kecamatan Tugu: Kelurahan Mangunharjo, Mangkang Wetan, Mangkang Kulon, Randugarut, Karanganyar, dan Tugurejo

Wilayah pesisir Kota Semarang rawan terhadap banjir rob, banjir bandang, dan abrasi. Upaya pengendalian banjir rob dilakukan dengan membangun tanggul pantai, serta penampungan air di Kecamatan Semarang Utara. Sebagai upaya pencegahan abrasi, kawasan lindung, konservasi bakau dilaksanakan di Kecamatan Genuk dan Tugu. Selain kawasan pemukiman, kawasan pesisir Kota Semarang juga diperuntukkan untuk kawasan industri, baik industri berikat, pergudangan, industri kecil dan rumah tangga. Optimalisasi upaya mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah harus diimplementasikan dan didukung dengan kesesuaian peruntukan rencana tata ruang karena penggunaan lahan akan memengaruhi laju penurunan muka tanah. Berikut Gambar 14 yang menunjukkan RTRW Kota Semarang Tahun 2011-2031.



Gambar 14. Rencana Tata Ruang Semarang
 Sumber: Water as Leverage, 2019



Gambar 15. Kawasan Industri di Semarang dan Daerah sekitar (Demak dan Kendal)

Sumber: *Water as Leverage*, 2019

Kabupaten Demak

Wilayah pesisir Kabupaten Demak meliputi 4 (empat) Kecamatan yaitu Sayung, Karangtengah, Bonang, dan Wedung. Menurut Peraturan Daerah Kabupaten Demak Nomor 1 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Peraturan Daerah Kabupaten Demak Nomor 6 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Demak Tahun 2011-2031, keempat wilayah tersebut termasuk dalam struktur perkotaan sebagai wilayah Pusat Pelayanan Kegiatan (PPK). Sebagai kawasan lindung, Kabupaten Demak memiliki ekosistem bakau seluas 701 hektare dengan luas tertinggi di Kecamatan Wedung seluas 608 hektare. Wilayah pesisir Kabupaten Demak ditetapkan sebagai kawasan pemukiman perkotaan, pedesaan, budidaya perikanan, tanaman pangan, hortikultura, dan industri.

Luas kawasan industri di empat kecamatan pesisir Kabupaten Demak mencapai 6,722 hektare. Kawasan industri lebih luas dari permukiman perkotaan dan pedesaan di empat kabupaten (4.313 hektare). Ini menjadi tantangan tersendiri bagi Kabupaten Demak. Kawasan industri yang besar di Kabupaten Demak tentunya akan memberikan kontribusi terhadap penurunan muka tanah karena mayoritas industri tersebut masih menggunakan air tanah sebagai sumber air baku. Pesisir Kabupaten Demak merupakan daerah yang rawan banjir. Integrasi antara tata ruang antara upaya mitigasi dan adaptasi penurunan muka tanah diharapkan dapat berkontribusi dalam mengatasi penurunan muka tanah dan bencana terkait lainnya.

3.2.3. Penyebab dan dampak penurunan muka tanah di Semarang dan Demak

Banyak studi menunjukkan bahwa penyebab penurunan muka tanah di wilayah perkotaan di Jawa bagian utara, termasuk Semarang dan Demak adalah gabungan dari aktivitas alam dan antropogenik (Witteveen+Bos, 2020; Sarah et al., 2015, Abidin et al., 2013). Selain konsolidasi alam dan aktivitas tektonik, beban tambahan akibat konstruksi dan ekstraksi air

tanah adalah faktor utama yang berkontribusi terhadap masalah ini. Penurunan muka tanah di bagian Utara Jawa Tengah disebabkan oleh area fisiografis dan peningkatan kebutuhan air dikarenakan pertumbuhan penduduk dan pembangunan ekonomi.

Ekstraksi air tanah yang berlebihan

Penurunan muka air tanah akibat ekstraksi air tanah disebabkan oleh rembesan akibat penurunan muka air dari aktivitas pemompaan (ekstraksi). Hilangnya tekanan air nantinya akan meningkatkan tegangan efektif sehingga menyebabkan penurunan muka tanah. Namun, tidak ada akuifer yang benar-benar kedap air secara alami. Kejadian ini akan menyebabkan disipasi yang juga terjadi pada lapisan lempung yang lebih rentan terhadap penurunan konsolidasi akibat rembesan. Demikian juga, tidak ada lapisan akuifer yang sepenuhnya terdiri dari bahan granular.

Di Semarang, air tanah telah dimanfaatkan sebagai sumber daya alam sejak tahun 1841 (Putranto & Rude, 2016). Berdasarkan data dari berbagai studi tentang ekstraksi air tanah di Semarang, ekstraksi air tanah telah meningkat secara substansial sejak tahun 1980. Tingkat ekstraksi air tanah pada tahun 1980 kurang dari 5 juta m³/tahun. Sedangkan pada tahun 1990, laju ekstraksi meningkat menjadi sekitar 20 juta m³/tahun. Sepuluh tahun kemudian pada tahun 2000, jumlah ekstraksi meningkat drastis mencapai hampir 40 m³/tahun. Meskipun nilai absolut berbeda di antara beragam kumpulan data (Gambar A-1), pola keseluruhannya serupa, yang menunjukkan keandalan data.

Beban tambahan karena konstruksi

Penambahan beban akibat konstruksi dapat menyebabkan pemadatan pada lapisan tanah paling atas (topsoil) yang menyebabkan penurunan muka tanah. Laju penurunan muka tanah secara alami jarang melebihi 1 cm/tahun, sedangkan penurunan yang disebabkan oleh manusia dapat mencapai 50 cm/tahun dan bahkan lebih (Dolan & Grant, 1986).

Pemadatan tanah meningkatkan kepadatannya dan mengurangi ruang porinya. Tanah adalah material elastis yang hanya sampai batas tertentu. Pemadatan tanah yang melampaui deformasi elastis mengakibatkan deformasi plastis dan tidak akan pulih kembali meskipun penyebab pemadatan dihilangkan (Suripin, 2012).

Kotak 1. Faktor Antropogenik Penurunan Muka Tanah

- Ekstraksi air tanah yang berlebihan akan menyebabkan pemadatan pada akuifer (lapisan bawah tanah yang mengandung air dan dapat mengalirkan air), sehingga menimbulkan respons di permukaan berupa penurunan muka tanah.
- Penambahan beban akibat konstruksi dapat menyebabkan pemadatan pada lapisan tanah paling atas (topsoil) yang menyebabkan penurunan muka tanah.
- Kegiatan penambangan di bawah permukaan tanah akan mengakibatkan berkurangnya tekanan formasi pada lapisan batuan di sekitarnya, sehingga menimbulkan respons penurunan muka tanah di atasnya.
- Pada tanah gambut, proses pengeringan gambut melalui pembangunan kanal menyebabkan tanah gambut menjadi padat dan mengalami penurunan yang disertai dengan oksidasi bahan organik penyusun gambut.



Gambar 17. Penyebab dan Dampak Penurunan Muka Tanah
 Sumber: Deltares, 2021



3.2.4 Resiko dan Peluang

Untuk memahami risiko dan peluang dalam mengatasi penurunan muka tanah di Semarang dan Demak, analisis SWOT terkait penyebab utama penurunan muka tanah di kedua wilayah tersebut dilakukan. Hal ini karena adanya berbagai persoalan, seperti pengelolaan air, pengambilan air tanah, rencana tata ruang, dan lain-lain. Tabel berikut menguraikan analisis SWOT untuk kedua kota tersebut.

Analisis SWOT Semarang

KEKUATAN	KELEMAHAN
<ul style="list-style-type: none"> - Layanan air dasar tersedia melalui jaringan pipa PDAM yang menghubungkan 62,4% rumah tangga di Semarang dan diproyeksikan akan meningkat cakupannya. - Peraturan yang ada terkait dengan pengelolaan air tanah (yaitu Peraturan Walikota tentang Moratorium ekstraksi air tanah & Peraturan Pemerintah Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 3/2018 tentang pengelolaan air tanah, yang menetapkan zona konservasi untuk ekstraksi air tanah). - Inisiatif masyarakat yang kuat untuk pengelolaan banjir baik di wilayah pesisir (sistem polder & bakau) maupun di wilayah hulu (aktivitas restorasi). 	<ul style="list-style-type: none"> - Program yang tidak terintegrasi dan proses pengaturan kelembagaan yang terbungkam (misalnya PAMSIMAS menggunakan air tanah sebagai sumber utama pasokan air, program restorasi bakau yang tidak terintegrasi). - Keterbatasan kapasitas teknis oleh pemerintah daerah (misalnya tidak ada SOP yang memadai dalam memantau dan menegakkan peraturan tentang ekstraksi air tanah). - Kurangnya urgensi pengarusutamaan penurunan tanah kepada khalayak yang lebih luas, khususnya sektor swasta. <p>Tantangan geografis (misalnya topografi Semarang yang berbukit memengaruhi distribusi air).</p> <ul style="list-style-type: none"> -
KESEMPATAN	ANCAMAN
<ul style="list-style-type: none"> - Pembelajaran dari kota dan negara lain tersedia (misalnya ruang publik, ruang terbuka hijau, dan pengelolaan pesisir). - Berbagai peluang untuk konservasi air (misalnya sistem pemanenan & daur ulang air hujan, dan pengisian ulang buatan). - Kolaborasi untuk kemitraan publik-swasta (yaitu meningkatkan layanan air PDAM dan layanan air pipa dan penggunaan lahan yang efektif). - Pengembangan kawasan industri netral air. 	<ul style="list-style-type: none"> - Perkembangan kota yang pesat di Semarang (yaitu kawasan industri baru). - - Sistem polder sangat bergantung pada kapasitas dan daya pompa. Daerah tersebut menjadi rawan banjir saat ada masalah dengan pompa. - Keberlanjutan kawasan bakau di masa mendatang bergantung pada pemilik lahan saat ini (pengembang swasta). <p>Jika penurunan muka tanah tidak dihentikan, masalah banjir di wilayah pesisir tidak hanya akan berlanjut, dampaknya pun akan lebih besar. Risikonya akan lebih tinggi dan biaya O&M akan terus meningkat.</p> <ul style="list-style-type: none"> -

Analisis SWOT Demak	
KEKUATAN	KELEMAHAN
<ul style="list-style-type: none"> - Layanan air tersedia melalui jaringan pipa PDAM yang melayani 8 dari 14 kabupaten. - PAMSIMAS (penyediaan air menggunakan air tanah untuk masyarakat) menjadi alternatif sumber air yang melayani wilayah tersebut tanpa layanan PDAM. - Beberapa peraturan pemerintah tentang perlindungan pantai ekstraksi air tanah. - Daerah tangkapan air Demak yang ada: DAS Jratun Seluna. 	<ul style="list-style-type: none"> - Keterbatasan sumber/ketersediaan air bersih pada musim kemarau. - Distribusi pelayanan air bersih belum optimal terutama di wilayah pesisir. - Kurangnya perhatian dan penegakan peraturan tentang penggunaan air tanah dan penurunan muka tanah secara keseluruhan.
KESEMPATAN	ANCAMAN
<ul style="list-style-type: none"> - Optimalisasi waduk untuk meningkatkan pelayanan air bersih di Demak. - Banyak sungai besar yang melewati daerah Demak (DAS Jragung, Tuntang, Serang-Lusi) - Kesempatan untuk menggunakan sumber air alternatif seperti sistem pemanenan air hujan. - Kolaborasi dengan sektor swasta untuk meningkatkan penyediaan layanan air dan pengelolaan penggunaan lahan yang efektif selagi melestarikan fungsi ekologis wilayah pesisir. - Kesempatan untuk mengembangkan kawasan industri netral air, jalan tol ramah lingkungan, dan kegiatan pariwisata yang juga berfungsi sebagai pelindung pantai. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ancaman utama banjir rob dan abrasi pantai yang terus menggerus pesisir Demak. - Pengembangan klaster industri (6.600 ha di Sayung) dan jalan tol di wilayah pesisir. - Ketersediaan air permukaan tidak cukup untuk kebutuhan yang diproyeksikan. - Tidak ada sistem yang memadai untuk memantau penggunaan air tanah dan penurunan muka tanah. - Jika tidak ada perbaikan dalam pelayanan air PDAM atau tidak ada inovasi dalam penggunaan sumber air alternatif, pengambilan air tanah terus berlanjut dan begitu juga dengan penurunan muka tanah. Ini mengakibatkan kerugian investasi.

3.3. Penilaian Ekonomi dari Dampak Penurunan Muka Tanah

Penilaian dampak ekonomi dari penurunan muka tanah dapat membantu meningkatkan kesadaran dan rasa urgensi dalam mengatasi masalah penurunan muka tanah. Selanjutnya, penilaian dampak ekonomi dapat memberikan alasan ekonomi untuk menerapkan langkah-langkah mitigasi, dan mendukung pengambilan keputusan dalam konteks ini. Dengan membandingkan dampak ekonomi dari penurunan muka tanah di bawah bisnis seperti biasa (tidak ada tindakan tambahan yang diambil) dengan dampak ekonomi berdasarkan skenario alternatif (tindakan tambahan yang diambil), manfaat dari mengambil tindakan diidentifikasi dan diukur. Bagian ini memberikan ringkasan singkat tentang penilaian ekonomi dari dampak penurunan muka tanah di Semarang dan Demak. Penjelasan lebih terperinci mengenai penilaian tersebut disajikan dalam dokumen terpisah berjudul Penilaian ekonomi terhadap penurunan muka tanah di Semarang dan Demak, Indonesia, sebagai bagian dari Program Water Dialogue, yang berfungsi sebagai pelengkap dokumen Peta Jalan ini.

3.3.1. Skenario penurunan muka tanah

Dampak ekonomi dari penurunan muka tanah di wilayah Semarang-Demak dinilai dalam tiga skenario:

Business as Usual (100% dari tingkat penurunan muka tanah saat ini)

Di BAU, laju penurunan muka tanah akan tetap konstan sepanjang waktu. Langkah-langkah yang direncanakan saat ini yang menangani ekstraksi air tanah dianggap tidak efektif dalam mengurangi tingkat penurunan tanah secara signifikan atau tidak akan berlaku sebelum tahun 2040. Dengan pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan, jumlah aset yang terkena penurunan muka tanah dan banjir rob yang diperparah akan lebih tinggi. Untuk mengatasi hal ini, kami menggunakan peta penggunaan lahan tahun 2030. Meskipun pertumbuhan ekonomi kemungkinan juga akan meningkatkan permintaan air tanah dan penurunan muka tanah yang diakibatkannya, hubungan ini merupakan kesenjangan pengetahuan dan tidak dapat diukur. Oleh karena itu, kami berasumsi bahwa tingkat penurunan muka tanah saat ini akan berlanjut tetapi tidak meningkat di masa mendatang.

Skenario A (Laju penurunan muka tanah berkurang 50%)

Pengalaman dari negara lain menunjukkan bahwa dengan upaya penuh dalam meminimalkan penurunan muka tanah, proses tersebut dapat dikurangi secara signifikan dalam kurun waktu 10 tahun setelah tindakan diambil (Sato, Haga, & Nishino, 2006). Berdasarkan hal ini, kami berasumsi bahwa laju penurunan muka tanah akan tetap konstan dalam 10 tahun pertama (2020-2030), dan kemudian berkurang 50% dikarenakan upaya mitigasi penurunan muka tanah.

Skenario B (Laju penurunan muka tanah berkurang 75%)

Kami berasumsi bahwa dalam skenario B laju penurunan tanah akan tetap konstan dalam 10 tahun pertama (2020-2030), dan kemudian berkurang 75% sebagai akibat dari upaya mitigasi penurunan muka tanah.

Penilaian ini akan memberikan wawasan berharga tentang kerusakan ekonomi yang dapat dihindari dengan menghentikan atau mengurangi pengambilan air tanah (pendorong utama penurunan muka tanah) di daerah tersebut, dan dalam memberikan pembenaran ekonomi atas investasi dalam langkah-langkah mitigasi. Alternatif kebijakan dan biaya investasinya tidak dimasukkan dalam studi ini.

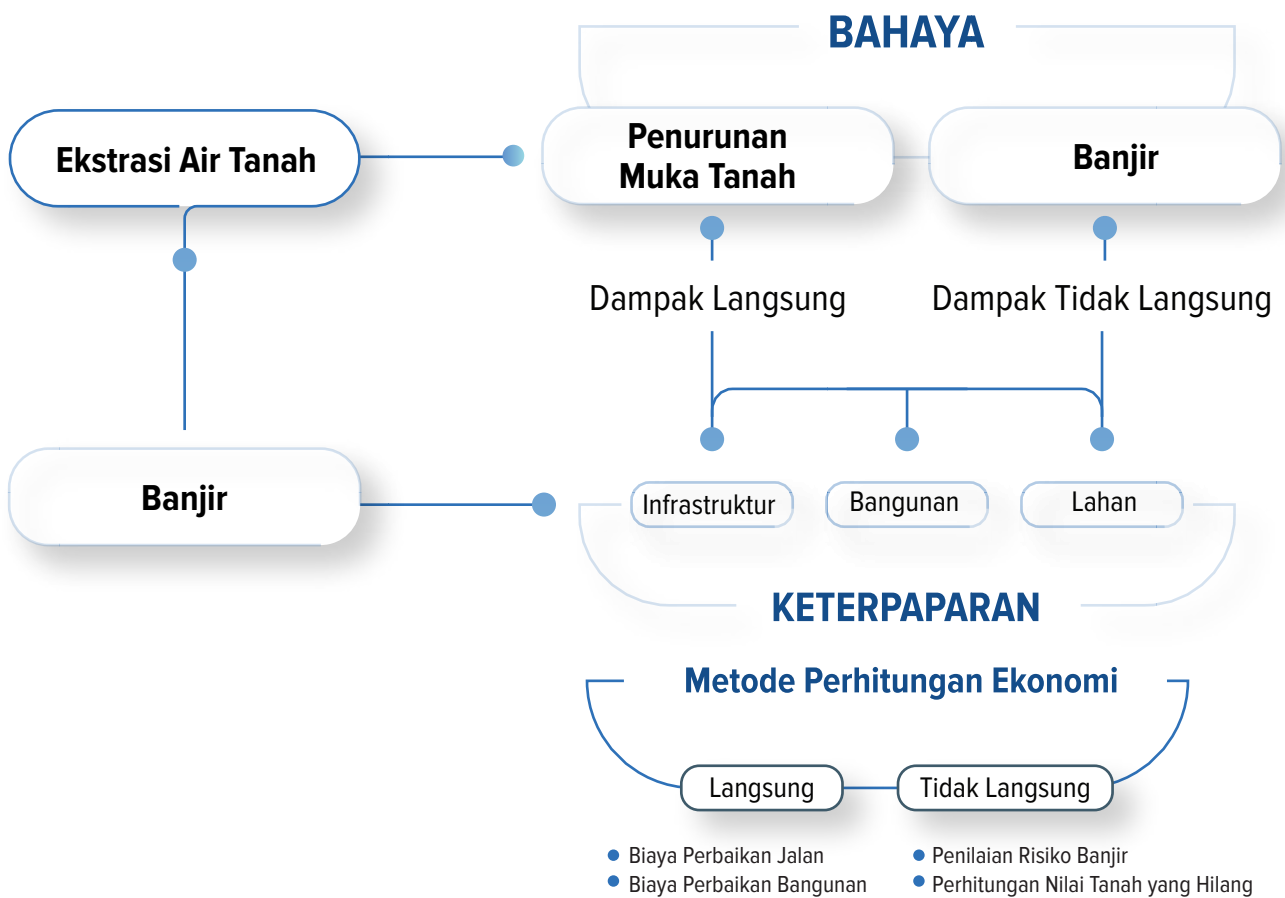


3.3.2 Penilaian Ekonomi

Pengkajian ekonomi dilakukan dengan menilai kerusakan ekonomi dari penurunan muka tanah dari dua dampak langsung (kerusakan infrastruktur dan bangunan), dan dua dampak tidak langsung (kehilangan lahan dan peningkatan risiko). Dampak lain yang tidak dapat diukur karena keterbatasan data dan waktu, seperti dampak kesehatan yang merugikan, penurunan kualitas bentang alam, dan gangguan sosial, akan diuraikan secara kualitatif. Dampak-dampak yang tidak memiliki refleksi langsung di pasar nyata, tidak dibahas dalam penilaian ini karena tidak ada cara yang

baik dalam menilai dampak-dampak ini tanpa pengumpulan data lokal yang rumit.

Gambar 18 memberikan gambaran skematis metodologi. Agar sampai pada nilai ekonomi untuk efek penurunan tanah, kami menggunakan pendekatan risiko untuk membuat hubungan antara bahaya (risiko penurunan muka tanah atau banjir) dan aset yang terpapar, seperti jalan dan bangunan, dan manusia.



Gambar 18. Gambaran skematis dari hubungan antara pendorong penurunan muka tanah (hijau), bahaya (merah), paparan (biru keabu-abuan) dan metode penilaian ekonomi yang digunakan.

Sumber: Deltares, 2021

Kajian ini menilai dampak penurunan muka tanah secara langsung terhadap risiko banjir. Seiring dengan tanah yang menurun di bawah permukaan laut (Clark, 2013), daerah yang rentan terhadap banjir rob juga akan bertambah. Banjir pluvial dan fluvial juga dapat meningkat karena genangan yang semakin dalam serta perubahan ketinggian sehingga mempersulit pembuangan udara dari sistem drainase ke sungai, dan dari sungai ke laut. Namun, dikarenakan data terbatas, bahaya ini tidak diukur.

Paparan adalah jumlah dan jenis aset yang berpotensi terkena dampak bahaya. Dalam studi ini, aset yang dipertimbangkan termasuk jenis penggunaan lahan, infrastruktur, dan bangunan yang mengalami penurunan muka tanah dan terkena banjir rob.

Tabel 7 memberikan gambaran tentang pendekatan yang digunakan untuk setiap efek yang diukur, berdasarkan gabungan informasi bahaya dan paparan serta nilai atau harga kerusakan. Bagian berikut (tercantum di kolom terakhir gambar) akan memberikan lebih banyak latar belakang dan asumsi yang dikembangkan guna menilai masing-masing efek ini.

Dampak penurunan muka tanah telah diproyeksikan selama 20 tahun ke depan, untuk periode 2020 hingga 2040. Kami berasumsi kerusakan akan meningkat dari waktu ke waktu dengan inflasi rata-rata selama 2010-2020 yaitu 4,65% (Bank Sentral Indonesia, 2020). Berdasarkan rekomendasi dari ADB untuk Asia, kami menggunakan tingkat diskon sosial 10%. Semua nilai dalam penelitian ini menggunakan tingkat harga tahun 2020. Hasil akan disajikan untuk Semarang dan Demak secara terpisah dan bersama-sama, karena keduanya memiliki mandat yurisdiksi (pemerintah daerah) yang berbeda.

Tabel 7

Tinjauan tentang pendekatan evaluasi yang berbeda untuk setiap jenis kerusakan. Pendekatan evaluasi dijelaskan secara terperinci di bagian yang ditunjukkan.

Potensi Kerusakan	Pendekatan Evaluasi
Kerusakan Langsung	
Kerusakan Infrastruktur Jalan	Biaya tambahan dalam pemeliharaan jalan = # m2/tipe jalan/kategori penurunan muka tanah * biaya tambahan (Rp)/m2/tipe jalan/kategori penurunan muka tanah
Kerusakan Bangunan	Kerusakan bangunan akibat penurunan muka tanah = # bangunan/kategori penurunan muka tanah * perkiraan biaya restorasi (Rp)/bangunan/kategori penurunan muka tanah
Kerusakan Tidak Langsung	
Peningkatan Risiko Banjir Rob	Peningkatan risiko banjir rob = J# per penggunaan lahan baru yang terkena banjir rob * hubungan efek kerusakan (f(kedalaman genangan, penggunaan lahan, periode ulang)
Hilangnya lahan di dekat badan air	Nilai ekonomi dari kehilangan lahan = #ha/tipe penggunaan lahan di bawah MSL (Skenario A/B)*harga lahan/ha/tipe penggunaan lahan (Rp)

3.3.3. Hasil Penilaian Ekonomi dari Dampak Penurunan Muka Tanah

Kerusakan langsung dari penurunan muka tanah

Infrastruktur Jalan

Berdasarkan overlay peta penurunan muka tanah dan peta jalan di GIS, jumlah km jalan yang terkena dampak per kelas penurunan muka tanah dihitung, disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8.

Gambaran # jalan (dalam km) yang terkena dampak per laju penurunan muka tanah

Penurunan muka tanah (cm/tahun)	# Jalan yang terkena dampak (km)			
	Jalan		Jalan Arteri	
	Semarang	Demak	Semarang	Demak
0-2	1.202	160	125	0
2 to 4	127	744	5	91
4 to 6	149		12	
6 to 8	153		15	
8 to 10	229	138	26	23
> 10	125		8	

Tabel 9.

Asumsi biaya pemeliharaan tambahan karena penurunan muka tanah dalam Rp/tahun/m² jalan

Laju penurunan muka tanah	Asumsi biaya pemeliharaan tambahan dalam Rp/tahun	
	Jalan arteri	Jalan biasa
0-2 cm / year	16.080	10.720
0-4 cm / year	20.100	13.400
>4 cm / year	24.120	16.080

Berdasarkan jumlah dan harga tersebut (untuk pemeliharaan tambahan) yang disajikan pada Tabel 9, biaya tahunan pemeliharaan jalan tambahan akibat penurunan muka tanah sebesar Rp128 miliar/tahun di Semarang dan Rp80 miliar/tahun di Demak untuk jalan reguler, dan Rp72 milyar rupiah/tahun dan Rp55 milyar rupiah/tahun masing-masing untuk jalan arteri.

Berdasarkan BAU, di mana penurunan muka tanah diperkirakan akan terus berlanjut dengan laju yang sama, jumlahnya mencapai Rp4.307 miliar. Untuk skenario A, di mana tingkat penurunan muka tanah berkurang setengahnya setelah 10 tahun ketika langkah-langkah mulai diberlakukan, jumlahnya adalah Rp3.456 miliar. Untuk Skenario B jumlahnya adalah Rp3.030 miliar.



Gambar 19. Rusaknya infrastruktur di Sriwulan, Demak

Sumber: Atas: Rafii Bisatya (2021), Water Dialogue Consortium - Rizqa Hidayani (2020)

Kerusakan Bangunan

Berdasarkan overlay peta penurunan muka tanah dan data bangunan dari Openstreetmap, jumlah bangunan yang terkena dampak per kelas penurunan muka tanah dihitung (Tabel 10).

Tabel 10.
Jumlah bangunan yang terkena penurunan muka tanah

Penurunan muka tanah (cm/tahun)	Bangunan yang Terkena Dampak (unit)	
	Semarang	Demak
0 - 2	220.148	2.447
2 - 4	25.201	
4 - 6	29.833	
6 - 8	32.124	1.110
8 - 10	43.036	138
> 10	28.165	

Berdasarkan jumlah tersebut dan harga untuk pemulihan kerusakan yang disajikan pada Tabel 11, kami menghitung kerusakan bangunan akibat penurunan muka tanah (retak, kerusakan pada jendela, dll).

Tabel 11.
Asumsi biaya pemulihan kerusakan untuk bangunan yang terkena penurunan muka tanah

Laju Penurunan Muka Tanah	Asumsi level kerusakan	Biaya restorasi/bangunan dalam Rp
0-2 cm/tahun	Rendah/sedang	29.000
2-4 cm/tahun	Sedang	170.000
>4 cm/tahun	Parah	587.000

Pada skenario BAU di Semarang, nilai sekarang kerusakan bangunan adalah sebesar Rp66 miliar, dan di Demak sebesar Rp6 miliar. Pada Skenario A, nilai kerusakannya masing-masing adalah Rp53 miliar dan Rp8 miliar. Pada Skenario B, nilai kerusakannya masing-masing adalah Rp47 dan Rp4 miliar.



Gambar 14. Atas kiri dan kanan: Bangunan rusak di Sriwulan, Demak, Kiri bawah: Bangunan tenggelam di pantai Sriwulan. Bawah-kanan: Menaikkan bangunan untuk beradaptasi dengan penurunan muka tanah di Sriwulan, Demak.

Sumber: Rafii Bisatya (2021)

Lainnya

Selain kerusakan jalan dan bangunan, ada banyak aset fisik lainnya yang mungkin rusak karena penurunan muka tanah sehingga menyebabkan biaya restorasi/pemeliharaan yang lebih tinggi, atau tingkat layanan yang lebih rendah. Ini termasuk kerusakan infrastruktur air minum dan pengelolaan air (pipa pembuangan limbah, saluran drainase, stasiun pompa, tanggul), infrastruktur transportasi (kereta api, pelabuhan,

bandara), dan infrastruktur telekomunikasi dan energi (misalnya pipa minyak dan gas, kabel). Monetisasi dampak-dampak ini tidaklah memungkinkan. Namun, bukti bahwa aset-aset ini mengalami kerusakan akibat penurunan muka tanah di daerah tersebut (ilustrasi dalam B) sudah ada. Ini diperkirakan akan berlanjut di masa mendatang.

Kerusakan tidak langsung akibat penurunan muka tanah

Peningkatan risiko banjir rob

Untuk menghitung peningkatan banjir rob yang terkait terhadap kondisi saat ini akibat penurunan muka tanah, peningkatan daerah yang tergenang dihitung untuk Semarang dan Demak dengan skenario penurunan muka tanah A dan B. Tanah yang tergenang secara permanen dianggap hilang (lihat bagian berikut tentang hilangnya tanah). Baik untuk Semarang maupun Demak, kedalaman genangan lebih dari 1,5 m. Di Semarang sebagian besar kawasan pemukiman dan industri menjadi sasaran genangan, sedangkan di Demak kawasan yang tergenang sebagian besar merupakan kawasan pertanian.

Di Semarang, 249 hektare akan terkena genangan berdasarkan skenario BAU (tambahan luas banjir saat ini pada tahun 2020); 456 hektare di skenario A, dan 327 hektare di skenario B. Perbedaan antara skenario A dan B dan BAU dijelaskan karena di bawah skenario BAU jumlah lahan

yang akan hilang secara permanen dan tidak hanya terkena banjir tambahan lebih besar.

Di Demak, 765 hektare akan tergenang menurut skenario BAU (dan juga sejumlah besar lahan akan hilang secara permanen, lihat bagian 5.2.2 berikutnya). Dalam skenario A, lebih sedikit lahan yang akan terkena banjir daripada dalam skenario BAU. Skenario B memiliki peningkatan tertinggi dalam total hektare yang tergenang. Hasil ini mungkin tampak berlawanan dengan inisiatif karena Skenario B mengasumsikan laju penurunan muka tanah terendah. Namun, skenario B memiliki luas banjir tertinggi karena skenario A dan BAU memiliki kehilangan lahan yang tinggi. Dengan demikian, lebih banyak area pada skenario B yang terkena banjir dibandingkan hilang sama sekali (Tabel 12).

Tabel 12.
Tambahan daerah tergenang pada skenario BAU, skenario A dan B pada tahun 2040, dibandingkan dengan situasi saat ini (2020) di Semarang dan Demak

Daerah	Penambahan area risiko banjir tambahan di bawah skenario A (hektare)	Penambahan area risiko banjir tambahan di bawah skenario B (hektare)	Penambahan area risiko banjir tambahan di bawah skenario BAU (hektare)
Semarang	456	327	249
Demak	597	886	765

Pada nilai sekarang, secara keseluruhan peningkatan risiko banjir akibat penurunan muka tanah selama tahun 2020-2040 sebesar Rp390 miliar pada BAU, Rp392 miliar pada skenario A, dan Rp158 miliar pada skenario B.

Tabel 13.
Kerusakan akibat banjir rob di Semarang dan Demak terkait kondisi saat ini untuk jenis penggunaan lahan yang berbeda (nilai sekarang, dalam Rp x miliar)

Penggunaan Lahan	A	B	BAU
Semarang			
Perumahan	164	132	140
Industri	136	216	108
Pertanian	0	0	0
Akuakultur	0	0	0
Total	300	348	248
Demak			
Perumahan	25	46	54
Industri	121	135	88
Pertanian	0	0	0
Akuakultur	0	0	0
Total	146	181	142

Hilangnya Lahan

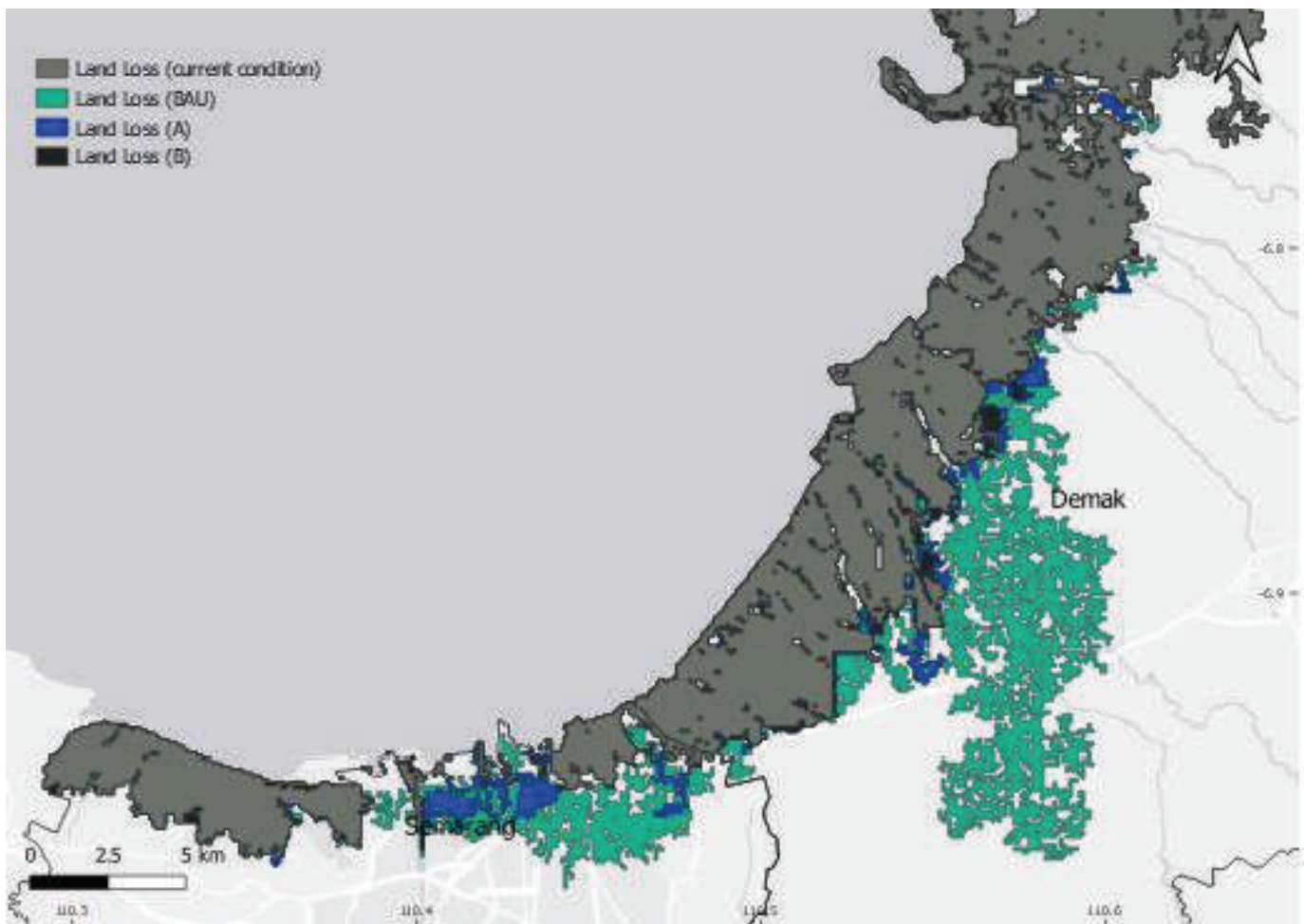
Seperti dapat dilihat pada Gambar 21, dalam situasi saat ini cukup banyak lahan yang hilang dalam beberapa dekade terakhir (berwarna abu-abu). Jika penurunan muka tanah terus berlanjut (BAU) hilangnya tanah lebih lanjut akan signifikan (berwarna hijau). Jika penurunan muka tanah dapat dikurangi setengahnya (skenario A) hilangnya tanah lebih lanjut akan dapat dicegah (berwarna biru), dan hampir semua dapat dicegah dalam skenario B dengan laju penurunan muka tanah seperempatnya (dalam warna hitam).

Kerusakan ekonomi akibat hilangnya tanah dihitung sebagai hasil dari hilangnya daerah dan nilai tanahnya. Meskipun secara keseluruhan lebih sedikit lahan yang hilang di Semarang, kerusakannya relatif tinggi dibandingkan dengan Demak. Ini dikarenakan nilai lahan yang lebih tinggi, karena sebagian besar lahan industri dan pemukiman hilang (Tabel 14). Total kerusakan ekonomi berdasarkan BAU adalah Rp113 triliun, skenario A Rp83 triliun, dan skenario B Rp37 triliun.

Tabel 14.

Kerusakan akibat hilangnya lahan di Semarang dan Demak terkait kondisi saat ini untuk jenis penggunaan lahan yang berbeda (nilai sekarang, dalam Rp x miliar)

Penggunaan Lahan	A	B	BAU
Semarang			
Perumahan	45002	11628	6242
Industri	10727	207	13714
Pertanian	23	60	25
Akuakultur	1	1	1
Total	55753	13764	76168
Demak			
Perumahan	16328	14100	23325
Industri	3509	2892	5252
Pertanian	7254	6204	8481
Akuakultur	66	68	108
Total	27157	23263	37166



Gambar 21. Hilangnya lahan dalam skenario berbeda dan kondisi saat ini
Sumber: Deltares, 2021

Lainnya

Selain peningkatan risiko banjir rob dan berkurangnya luas daratan secara permanen, penurunan muka tanah juga meningkatkan risiko banjir pluvial dan fluvial. Dengan berubahnya struktur hidrodinamik tanah, sungai akan semakin sulit bermuara ke laut. Ini menyebabkan tingginya muka air di muara sungai. Selain itu, air (hujan) akan semakin sulit mengalir dari daerah yang cepat surut, sehingga terjadi genangan saat hujan. Tingginya permukaan air tanah (dangkal) dan meningkatnya salinisasi air tanah di daerah tersebut juga akan berdampak negatif terhadap hasil pertanian (selain banjir).

Secara keseluruhan, meningkatnya risiko banjir dan hilangnya lahan, pemeliharaan bangunan dan infrastruktur akan mengurangi daya tarik seluruh area untuk bisnis, sebagaimana dijelaskan oleh keputusan baru-baru ini di Jakarta untuk memindahkan fungsi administrasi ke tempat lain.

Bagi penduduk, semua dampak ini, seperti meningkatnya risiko banjir, kerusakan infrastruktur, hasil pertanian yang lebih rendah, dan implikasi negatif terhadap iklim bisnis, akan menurunkan kualitas hidup mereka secara umum.

3.3.4. Ringkasan dampak ekonomi dari penurunan muka tanah di Semarang dan Demak

Penilaian tersebut mengidentifikasi dampak ekonomi utama dari penurunan muka tanah, yaitu kerusakan infrastruktur (misalnya jalan, kereta api, air minum, pengelolaan air), kerusakan bangunan, meningkatnya risiko banjir dan akhirnya hilangnya lahan, berkurangnya daya tarik iklim usaha, penurunan produksi pertanian, dan penurunan kualitas hidup penduduk. Dari langkah-langkah ini, kerusakan jalan dan bangunan, risiko banjir rob, dan hilangnya tanah telah dimonetisasi. Dampak lain, khususnya kerusakan pada jenis infrastruktur lain (misalnya pengelolaan air, pembuangan limbah), risiko banjir fluvial dan pluvial, dan berkurangnya daya tarik iklim usaha kemungkinan juga signifikan dalam hal dampak ekonomi. Namun, ini tidak dapat diukur karena keterbatasan waktu dan data.

Tabel 15 menunjukkan gambaran dampak ekonomi dari penurunan muka tanah berdasarkan BAU, skenario A dan B selama tahun 2020-2040, dalam miliar Rupiah. Dampak paling signifikan dari penurunan muka tanah sejauh ini adalah hilangnya lahan, diikuti oleh meningkatnya biaya pemeliharaan jalan dan jalan arteri, serta meningkatnya risiko banjir rob.



Tabel 15.
Gambaran dampak ekonomi dari penurunan muka tanah berdasarkan BAU, skenario A dan B selama tahun 2020-2040, dalam miliar Rupiah

Dampak	Kerusakan di Semarang (miliar Rp)			Kerusakan di Demak (miliar Rp)		
	A	B	BAU	A	B	BAU
Langsung						
Meningkatnya pemeliharaan jalan	1346	1180	1677	798	700	994
Meningkatnya pemeliharaan jalan arteri	764	670	951	549	481	684
Kerusakan bangunan	53	47	66	5	4	66
Kerusakan pada infrastruktur lain	PM	PM	PM	PM	PM	PM
Tidak Langsung						
Hilangnya Lahan	55753	13764	76168	27157	23263	37166
Meningkatnya risiko Banjir Rob	300	348	248	146	181	142
Meningkatnya risiko banjir pluvial dan fluvial	PM	PM	PM	PM	PM	PM
Berkurangnya daya tarik iklim usaha; hasil pertanian yang lebih rendah	PM	PM	PM	PM	PM	PM
Rendahnya kualitas hidup penduduk	PM	PM	PM	PM	PM	PM
Total (nilai saat ini dalam miliar Rp)	58216	16009	79110	28655	24629	39052

Sumber: Deltares, 2021

Jika tidak ada kebijakan baru yang diadopsi (BAU), total urutan besaran dampak yang dimonetisasi dalam studi ini adalah sekitar Rp76 triliun untuk kota Semarang, dan Rp37 miliar untuk kota Demak, setara dengan sekitar \$5,4 miliar dan \$2,6 miliar. Dengan mengurangi penurunan muka tanah sebesar 50% (Skenario A) atau 75% (Skenario B) setelah 10 tahun, masing-masing 30% dan 66% dari kerusakan ini dapat dicegah.

Hasil ini tidak memberikan gambaran lengkap tentang tingkat kerusakan (yang dicegah) menurut skenario penurunan muka tanah yang berbeda, karena tidak semua dampak dapat diukur. Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan akibat penurunan muka tanah di Semarang dan Demak sangat signifikan, terutama terkait dengan kehilangan tanah. Kerusakan langsung pada bangunan dan infrastruktur

juga signifikan bagi pemilik rumah perorangan dan pemilik infrastruktur. Dalam hal dampak ekonomi, peningkatan risiko banjir pluvial dan fluvial tertentu dapat diperkirakan akan meningkat secara signifikan dengan penurunan muka tanah. Infrastruktur lain selain jalan kemungkinan juga akan memiliki biaya siklus hidup yang jauh lebih tinggi dikarenakan penurunan muka tanah. Selanjutnya, konsekuensi dari penurunan muka tanah dapat menyebabkan berkurangnya daya tarik iklim usaha, sehingga hasil pertanian yang lebih rendah dan kualitas hidup penduduk yang lebih rendah secara keseluruhan mungkin terjadi. Luasnya risiko banjir dan hilangnya tanah, serta jangka waktu yang lama sebelum langkah-langkah tersebut dapat diterapkan (10 tahun), menunjukkan urgensi yang tinggi untuk bertindak dalam jangka pendek.

3.4. Usulan Langkah-Langkah Adaptasi dan Mitigasi

Penanganan penurunan muka tanah di wilayah pesisir telah terbukti menjadi tantangan. Ini dikarenakan timbulnya masalah teknis dan sosial kompleks yang melibatkan banyak pemangku kepentingan dengan berbagai kepentingan. Dengan pemahaman tentang penyebab dan dampak penurunan muka tanah di pesisir utara Provinsi Jawa Tengah, menggunakan kasus Semarang dan Demak, gabungan tindakan mitigasi dan adaptasi guna mengatasi masalah tersebut baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang diperlukan.

Pada tingkat konseptual, **strategi mitigasi** berfokus pada cara meminimalkan laju penurunan muka tanah dengan mengatasi penyebabnya. Oleh karena itu, upaya mitigasi penurunan muka tanah di Provinsi Jawa Tengah harus ditujukan untuk mengurangi ekstraksi air tanah secara signifikan dengan (1) **Mempercepat peningkatan penyediaan dan konservasi air** di daerah kritis dengan memaksimalkan sumber non-air tanah, (2) **Meningkatkan penegakan, kepatuhan dan pemantauan** kegiatan pengambilan air tanah, dan (3) **Meningkatkan pengelolaan penggunaan lahan**, dengan mengintegrasikan masalah penurunan muka tanah ke dalam perencanaan tata ruang dan memastikan penegakan yang efektif.

Saat ini, beberapa langkah mitigasi telah dilakukan di Provinsi Jawa Tengah, khususnya Semarang dan Demak, misalnya, pemerintah provinsi telah mengembangkan rencana utama (masterplan) air minum guna meningkatkan pasokan air untuk wilayah tersebut secara signifikan. Sedangkan di Semarang, dalam Rencana Tata Ruang Kota Semarang tahun 2011-2033, perbaikan sistem penyediaan air bersih telah direncanakan dengan pembangunan empat waduk besar dan 19 waduk kecil. Dalam skala yang lebih kecil, pemerintah daerah telah mempromosikan sistem pemanenan air hujan di beberapa tempat di kota tersebut. Pemerintah Kota Semarang memiliki peraturan yang membatasi pengambilan air tanah di Kecamatan Tugu, Kecamatan Semarang Barat, Kecamatan Semarang Utara, Kecamatan Semarang Tengah, Kecamatan Semarang Selatan. Namun, penegakan aturan dan pemantauan masih sulit dilakukan.

Pada pengelolaan penggunaan lahan, terdapat contoh yang baik mengenai model penataan lahan dari proyek percontohan di Sukorejo, yang memberikan panduan dan informasi kepada masyarakat tentang peran penataan lahan dalam meminimalkan bencana dengan mengembangkan model konservasi yaitu konservasi tanaman, arah pola tanam dan terasering, pembuatan sumur resapan, biopori, dan penghijauan untuk meminimalisir bencana erosi, kekeringan, dan banjir. Namun, contoh ini perlu dieskalasi di tingkat kota, dan diterapkan secara ketat, terutama di daerah-daerah kritis. Ini harus diikuti dengan peningkatan penyelenggaraan, kepatuhan, dan pemantauan kegiatan ekstraksi air tanah yang saat ini masih terbatas.

Tabel berikut memberikan daftar usulan langkah-langkah mitigasi yang dapat diambil guna mengurangi penurunan muka tanah di Provinsi Jawa Tengah. Penjelasan lebih lanjut dari daftar tersebut diberikan secara terpisah dalam dokumen lain yang berfungsi sebagai pelengkap peta jalan ini.



Tabel 16.
Langkah Mitigasi yang Diajukan

No	Langkah	Kategori	Dskripsi Singkat
Mempercepat peningkatan penyediaan air dan konservasi air di daerah kritis dengan memaksimalkan sumber non-air tanah			
1	Pengisian akuifer buatan	Infrastruktur	Tujuan utama dari pengisian akuifer buatan adalah menyimpan kelebihan air dengan pengisian akuifer. Pengisian buatan dapat dilakukan dengan menginjeksi air melalui sumur. Metode ini kerap diterapkan untuk mengisi akuifer dalam di mana air tanah alami tidak efektif untuk mengisi akuifer ini.
2	Meningkatkan cakupan pasokan air melalui jaringan pipa pengangkutan	Infrastruktur	Memperluas jangkauan pelayanan air perpipaan khususnya di daerah kritis yang tidak memiliki akses ke layanan merupakan salah satu cara untuk mengurangi penggunaan air tanah. Di Semarang dan Demak, beberapa lingkungan pesisir dengan tingkat penurunan muka tanah yang tinggi (yaitu di Kecamatan Genuk) tidak memiliki akses ke air PDAM. Padahal, cakupan di tingkat kota (di Semarang) cukup rendah (hanya 59 %), dengan tingkat hilangnya air yang cukup tinggi (37%).
3	Pengolahan air (misal, pemulihan air tawar)	Infrastruktur	Meningkatkan ketersediaan air dan mengurangi konsekuensi variabilitas. Daur ulang air yang telah digunakan (reclaimed water) dapat digunakan untuk keperluan perkotaan, pertanian, industri, rekreasi, atau lingkungan. Potensi air bergantung pada proses pengolahan, tetapi dapat dimaksimalkan untuk tujuan selain untuk diminum.
4	Desalinasi air	Infrastruktur	Desalinasi adalah proses untuk menghilangkan mineral dan garam dari air garam. Air asin didesalinasi untuk menghasilkan air yang aman digunakan untuk penggunaan di kota, pertanian, dan bahkan diminum.
5	Pembangunan waduk air	Infrastruktur	Waduk air merupakan danau buatan yang digunakan untuk menyimpan persediaan air dalam jumlah besar. Kegunaan utama dari badan air buatan ini adalah mengumpulkan dan menyimpan kelebihan air dari curah hujan, sungai, atau limpasan permukaan. Air yang disimpan sangat penting dalam memasok pasokan air untuk keperluan rumah tangga dan industri. Air dapat disalurkan melalui gravitasi dan menghasilkan pembangkit listrik tenaga air menggunakan turbin ke daerah hilir. Waduk juga membantu mengendalikan banjir dengan membatasi jumlah air yang diperbolehkan untuk mengalir ke hilir.

No	Langkah	Kategori	Dskripsi Singkat
Mempercepat peningkatan penyediaan air dan konservasi air di daerah kritis dengan memaksimalkan sumber non-air tanah			
6	Program industri netral air (+perkotaan)	Infrastruktur	Industri netral air adalah program untuk mengembangkan industri dalam menangkap, mengolah, dan menggunakan kembali air secara lokal sehingga tidak ada ekstraksi air tanah. Program ini merupakan langkah untuk menghentikan ekstraksi air tanah dan mengurangi penurunan muka tanah sekaligus mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dan sirkular dengan menciptakan insentif guna mengoptimalkan pasokan air dan sistem pengelolaan berdasarkan pemanenan, penyimpanan, pengangkutan, penggunaan kembali, dan daur ulang air hujan. Program ini merupakan integrasi dari beberapa langkah untuk menyimpan dan menggunakan kembali air lebih banyak. Ke depannya, ini juga akan menciptakan kawasan ramah lingkungan.
7	Pemanenan air hujan (RWH)	Infrastruktur	Rainwater harvesting (RWH) atau pemanenan air hujan adalah metode untuk mengumpulkan limpasan dari permukaan atau permukaan kedap air lainnya untuk disimpan dan digunakan nanti. Ada beberapa teknik yang bisa digunakan untuk RWH, seperti pemanenan limpasan permukaan, pemanenan air hujan dengan atap bangunan (roof-top rainwater harvesting/RRH), bendungan, tangki bawah tanah, wadah hujan, bendung gerak (barrage), lereng, parit, atau tong hujan. Air yang dipanen dapat digunakan untuk keperluan pertanian, industri, atau rumah tangga. Penjernih air perlu dipasang untuk menghasilkan air minum.
8	Cekungan Resapan	Infrastruktur	Cekungan resapan adalah kolam buatan yang dirancang untuk menginfiltrasi limpasan permukaan melalui tanah berpori ke dalam akuifer air tanah. Berbeda dengan waduk atau cekungan penampung, yang dirancang untuk menyimpan kelebihan air di genangan air permanen. Cekungan resapan mungkin kurang efektif di daerah dengan tingkat air tanah yang tinggi, tanah yang padat, tingkat sedimen yang tinggi dalam limpasan air hujan (stormwater), atau kandungan tanah liat yang tinggi (ASCE, Urban Runoff Quality Management, 1998). Namun, cekungan resapan tidak boleh dibangun di dekat lokasi industri tempat tumpahan bahan beracun dapat terjadi.
9	Penggunaan air permukaan dan air tanah sebagai sumber air secara terkoordinasi	Peraturan	Masalah kelangkaan air yang semakin meningkat menuntut penerapan pendekatan ganda dalam pengelolaan pasokan air. Penggunaan air permukaan dan air tanah secara terkoordinasi merupakan salah satu strategi pengelolaan penyediaan air. Cara ini harus diperhatikan guna mengoptimalkan pengembangan, pengelolaan, dan konservasi sumber daya air. Ini membantu untuk mempertimbangkan sumber daya air sebagai satu sistem dan akan menghindari pendekatan pengembangan sumber daya air yang hanya berfokus pada air permukaan. Air permukaan memiliki kualitas yang lebih buruk dibandingkan dengan air tanah, karenanya mungkin masih memerlukan pengolahan air yang ekstensif.

No	Langkah	Kategori	Dskripsi Singkat
Meningkatkan penyelenggaraan, kepatuhan, dan pemantauan kegiatan ekstraksi air			
10	Kebijakan ekstraksi air tanah dan penegakan kebijakan	Instrumen Kebijakan	Kebijakan air tanah merupakan instrumen penting untuk mengurangi ekstraksi air tanah. Ada beberapa contoh kebijakan air tanah, seperti prosedur pajak untuk perusahaan swasta yang menggunakan sumber air tanah, kebijakan pembatasan ekstraksi air tanah, dan pembatasan penggunaan air tanah dengan zonasi. Kebijakan air tanah perlu dinilai dengan penguatan kebijakan demi memastikan kepatuhan dengan prosedur. Penguatan kebijakan dapat dilakukan dengan memantau implementasi kebijakan dan memberikan insentif kepada masyarakat.
11	Pemantauan Penurunan Muka Tanah	Data dan Peraturan	Pemantauan penurunan muka tanah merupakan langkah penting untuk melacak laju penurunan muka tanah di suatu daerah. Tujuan dari tindakan ini adalah untuk meningkatkan pemahaman tentang proses yang bertanggung jawab atas perubahan elevasi permukaan tanah. Pemantauan penurunan muka tanah dapat diukur dari elevasi permukaan tanah, pemadatan sistem akuifer, dan ketinggian air. Teknik yang paling sering digunakan untuk mengukur perubahan elevasi adalah interferometric synthetic aperture radar (InSAR), pengukuran continuous GPS (CGPS), pengukuran kampanye global positioning system (GPS) dan pengukuran waterpass tukang. Sedangkan untuk pemadatan sistem akuifer diukur dengan menggunakan alat ekstensometer. Ekstensometer memungkinkan pengukuran pada kedalaman tertentu. Pengukuran yang paling tepat cenderung dilakukan dengan menggunakan pengukuran waterpass tukang dan ekstensometer, sedangkan yang paling tidak tepat adalah menggunakan pengukuran GPS.
Meningkatkan pengelolaan penggunaan lahan			
12	Pengelolaan penggunaan lahan (pengelompokan/zona)	Peraturan	Penggunaan lahan memiliki keterkaitan erat dengan ekstraksi air tanah. Perubahan penggunaan lahan dapat memiliki dampak jangka panjang dan tidak dapat diubah pada akuifer. Beberapa penggunaan lahan yang memengaruhi ekstraksi air tanah adalah penambangan terbuka, penggundulan hutan, dan urbanisasi. Menerapkan perlindungan khusus di zona khusus, yang ditentukan oleh kriteria hidrogeologi, diperlukan guna memberikan manfaat sosial-ekonomi dan lingkungan yang lebih baik. Ini adalah pendekatan yang lebih baik dibandingkan dengan pengolahan semua lahan secara merata. Ada berbagai jenis konservasi dan perlindungan air tanah, yang memerlukan penetapan zona permukaan tanah pada berbagai skala geografis. Zonasi air tanah dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu konservasi sumber daya air tanah, kontrol salinisasi air tanah dan tanah, dan produksi kualitas air tanah. Zonasi bergantung pada tujuan utama dan tingkat keparahan kondisi air tanah di daerah tersebut.

Sumber: Witteveen+Bos, 2021

Sementara itu, strategi adaptasi berfokus pada cara menangani risiko yang ditimbulkan oleh dampak penurunan muka tanah (yaitu langkah-langkah yang menangani risiko peningkatan banjir). Ini melibatkan berbagai langkah mulai dari pembangunan tanggul, stasiun pompa, sistem polder, peraturan bangunan, desain perumahan adaptif, dll. Namun, langkah adaptasi tidak dapat dilihat sebagai solusi jangka panjang, melainkan langkah jangka pendek untuk beradaptasi dengan dan meminimalkan risiko penurunan muka tanah. Dan karena penurunan muka tanah yang signifikan terus terjadi dan ini diperburuk oleh permukaan laut yang terus naik.

Saat ini, ada beberapa langkah adaptasi skala kecil yang dilaksanakan oleh pemerintah daerah dan individu di Semarang dan Demak yang

bertujuan untuk mengurangi kerusakan akibat penurunan muka tanah dan risiko banjir, seperti elevasi jalan, bangunan, dan jembatan; pembangunan tanggul dan sistem polder di sepanjang kanal banjir dan garis pantai; pembangunan stasiun pompa; pembangunan jalan banjir untuk mengurangi banjir fluvial, pengembangan rencana induk drainase dan rencana pengelolaan sumber daya air, serta restorasi bakau (Andreas et al., 2017).

Tabel berikut memberikan daftar usulan langkah-langkah adaptasi yang dapat diambil guna mengadaptasi penurunan muka tanah di Provinsi Jawa Tengah. Penjelasan lebih lanjut dari daftar tersebut diberikan secara terpisah dalam dokumen lain yang berfungsi sebagai pelengkap peta jalan ini.

Tabel 17.
Langkah Adaptasi

No	Langkah	Kategori	Deskripsi Singkat
1	Pembangunan tanggul	Infrastruktur	Tanggul adalah bangunan buatan di sepanjang tepi sungai atau pantai dataran rendah untuk mencegah air membanjiri wilayah daratan. Saat terjadi penurunan muka tanah, permukaan air, di sungai atau laut, akan menjadi lebih tinggi dari muka tanah. Akibatnya, air akan dapat membanjiri wilayah daratan. Pembangunan tanggul untuk sementara waktu akan mencegah terjadinya hal ini.
2	Pembangunan sistem polder	Infrastruktur	Polder adalah daerah dataran rendah yang tertutup oleh pertahanan banjir yang memerlukan sistem drainase guna mengendalikan ketinggian air di dalam sistem (Lendering, 2015). Saat terjadi penurunan muka tanah, air akan lebih tinggi dibandingkan area daratan. Sistem polder mencegah air di sekitarnya agar tidak memasuki area daratan. Harus dicatat bahwa jenis struktur ini terletak di bawah permukaan air di sekitarnya. Baik biaya investasi maupun risiko banjir ditentukan oleh tingkat pertahanan banjir. Untuk mengendalikan ketinggian air di dalam polder, sistem drainase perlu dipasang.
3	Meningkatkan kemiringan untuk rel kereta api dan jalan raya	Infrastruktur	Penurunan muka tanah berdampak pada genangan rob. Strategi langsung untuk mencegah banjir masuk ke daratan adalah dengan menaikkan kemiringan jalan dan rel kereta api. Akibatnya, rumah dan bangunan akan berada di bawah permukaan jalan. Curah hujan yang tinggi akan membahayakan penduduk, karena limpasan permukaan cenderung mengalir ke dalam rumah dan bangunan. Biaya untuk menaikkan jalan juga relatif lebih tinggi dibandingkan dengan membangun tanggul.

No	Langkah	Kategori	Deskripsi Singkat
4	Pengelolaan Wilayah Pesisir yang Terintegrasi	Tata kelola dan regulasi	Pengelolaan Wilayah Pesisir yang Terintegrasi atau Integrated Coastal Zone Management (ICZM) adalah proses perencanaan dan koordinasi pengelolaan pesisir dengan pendekatan yang terintegrasi, dengan memperhatikan semua sektor. Tujuan utama ICZM adalah menjaga integritas fungsional sistem sumber daya pesisir, mengurangi konflik penggunaan sumber daya, menjaga kesehatan lingkungan, dan memfasilitasi kemajuan pembangunan multisektoral (Thia-Eng, 1993). Ada beberapa jenis integrasi di dalam ICZM, yaitu integrasi antar sektor (misalnya perusahaan pariwisata, perikanan, pelabuhan), antar unsur darat dan air wilayah pesisir, antar tingkat pemerintahan, antar bangsa, dan antar disiplin ilmu (keahlian ilmiah, budaya, tradisional, politik, dan lokal) (Cicin- Sain, 1993). Keterlibatan semua pihak yang berkepentingan menjadi pembeda utama dari langkah ini.
5	Pembangunan dan pengembangan infrastruktur publik biru dan hijau	Infrastruktur	Infrastruktur biru dan hijau (BGI) dapat didefinisikan sebagai jaringan ruang hijau yang menyediakan berbagai layanan ekosistem terkait air (Kuei-Hsian Liao, 2019). Ini merupakan implementasi dari praktik sosio-ekologis di wilayah perkotaan. BGI terdiri dari ruang terbuka hijau; seperti taman, hutan kota, lahan basah atau pekarangan hijau, dan kawasan perairan; seperti saluran air, sengkedan bioretensi, cekungan bioretensi, atau cekungan sedimen. Ruang terbuka hijau perairan ini terutama digunakan untuk mengendalikan banjir, menyimpan limpasan permukaan, meningkatkan air yang berkualitas, dan memasok air. BGI juga memainkan peran kunci dalam meningkatkan hubungan ekologis dan mengurangi efek urban heat island (UHIE) (Žuvela, 2016).
6	Peraturan bangunan dan infrastruktur	Peraturan; Peningkatan Kesadaran	Peraturan bangunan dan infrastruktur adalah seperangkat peraturan yang menentukan standar untuk struktur yang dibangun. Tujuan dari peraturan bangunan dan infrastruktur adalah mencegah efek penurunan muka tanah pada struktur, sehingga tingkat penurunan muka tanah harus diperhitungkan untuk konstruksi.
7	Peningkatan kesadaran dalam menangani penurunan muka tanah	Peningkatan Kesadaran; Tata Kelola	Peningkatan kesadaran adalah beberapa aktivitas untuk menginformasikan dan mendidik orang tentang suatu masalah dengan tujuan memengaruhi perilaku dan keyakinan mereka untuk mencapai suatu tujuan. Aktivitas tersebut meliputi lokakarya, penyebaran pamflet, dan penyebaran informasi melalui situs web (JICA, 2019). Peningkatan kesadaran dapat dilakukan dengan strategi dari atas ke bawah (top-down), mulai dari organisasi pemerintah, pemangku kepentingan, hingga warga.
6	Pembangunan cekungan retensi	Infrastruktur	Cekungan retensi adalah kolam air buatan yang permanen. Kegunaan utama dari cekungan retensi adalah untuk mengelola banjir dan erosi hilir. Ini juga mampu meningkatkan kualitas air di sungai, danau, atau teluk yang berdekatan. Cekungan retensi kerap ditanami dengan berbagai vegetasi. Ini membantu memberikan manfaat air yang berkualitas dengan menghilangkan nutrisi yang larut melalui penyerapan. (UFCD, 2009). Cekungan retensi berbeda dari cekungan resapan yang dirancang untuk menginfiltirasi limpasan air hujan melalui tanah yang berpori. Dengan mengintegrasikannya ke instalasi pengolahan air, air yang ditampung dapat digunakan sebagai alternatif pasokan air.

BAB 4

ROADMAP DAN STRATEGI

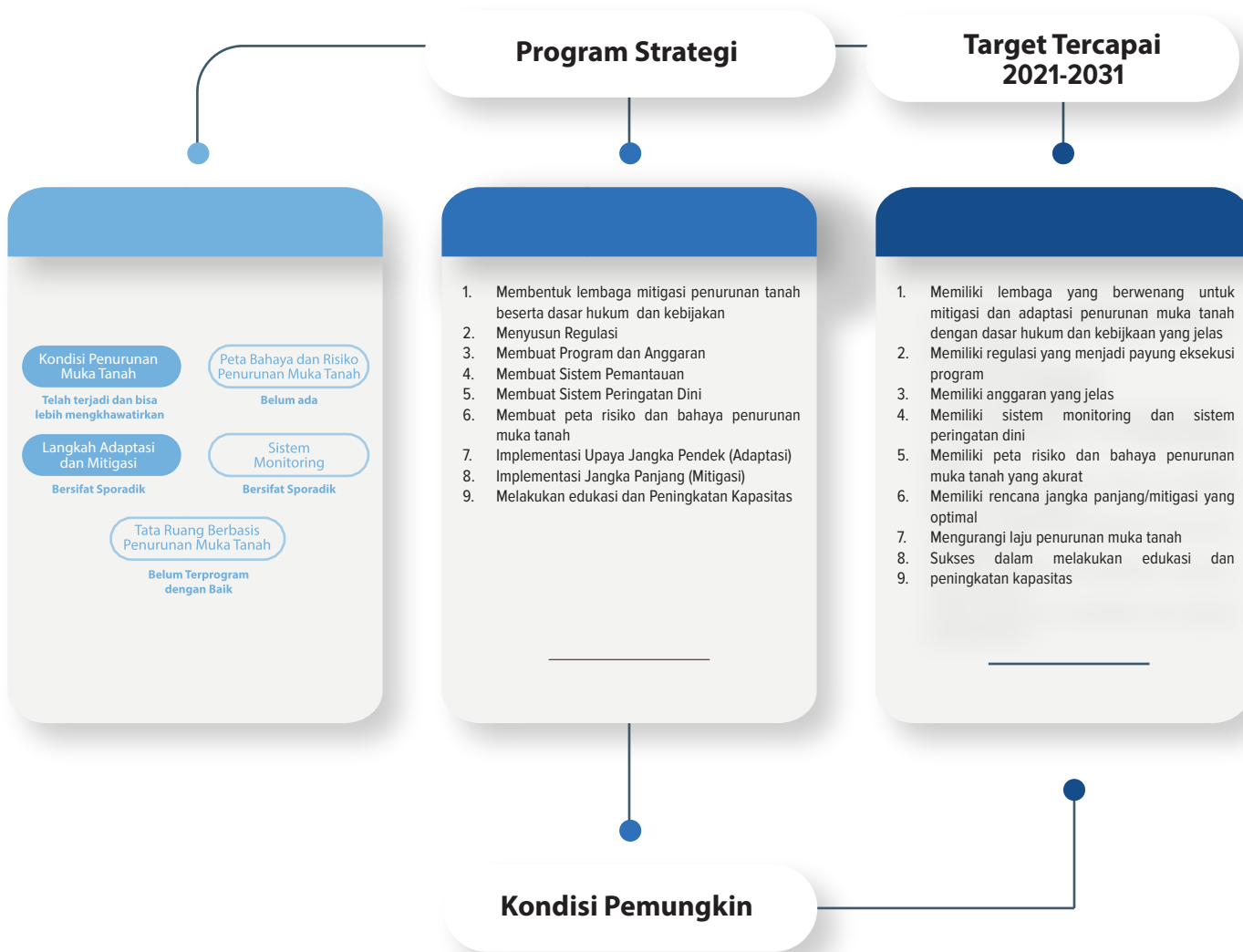
4.1 Kerangka Umum Roadmap

Mengatasi penurunan muka tanah di daerah pesisir terbukti menjadi tantangan tersendiri karena permasalahan teknis dan sosial yang kompleks, yang melibatkan banyak pemangku kepentingan. Umumnya, penurunan muka tanah merupakan ancaman tersembunyi yang berkembang perlahan, seringkali tidak menimbulkan rasa urgensi. Dalam banyak kasus, telah tersedia opsi teknis untuk mengurangi dan beradaptasi dengan penurunan tanah, tetapi merumuskan strategi penurunan tanah sulit dilakukan, apalagi menerapkan langkah-langkah strategisnya. Dengan demikian, penyusunan Roadmap adaptasi dan mitigasi penurunan muka tanah di Provinsi Jawa Tengah merupakan langkah awal yang penting menuju upaya yang lebih terkoordinasi dalam meminimalkan risiko penurunan tanah dan dampak terkait dalam kerangka waktu yang jelas dan tepat sasaran.

Gambar 22 menunjukkan deskripsi kerangka umum roadmap yang menjelaskan tentang kondisi terkini fenomena penurunan muka tanah di kawasan pesisir utara Jawa Tengah serta upaya adaptasi dan mitigasi yang sedang dilakukan. Kerangka umum ini juga menunjukkan belum adanya peta risiko dan bahaya penurunan muka tanah di pesisir Utara Jawa Tengah, termasuk model pemantauan (monitoring). Padahal, penurunan muka tanah saat ini merupakan fenomena yang terus berlangsung, namun upaya adaptasi dan mitigasi belum dilakukan secara optimal. Oleh karena itu, diperlukan strategi untuk melaksanakan upaya adaptasi dan mitigasi penurunan muka tanah agar dapat mencapai target dan kondisi yang diharapkan. Sembilan (9) strategi implementasi dituangkan dalam dokumen roadmap dalam rangka mencapai tujuan adaptasi dan mitigasi bencana penurunan tanah di Provinsi Jawa Tengah, yaitu:

1. Pembentukan lembaga atau platform tata kelola
2. Perumusan peraturan yang diperlukan
3. Perumusan program dan anggaran
4. Pembuatan sistem pemantauan (monitoring)
5. Pembuatan sistem peringatan dini
6. Pembuatan peta risiko dan bahaya bencana penurunan muka tanah,
7. Pelaksanaan upaya jangka pendek (adaptasi),
8. Pelaksanaan upaya jangka panjang (mitigasi),
9. Melakukan upaya pendidikan dan peningkatan kapasitas.

Pembentukan kelembagaan dan landasan hukum kebijakan merupakan salah satu prioritas utama dalam strategi adaptasi dan mitigasi bencana penurunan muka tanah di Jawa Tengah. Strategi ini harus dilakukan secara cepat, paling lambat dalam kurun waktu satu tahun (2022). Setelah pembentukan kelembagaan, strategi kunci berikutnya adalah penyusunan peraturan yang menjadi dasar dalam pembuatan program dan penganggaran. Pelaksanaan adaptasi dan mitigasi juga harus didukung oleh informasi dan database yang memadai, sehingga perlu adanya sistem pemantauan, sistem peringatan dini, dan perumusan peta risiko bencana dan bahaya penurunan tanah. Itulah beberapa strategi kunci dalam pelaksanaan adaptasi dan mitigasi penurunan muka tanah yang perlu segera dilakukan.



Gambar 22. Kerangka umum roadmap adaptasi dan mitigasi penurunan tanah dan bencana terkait di Jawa Tengah

4.2 Timeline Roadmap

Berdasarkan pelajaran dari kota-kota metropolitan lainnya (yaitu Tokyo, Shanghai, Osaka, dan lain-lain) dibutuhkan setidaknya 10 tahun untuk melakukan upaya mengatasi penurunan muka tanah. Upaya tersebut disajikan dalam roadmap, termasuk timeline-nya. Dengan skenario optimis, upaya penanganan penurunan tanah di Jawa Tengah dapat

dicapai dalam periode yang sama. Roadmap tersebut kemudian digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan adaptasi dan mitigasi penurunan muka tanah. Gambar berikut memberikan informasi mengenai timeline implementasi strategi adaptasi dan mitigasi penurunan tanah di Jawa Tengah.



Gambar 23. Timeline Roadmap Adaptasi dan Mitigasi Penurunan Tanah dan Bencana Terkait di Jawa Tengah

Pembentukan lembaga atau platform tata kelola yang ditunjuk adalah langkah pertama yang harus dilakukan dalam timeline roadmap. Lembaga atau platform tata kelola harus dibentuk sedini mungkin di tahun 2022, atau paling tidak dalam bentuk ad hoc agar upaya adaptasi dan mitigasi dapat dilakukan dengan lebih baik. Setelah kelembagaan terbentuk, strategi selanjutnya adalah merumuskan regulasi yang diperlukan. Pasalnya, hingga saat ini belum ada regulasi yang komprehensif, sedangkan regulasi merupakan komponen mutlak dalam penyusunan program dan anggaran karena menjadi landasan hukum bagi proses program dan penganggaran. Dalam upaya memahami fenomena penurunan muka tanah beserta potensi bencana yang ditimbulkannya, perlu dilakukan kegiatan pemantauan dan pengembangan sistem peringatan dini. Data dan informasi yang diperoleh dari sistem peringatan dini dan pemantauan akan menjadi parameter input yang digunakan untuk membuat peta risiko penurunan tanah. Kurangnya sistem pemetaan, peringatan dini, dan pemantauan akan berdampak pada keakuratan penilaian penurunan tanah.

Karena penurunan muka tanah terjadi secara teratur, maka upaya adaptasi atau tindakan jangka pendek seperti membangun tanggul, meninggikan

infrastruktur, dan upaya-upaya lainnya harus segera dilaksanakan dan dipelihara secara berkesinambungan. Upaya tersebut diharapkan dapat tercapai pada tahun 2025. Di sisi lain, beberapa upaya utama untuk mencegah penurunan muka tanah yang semakin masif dapat dilakukan melalui upaya mitigasi seperti pengelolaan air, pengelolaan lahan berbasis risiko bencana atau penataan ruang. Upaya tersebut dapat dilakukan untuk selanjutnya hingga tahun 2031.

Dengan pelaksanaan dan upaya-upaya mitigasi yang tepat, masalah penurunan muka tanah di Jawa Tengah diharapkan dapat berkurang secara signifikan pada akhir tahun 2031. Berdasarkan skenario yang optimis, pada tahun 2031 masalah penurunan tanah yang tinggi di Jawa Tengah dapat dikurangi secara signifikan. Fenomena penurunan tanah dan bencana yang ditimbulkan harus ditangani segera, tak hanya oleh masyarakat terdampak ataupun pemerintah saja, namun semua elemen masyarakat harus berperan dalam tindakan mitigasi dan adaptasi. Oleh karena itu, untuk memastikan penyebaran informasi, pendidikan dan peningkatan kapasitas memainkan bagian penting dalam roadmap.

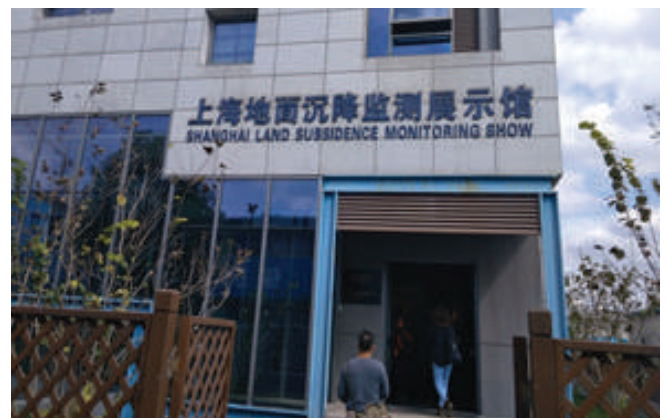


4.3. Rencana Aksi dan Strategi Implementasi Roadmap

Seperti yang telah disebutkan pada sub bab 4.2, kota-kota metropolitan seperti Tokyo, Shanghai, Osaka, dan lainnya membutuhkan waktu setidaknya 10 tahun untuk mengatasi masalah penurunan muka tanah. Diharapkan periode yang sama, yaitu 10 tahun menjadi timeline yang cukup untuk para pemangku kepentingan di Jawa Tengah dalam mengatasi penurunan muka tanah. Penjabaran dari masing-masing strategi adaptasi dan mitigasi penurunan muka tanah di Provinsi Jawa Tengah dapat dilihat pada sub bab 4.3.1-4.3.9.

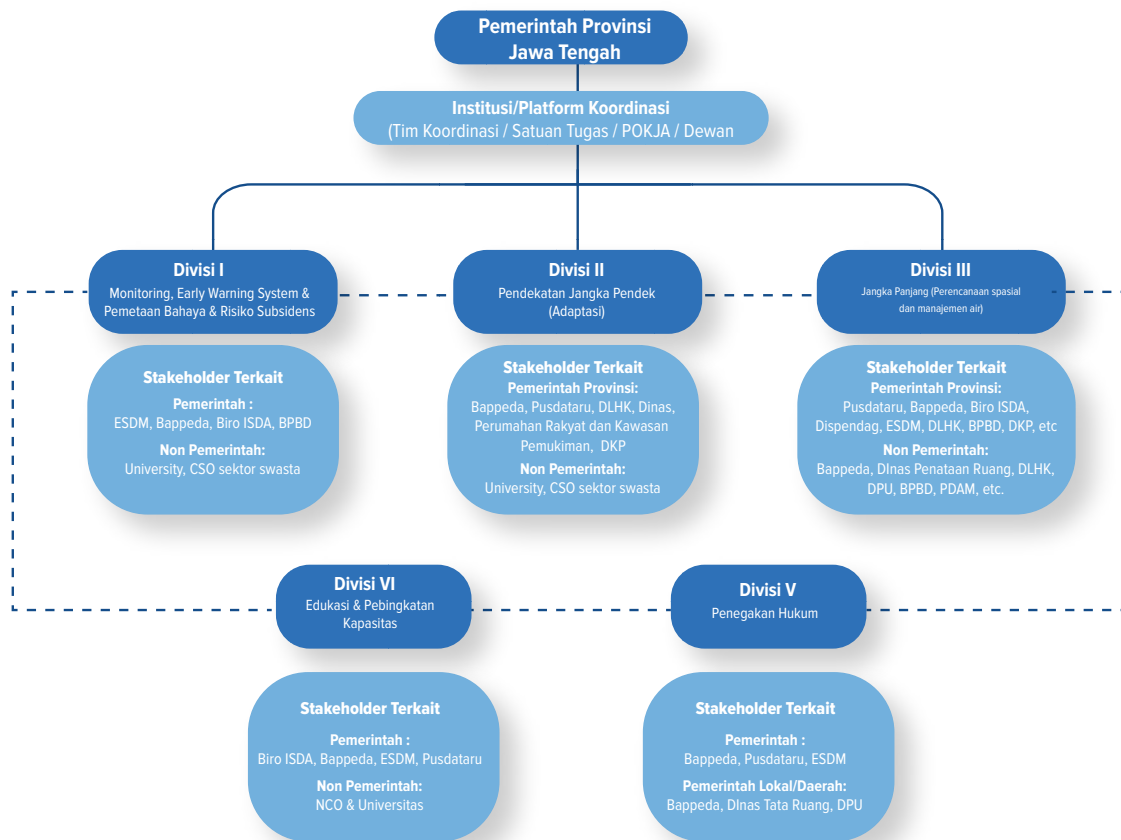
4.3.1 Strategi 1: Pembentukan Lembaga/Platform tata kelola

Pembentukan lembaga atau platform tata kelola yang ditunjuk merupakan langkah awal yang penting dalam mengatasi masalah penurunan tanah karena kegiatan adaptasi dan mitigasi idealnya dilakukan dan dikoordinasikan di bawah tanggung jawab dan wewenang lembaga atau platform tertentu. Lembaga yang dibentuk dapat berbentuk Lembaga pusat, dewan maupun pokja (kelompok kerja) atau bentuk lain yang dianggap tepat untuk memiliki mekanisme yang kuat dalam menangani masalah tersebut. Sebagai contoh bagi Indonesia, penanganan penurunan muka tanah di negara lain ditanggapi lebih serius di negara masing-masing (yaitu melalui pembentukan lembaga yang ditunjuk seperti laboratorium kunci untuk memantau laju penurunan tanah, atau bahkan museum tanah. penurunan tanah di Shanghai) (Gambar 24). Perserikatan Bangsa-Bangsa melalui UNESCO juga telah membentuk kelompok kerja khusus yang menangani penurunan tanah. Ini menandakan pentingnya untuk menangani masalah ini secara serius karena dampaknya merusak dan akan menyebabkan kerusakan besar pada keseluruhan agenda pembangunan berkelanjutan.



Gambar 24. Laboratorium utama dan pemantauan dan pencegahan penurunan muka tanah Shanghai dan museum penurunan tanah di Shanghai

Lembaga atau platform tata kelola yang ditunjuk harus memiliki fungsi keseluruhan untuk mengawasi masalah penurunan muka tanah di Jawa Tengah. Beberapa divisi besar di lembaga harus memiliki fungsi pemantauan dan sistem peringatan dini, untuk melakukan atau mengkoordinasikan langkah-langkah adaptasi, tindakan mitigasi, fungsi pendidikan dan peningkatan kapasitas serta penegakan hukum.



Gambar 25. Visualisasi Usulan Penataan Lembaga

Pembentukan lembaga koordinasi atau platform tata kelola dalam mengatasi penurunan muka tanah bertujuan untuk mengoptimalkan dan mengintegrasikan upaya lintas sektor untuk memitigasi dan beradaptasi dengan penurunan tanah secara lebih terkoordinasi, dengan target yang jelas dan bertanggung jawab untuk setiap rangkaian intervensi. Sedangkan bentuk kelembagaan dapat berupa lembaga baru atau dengan mengoptimalkan lembaga atau platform yang sudah ada di tingkat provinsi. Hal ini juga sejalan dengan visi Presiden Joko Widodo tentang reformasi birokrasi dan perampingan kelembagaan. Pemangku kepentingan yang diidentifikasi berdasarkan kegiatan sektornya (yaitu teknologi dan pemantauan, pengelolaan air, perencanaan dan infrastruktur tata ruang, dan penegakan hukum) pada sub bab sebelumnya dapat digunakan sebagai referensi untuk pembagian kerja seperti yang diilustrasikan pada Gambar 25.

Berdasarkan proses koordinasi yang dilakukan dengan pemerintah daerah di Provinsi Jawa Tengah melalui FGD dan lokakarya lokal, ada beberapa wawasan tentang lembaga atau platform yang ditunjuk untuk mengawasi dan mengkoordinasikan langkah-langkah adaptasi dan mitigasi penurunan tanah. Dalam konteks Provinsi Jawa Tengah, karena sudah ada struktur di pemerintahan daerah, maka struktur kelembagaan dapat berupa Kelompok Kerja, Dewan, atau Forum Pemangku Kepentingan. Hal ini akan mengakomodir proses koordinasi antar struktur yang berbeda di pemerintah daerah.

Pembentukan lembaga yang ditunjuk di tingkat lokal harus mencontoh pendekatan yang sama di tingkat nasional, dan harus benar-benar mengacu pada mandat/rujukan hukum di tingkat nasional (yaitu melalui Keputusan Presiden atau Peraturan Menteri). Di bidang sumber daya air misalnya, terdapat Dewan SDA Nasional yang ditunjuk sebagai wadah koordinasi pengelolaan sumber daya air antar pemangku kepentingan di tingkat nasional. Dewan ini merupakan lembaga non struktural yang bertanggung jawab langsung kepada Presiden. Acuan hukum di tingkat nasional akan membantu mempermudah penyusunan program dan anggaran dalam melaksanakan langkah-langkah adaptasi dan mitigasi, karena akan ada saluran anggaran yang jelas di tingkat yang lebih tinggi.

Gambar 25 merupakan kerangka kelembagaan yang diadaptasi dari struktur Kelompok Kerja (Pokja) Penurunan Muka Tanah di tingkat nasional. Dengan adanya keselarasan kelembagaan di tingkat pusat dan provinsi, diharapkan koordinasi dan sinergi penanganan penurunan muka tanah dapat terlaksana secara optimal. Pelaksanaan program mitigasi dan adaptasi penurunan tanah diharapkan dapat dilakukan lebih intensif oleh masing-masing sektor di tingkat pusat dan provinsi. Selain itu, kolaborasi inklusif yang melibatkan lembaga/lembaga non pemerintah seperti akademisi, swasta, LSM, dan organisasi masyarakat juga perlu didorong untuk mengoptimalkan pelaksanaan aksi mitigasi dan adaptasi penurunan tanah di Dataran Rendah Provinsi Jawa Tengah. Uraian lebih lanjut mengenai roadmap dan timeline pengembangan kerangka kelembagaan dapat dilihat pada LAMPIRAN II.1.



4.3.2 Strategi 2: Perumusan Regulasi

Strategi kedua setelah penataan kelembagaan adalah perumusan kerangka regulasi. Hingga saat ini, belum ada regulasi khusus mengenai pengelolaan penurunan muka tanah secara komprehensif baik di tingkat nasional maupun daerah. Regulasi merupakan komponen penting dalam pembuatan program dan penganggaran karena menjadi dasar pelaksanaan. Prioritas pertama harus diberikan pada amandemen UU 24/2007 tentang Penanggulangan Bencana untuk memasukkan penurunan tanah, yang saat ini sedang direvisi. Saat ini nomenklatur penurunan tanah tetap dikecualikan dari kategori bencana dalam undang-undang.

Setelah nomenklatur penurunan muka tanah termasuk dalam kategori bencana, akan lebih mudah bagi pembuat kebijakan untuk menindaklanjuti program dan anggaran yang berkaitan dengan penurunan tanah. Selanjutnya, setelah peraturan normatif sudah ada, harus ditindaklanjuti dengan penyusunan peraturan teknis tentang penurunan muka tanah, termasuk Peraturan Daerah dan Peraturan Daerah.

Uraian lebih lanjut mengenai roadmap dan timeline penyusunan peraturan pendukung yang merupakan bagian vital dari roadmap tersebut dapat dilihat pada LAMPIRAN II.2.

4.3.3 Strategi 3: Pembentukan Program dan Pembiayaan

Menurut aturan yang ada, program dan proses penganggaran tidak bisa berjalan jika aturan dasarnya tidak ada. Oleh karenanya strategi ketiga ini sangat bergantung dengan keberhasilan menjalankan strategi ke dua. Di Jawa Tengah, program untuk pemetaan risiko bencana penurunan tanah, peringatan dini, pemantauan, dan lain-lain masih belum tersedia. Sehingga, ketika proses perumusan regulasi selesai, kegiatan pengembangan program dan anggaran harus segera dilakukan.

Beberapa skema yang diusulkan untuk pengembangan program dapat mengadopsi pendekatan penta-helix atau bottom-up. Dengan pendekatan penta-helix atau bottom-up, pemerintah daerah dan yang terpenting masyarakat dapat didorong untuk lebih proaktif dalam mengatasi masalah penurunan tanah di lapangan. Pada saat yang sama, skema ini juga dapat mengakomodasi lebih banyak partisipasi masyarakat dalam masalah ini, sehingga lebih banyak pemangku kepentingan dapat terlibat.

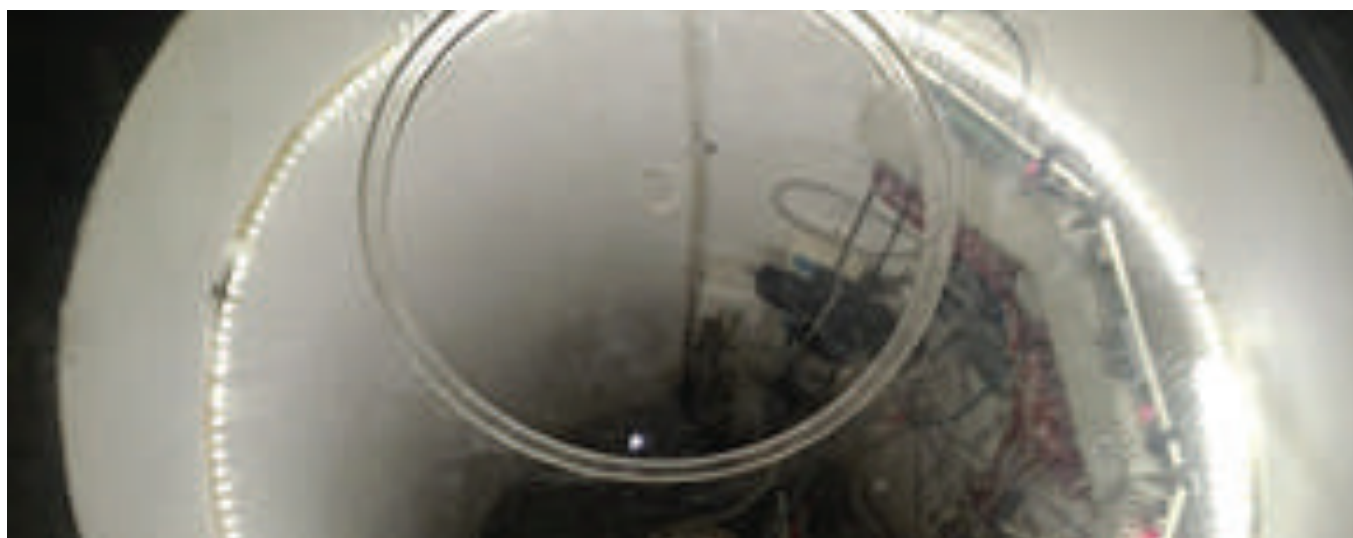
Izin pemanfaatan lahan di kawasan rawan penurunan muka tanah harus mempertimbangkan proses pembiayaan untuk risiko yang terkait dengan penurunan muka tanah. Kegiatan yang diizinkan di kawasan tersebut harus memiliki komponen pembiayaan yang dapat digunakan sebagai pembiayaan campuran untuk langkah-langkah adaptasi dan mitigasi penurunan tanah. Hal ini sejalan dengan fungsi roadmap untuk mengakomodasi lebih banyak keterlibatan pemangku kepentingan yang lebih luas, terutama sektor swasta dalam mengatasi tantangan penurunan muka tanah.

Uraian lebih lanjut mengenai roadmap dan timeline pengembangan program dan anggaran terdapat pada LAMPIRAN II.3.

4.3.4 Strategi 4: Pembuatan Sistem Pemantauan (monitoring)

Sebagaimana telah dijelaskan pada sub bab 4.2 bahwa dalam memahami fenomena penurunan muka tanah dan potensi bencana, perlu dilakukan pemantauan terhadap daerah yang mengalami penurunan tanah. Data dan informasi yang diperoleh dari monitoring dan peringatan dini berfungsi sebagai parameter masukan dalam membuat peta risiko penurunan tanah yang dapat digunakan oleh pemangku kepentingan terkait untuk berbagai tujuan. Gambar 26 adalah dokumentasi kegiatan pemantauan penurunan tanah menggunakan GNSS di pantai utara Jawa. Pada tahun-tahun berikutnya, pengukuran menggunakan perangkat pemantauan yang lebih canggih (yaitu ekstensometer di Shanghai) yang berfungsi untuk melakukan aktivitas pemantauan. Hal ini juga dapat menjadi acuan untuk menyiapkan sistem monitoring di wilayah Jawa Tengah.



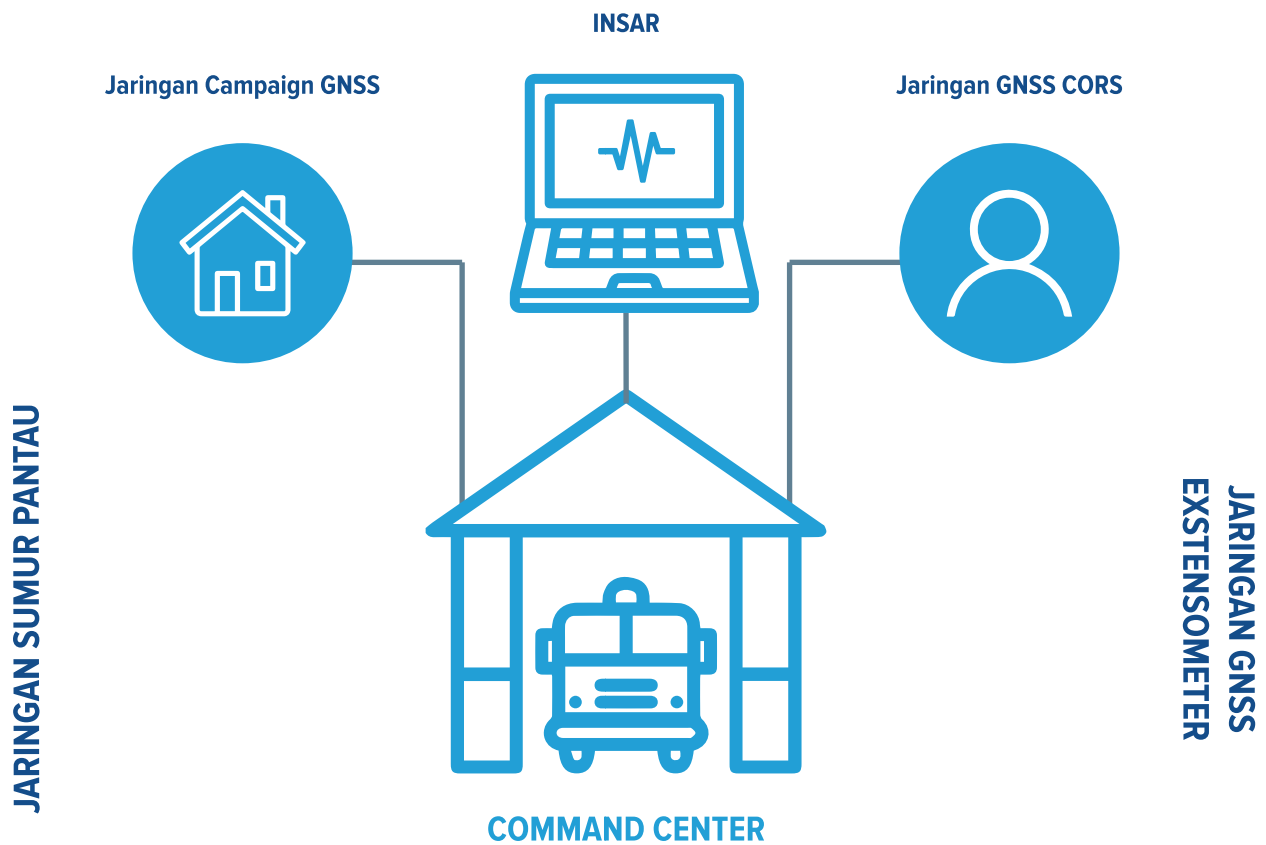


Gambar 26. Dokumentasi operasi pemantauan penurunan tanah menggunakan GNSS di pantai Utara Jawa serta Perangkat pemantauan penurunan tanah di Shanghai

4.3.5.Strategi 5: Mengembangkan Sistem Peringatan Dini

Sebagaimana telah dijelaskan pada sub bab 4.2, Sistem Peringatan Dini harus dikembangkan guna memberikan informasi secara cepat kepada masyarakat tentang adanya tanda-tanda bahaya. Sistem Peringatan Dini ini bertugas memonitoring daerah-daerah rawan bencana. serta bekerja secara real time. Gambar 27 merupakan ilustrasi sistem peringatan dini

bencana penurunan muka tanah yang sedang dibangun di DKI Jakarta. Sistem ini merupakan pengembangan dari sistem monitoring yang telah ada sebelumnya. Ilustrasi pada gambar 27 ini diharapkan dapat menjadi sumber acuan untuk membangun sistem peringatan dini di wilayah pantai Utara Jawa Tengah.



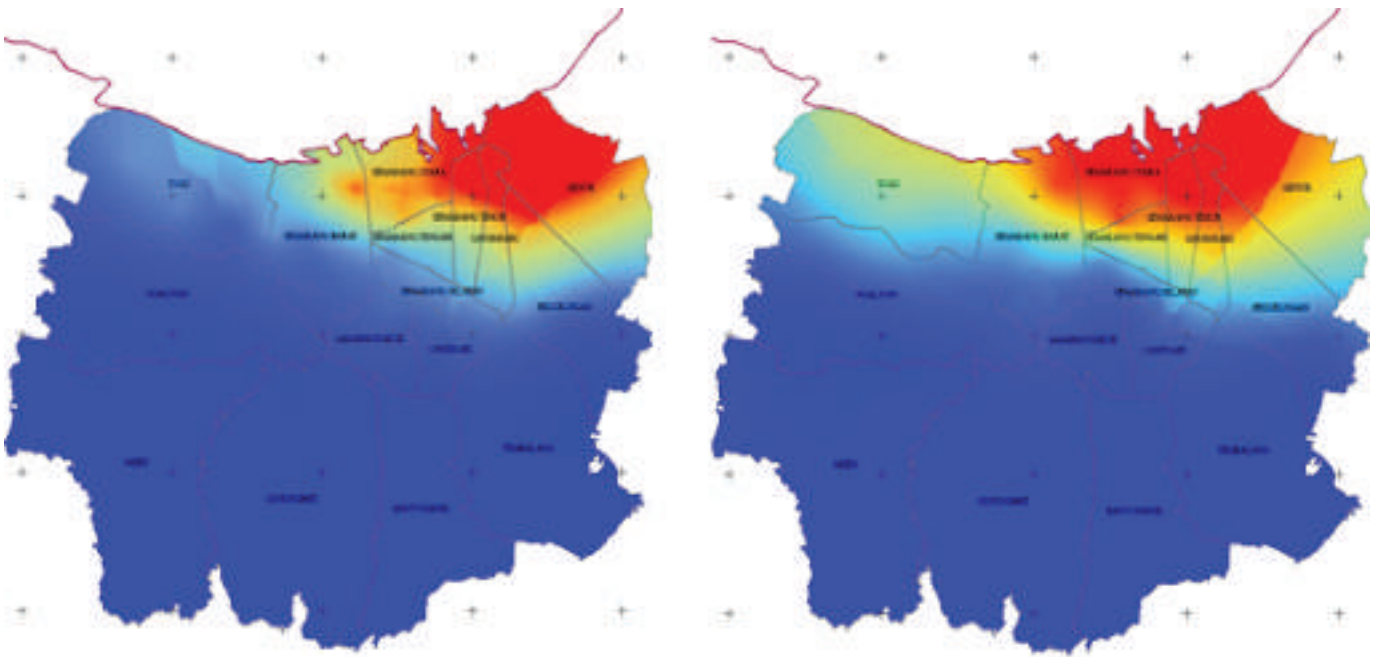
Gambar 27. Ilustrasi Sistem Peringatan Dini Risiko Bencana Penurunan Muka Tanah yang sedang dibangun di Jakarta. Sistem seperti ini diharapkan dapat dibangun di wilayah yang terdampak penurunan muka tanah di Jawa Tengah

Deskripsi lebih lanjut tentang roadmap dan timeline untuk mengembangkan sistem peringatan dini dapat dilihat pada LAMPIRAN II.5.

4.3.6. Strategi 6: Pembuatan Peta Risiko dan Bencana Penurunan Muka Tanah

Data dan informasi yang diperoleh dari hasil monitoring dan peringatan dini dapat menjadi parameter masukan dalam pembuatan peta risiko penurunan tanah. Informasi risiko penurunan muka tanah dalam bentuk peta dan analisis akan meningkatkan pemahaman yang tepat tentang fenomena penurunan tanah dan potensi bencananya. Peta dan analisis penurunan muka tanah secara efektif dan efisien digunakan untuk merencanakan dan melaksanakan langkah-langkah adaptasi dan mitigasi penurunan tanah di wilayah pesisir Utara Jawa Tengah.

Gambar 28 merupakan contoh peta risiko penurunan muka tanah yang terjadi wilayah pesisir utara di Kota Semarang, dengan laju penurunan muka tanah mencapai 10 - 15 cm per tahun. Pemetaan secara spasial akan menunjukkan daerah mana yang mengalami penurunan tanah dan potensi bencananya. Ilustrasi kondisi Semarang saat ini dapat dijadikan acuan dalam perencanaan dan pelaksanaan adaptasi dan mitigasi bencana penurunan tanah di wilayah Jawa Tengah.



Gambar 28. Contoh peta bahaya penurunan muka tanah (di wilayah Semarang) yang dapat digunakan untuk membuat dan menganalisis risiko penurunan tanah

Uraian lebih lanjut tentang peta jalan dan garis waktu untuk membuat dan menganalisis peta risiko dan bahaya penurunan tanah tersedia di LAMPIRAN II.6.

4.3.7. Strategi 7: Implementasi Langkah Adaptasi (Upaya Jangka Pendek)

Langkah adaptasi menjadi penting dan harus segera dilakukan (dalam jangka waktu pendek) karena fenomena penurunan muka tanah saat ini terus berlangsung. Langkah adaptasi yang dapat dilakukan oleh pemerintah lokal diantaranya adalah pembangunan tanggul, meninggikan infrastruktur-infrastruktur yang berisiko, membangun sistem polder serta beberapa upaya jangka pendek lainnya. Saat ini, di Semarang, Pekalongan dan beberapa daerah di Demak, berbagai upaya adaptasi sedang dilakukan dan ditargetkan akan selesai pada tahun 2025. Namun, pemeliharaan jangka panjang atas tindakan-tindakan jangka pendek, khususnya dari segi infrastruktur ini harus terus dilakukan.

Contoh kasus di Semarang, Demak, dan Pekalongan menunjukkan beberapa infrastruktur, termasuk bangunan, telah ditinggikan dua hingga tiga kali. Artinya langkah adaptasi hanya bersifat sementara. Oleh karena itu, upaya mitigasi penurunan tanah jangka panjang diperlukan untuk memulihkan daerah yang terkena dampak. Pada contoh kasus lain, meskipun beberapa tindakan adaptasi sudah dilakukan, namun diperlukan pendekatan yang lebih ramah lingkungan, yaitu pembangunan infrastruktur hijau-biru (blue-green infrastructure) seperti taman, lahan basah hutan kota, dan beberapa infrastruktur lainnya, untuk meningkatkan pengelolaan banjir dengan menyimpan limpasan permukaan sementara sekaligus memberikan manfaat tambahan dalam meningkatkan hubungan ekologis, menurunkan suhu perkotaan, dan menyediakan ruang terbuka bagi masyarakat. Adapun adaptasi untuk bangunan dan perumahan, kemajuan teknologi sangat dibutuhkan oleh pemerintah daerah dan masyarakat setempat, untuk pendekatan yang lebih berkelanjutan dan meminimalisir biaya dalam membangun rumah di daerah berisiko (misalnya konsep rumah terapung yang terjangkau, yang harus dieksplorasi lebih lanjut). Selain itu, desain bangunan yang lebih adaptif terhadap risiko yang terkait dengan penurunan tanah dapat dimasukkan ke dalam pedoman bangunan berbasis risiko yang berfungsi sebagai panduan dan izin untuk pembangunan gedung baru di daerah rawan penurunan tanah.

Contoh lebih lanjut terkait langkah adaptasi dapat dilihat pada sub bab 3.4. Deskripsi lebih lanjut tentang roadmap dan timeline implementasi adaptasi maupun langkah-langkah jangka pendek dapat dilihat pada Lampiran II.7.

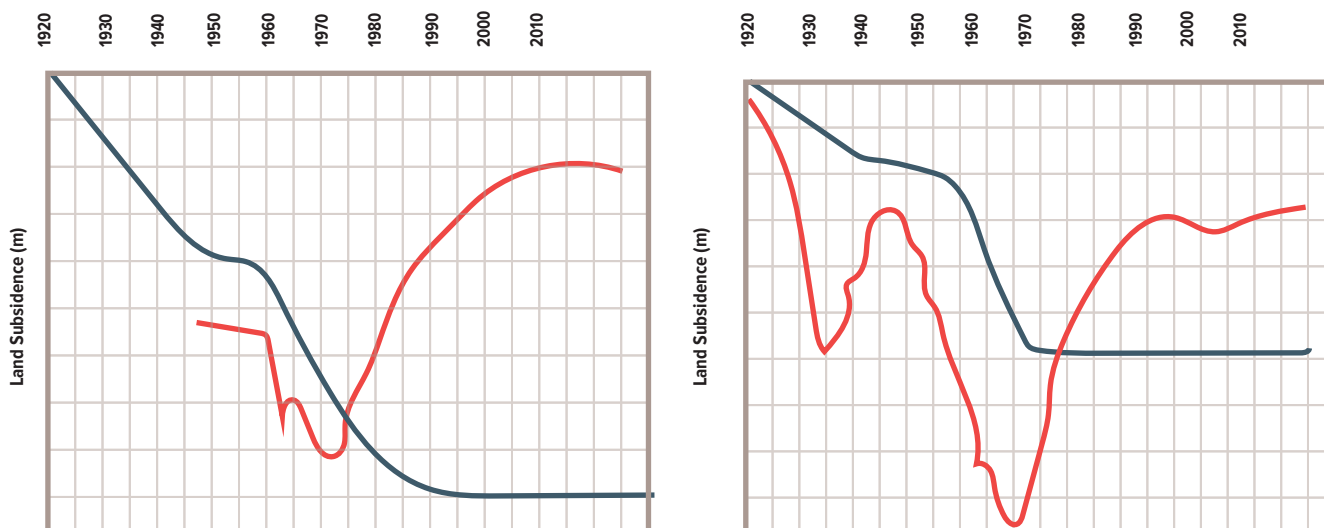


Gambar 29. Pembangunan tanggul di sepanjang pantai untuk mencegah banjir rob akibat penurunan tanah di Jakarta

4.3.8. Strategi 8: Pelaksanaan Mitigasi (Upaya Jangka Panjang): Pengelolaan Air dan Lahan

Pengelolaan air dan lahan telah terbukti menjadi solusi untuk mengurangi bencana penurunan muka tanah secara global. Penghentian ekstraksi air tanah berlebih serta membangun infrastruktur penyediaan sumber air permukaan dengan memperhatikan pengelolaan lahan merupakan langkah mitigasi yang tepat untuk jangka waktu yang panjang. Upaya mitigasi di pesisir Utara Jawa Tengah perlu diartikulasikan ke dalam tindakan yang lebih rinci, serta dimulai sesegera mungkin. Dengan melakukan langkah-langkah mitigasi, masalah penurunan tanah diharapkan dapat diselesaikan pada akhir tahun 2029.

Hubungan antara penurunan muka tanah dengan dinamika muka air tanah ditunjukkan pada Gambar 30. Tampak jelas bahwa kondisi permukaan air menjadi pulih setelah kegiatan eksploitasi air tanah dihentikan, yang berdampak pada pengurangan laju penurunan muka tanah. Ilustrasi ini dapat dijadikan acuan dalam pelaksanaan mitigasi di wilayah pesisir Utara Jawa Tengah. Sebagai informasi tambahan, konsumsi air tanah masih sangat signifikan di Jawa Tengah, terutama Semarang, Demak, dan Pekalongan.



Gambar 30. Contoh grafik korelasi antara penurunan muka tanah dan dinamika muka air tanah

Table 18.
Rangkuman Usulan Tindakan Mitigasi untuk Provinsi Jawa Tengah

	Upaya	Kategori	Deskripsi Singkat
Percepatan peningkatan penyediaan air dan konservasi air di daerah kritis dengan memaksimalkan sumber non-air tanah			
1	Pengisian ulang akuifer secara buatan	Infrastruktur	Tujuan utama pengisian ulang akuifer adalah untuk menyimpan kelebihan air dengan mengisi akuifer.
2	Meningkatkan cakupan pasokan air melalui jaringan pipa angkut	Infrastruktur	Memperluas jangkauan pelayanan air perpipaan khususnya di daerah kritis yang tidak memiliki akses pelayanan merupakan salah satu cara untuk mengurangi penggunaan air tanah.
3	Pengolahan Air (pemurnian air tawar)	Infrastruktur	Meningkatkan ketersediaan air dan mengurangi konsekuensi variabilitas. Air daur ulang digunakan untuk keperluan kegiatan di wilayah perkotaan, pertanian, industri, rekreasi, atau lingkungan.
4	Desalinasi Air	Infrastruktur	Desalinasi merupakan salah satu alternatif penyediaan air dengan menghilangkan mineral dan garam dari air asin. Opsi ini relatif mahal tetapi bisa menjadi salah satu opsi untuk area kritis.
5	Pembangunan tempat penampungan air	Infrastruktur	Kegunaan utama dari badan air buatan ini adalah untuk mengumpulkan dan menyimpan kelebihan air dari curah hujan, sungai, atau limpasan permukaan, untuk memasok air untuk keperluan rumah tangga dan industri.
6	Water neutral industry (+urban) programme/program pengurangan penggunaan air tanah pada kegiatan industri dan perkotaan	Infrastruktur	Industri ramah air (water neutral industry) adalah program untuk mengembangkan industri untuk menangkap, mengolah dan menggunakan kembali air secara lokal sehingga tidak ada ekstraksi air tanah.
7	Pemanenan air hujan (Rain Water Harvesting)	Infrastruktur	Rainwater harvesting (RWH) adalah metode untuk mengumpulkan limpasan air hujan dari permukaan tanah maupun permukaan kedap air lainnya untuk digunakan nanti. Hal ini dapat bermanfaat bagi masyarakat di tingkat komunitas maupun tingkat rumah tangga.
8	Cekungan Resapan	Infrastruktur	Cekungan resapan adalah kolam buatan yang dirancang untuk meresapkan limpasan permukaan melalui tanah yang permeabel ke dalam akuifer air tanah

9	Penggunaan sumber air tanah dan air permukaan secara bergantian	Peraturan	Masalah kelangkaan air yang semakin meningkat menuntut penerapan pendekatan ganda dalam pengelolaan air minum. Penggunaan air permukaan dan air tanah secara bergantian merupakan salah satu strategi pengelolaan penyediaan air.
Meningkatkan penegakan, kepatuhan dan pemantauan kegiatan ekstraksi air tanah			
10	Kebijakan tentang ekstraksi air tanah serta penegakan kebijakan	Instrumen Kebijakan	Beberapa contoh kebijakan air tanah, seperti prosedur pajak untuk perusahaan swasta yang menggunakan sumber air tanah, kebijakan pembatasan pengambilan air tanah, dan pembatasan penggunaan air tanah berdasarkan zonasi.
11	Pemantauan Penurunan Muka Tanah	Data dan Regulasi	Pemantauan penurunan muka tanah adalah langkah yang penting untuk mengukur laju penurunan muka tanah di suatu daerah. Tujuan dari pengukuran ini adalah untuk meningkatkan pemahaman akan proses yang bertanggung jawab terhadap perubahan elevasi muka tanah
Meningkatkan Manajemen Penggunaan Lahan			
12	Manajemen Penggunaan Lahan (Pengelompokan dan zonasi)	Peraturan	Penggunaan lahan memiliki keterkaitan yang erat dengan ekstraksi air tanah. Perubahan penggunaan lahan dapat memiliki dampak jangka panjang dan ireversibel pada akuifer. Beberapa penggunaan lahan yang mempengaruhi pengambilan air tanah adalah penambangan terbuka, penggundulan hutan, dan urbanisasi. Menerapkan perlindungan di zona khusus, yang ditentukan oleh kriteria hidrogeologi, diperlukan untuk memberikan pengembalian sosial-ekonomi dan lingkungan yang lebih baik.

Source: Witteveen+Bos, 2021

4.3.9. Strategi 9: Pendidikan dan Peningkatan Kapasitas (Capacity Building)

Informasi terkait laju penurunan tanah dan potensi dampaknya merupakan aspek penting dari strategi mitigasi jangka panjang. Oleh karena itu, informasi semacam ini harus disebarluaskan dan disampaikan kepada publik secara umum untuk menciptakan pemahaman publik dan dengan demikian mendorong lebih banyak partisipasi pemangku kepentingan terkait. Keberhasilan adaptasi dan mitigasi akan tergantung pada keterlibatan semua pemangku kepentingan. Inilah sebabnya mengapa pendidikan dan peningkatan kapasitas sangat penting dan harus dilaksanakan dalam timeline yang telah ditentukan.

Pelibatan pemangku kepentingan terkait berimplikasi pada pelaksanaan upaya peningkatan kapasitas dan pendidikan, yang kemudian dapat diprogram dan direncanakan dengan baik. Dengan mengacu pada skala prioritas, upaya tersebut harus segera dilakukan di Semarang, Pekalongan, dan Demak yang saat ini mengalami penurunan muka tanah yang sangat signifikan.

Selanjutnya, upaya peningkatan kapasitas dan pendidikan harus dilakukan di lokasi lain dengan risiko penurunan tanah yang tinggi. Uraian lebih lanjut tentang roadmap dan timeline untuk pendidikan dan peningkatan kapasitas tersedia di LAMPIRAN II.9.

BAB 5

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

5.1 Kesimpulan

Penurunan muka tanah di Indonesia, khususnya di Jawa Tengah menjadi isu paling mendesak serta diperkirakan akan meningkat secara insentif pada tahun-tahun mendatang. Seperti yang ditunjukkan oleh penelitian-penelitian sebelumnya, penyebab utama penurunan muka tanah di provinsi Jawa Tengah umumnya disebabkan oleh aktivitas manusia atau aktivitas antropogenik. Termasuk pengelolaan dan penyediaan air yang buruk, perencanaan tata ruang, serta kerangka kebijakan dan kelembagaan yang tidak terintegrasi. Jika tidak ditangani dengan tepat, masalah ini akan mengancam dan mengakibatkan kerugian yang signifikan bagi masyarakat baik secara berwujud maupun tidak berwujud.

Skenario proyeksi Business as Usual (BAU), besaran dampak penurunan muka tanah di Jawa Tengah diperkirakan menyebabkan kerugian ekonomi mencapai 75 triliun Rupiah serta 37 miliar rupiah bagi kota Semarang dan Kabupaten Demak. Kerugian ekonomi tersebut menimbulkan berbagai kerugian langsung dan tidak langsung, seperti kerusakan infrastruktur vital, hilangnya lahan bagi masyarakat, relokasi, meningkatnya risiko banjir pesisir, banjir bandang, dan banjir fluvial, yang pada akhirnya berdampak pada rendahnya kualitas hidup masyarakat. Kerugian ini menandakan urgensi untuk mengatasi penurunan tanah di Semarang dan Demak secara tepat dan cepat dalam waktu yang sangat singkat.

Langkah-langkah adaptasi dan mitigasi untuk mengurangi dampak penurunan muka tanah sangat penting. Beberapa inisiatif sedang dilakukan untuk mengatasi situasi ini, termasuk pengembangan peta jalan (roadmap) adaptasi dan mitigasi penurunan muka tanah dan bencana terkait di wilayah Jawa Tengah. Roadmap ini diharapkan dapat mendorong langkah-langkah mitigasi dan adaptasi terhadap dampak penurunan tanah. Selain itu, pembentukan lembaga untuk mengatasi masalah tersebut dan menjadi pelaksana roadmap sangat diperlukan. Pembentukan lembaga diharapkan dibekali dengan kerangka hukum dan regulasi yang kuat. Dengan kelembagaan yang terintegrasi dan bersifat tetap, serta kerangka kebijakan dan peraturan yang kuat, diharapkan dampak penurunan muka tanah akan berkurang secara signifikan di tahun-tahun mendatang.



5.2 Rekomendasi

Dari penilaian dan roadmap dalam mengatasi penurunan tanah di Jawa Tengah, berikut adalah beberapa rekomendasi utama dan langkah praktis selanjutnya yang dapat diambil oleh pemangku kepentingan terkait untuk lebih baik dalam memitigasi dan beradaptasi dengan penurunan muka tanah. Rekomendasi tersebut terkait dengan beberapa tantangan di sektor-sektor yang berkaitan dengan penurunan muka tanah di Jawa Tengah, serta isu-isu tata kelola untuk merespons masalah tersebut. Beberapa rekomendasi ini diantaranya:



1. **Kerangka Kebijakan dan Kelembagaan yang Lebih Terintegrasi**
Masalah penurunan muka tanah telah terbukti menjadi tantangan karena melibatkan banyak pemangku kepentingan serta berhubungan dengan masalah penyediaan air, ekstraksi air tanah, pengelolaan penggunaan lahan, serta pengelolaan air dan perlindungan pantai (untuk mengurangi meningkatnya risiko banjir). Isu ini harus utamakan secara memadai antara berbagai sektor, aktor, dan program. Oleh karena itu, pengembangan kerangka kebijakan dan kelembagaan yang lebih terintegrasi diperlukan untuk mendorong upaya yang lebih efektif dalam mengatasi masalah tersebut. Berikut ini adalah rekomendasi terkait kerangka kebijakan dan kelembagaan.
 - a. **Pembentukan platform tata kelola:** Struktur yang telah ada, yang berkaitan dengan penanganan penurunan muka tanah oleh pemerintah lokal dapat berbentuk Kelompok Kerja (pokja)/Dewan/Forum Pemerintah yang mana pembentukan platform baru ini harus melakukan proses koordinasi antara dinas maupun struktur yang berbeda pada tingkat pemerintah lokal untuk koordinasi upaya-upaya mengatasi penurunan muka tanah yang lebih efektif.
 - b. **Peraturan nasional sebagai kerangka aksi pada tingkat lokal:** Pembentukan platform pemerintah terkait penurunan muka tanah akan lebih efektif jika didorong dari tingkat nasional melalui peraturan nasional, yang mana dapat ditindaklanjuti pada tingkat provinsi/tingkat lokal
 - c. **Penyusunan Rencana Aksi:** Karena dokumen roadmap ini terkait dengan kerangka umum untuk mengatasi penurunan muka tanah dalam jangka panjang, rencana aksi untuk adaptasi dan mitigasi penurunan muka tanah diperlukan sebagai referensi-referensi yang umum oleh pemangku kepentingan terkait untuk mengkoordinasikan upaya-upaya dalam jangka pendek
 - d. **Penegakan Peraturan yang lebih kuat:** Riset-riset telah menyebutkan bahwa satu kunci kelemahan dalam mengatasi penurunan muka tanah Provinsi Jawa Tengah adalah lemahnya kapasitas untuk menegakkan peraturan. Regulasi yang ada harus ditegakkan secara optimal untuk memastikan kepatuhan pemangku kepentingan terkait masalah penurunan muka tanah, terutama di bidang pengelolaan air tanah, serta pengaturan tata guna lahan di wilayah pesisir.
 - e. **Pendekatan Penta Helix:** Untuk melengkapi kemajuan di tingkat nasional, partisipasi multi-stakeholder dan multi-level harus dipromosikan. Inisiatif masyarakat yang ada dalam Provinsi Jawa Tengah (yaitu program rehabilitasi mangrove, sistem polder, reboisasi di daerah hulu) dan peraturan desa harus diakui dan ditingkatkan untuk diintegrasikan dengan program pemerintah dan untuk mengakomodasi pendekatan bottom-up mitigasi dan adaptasi terhadap penurunan muka tanah melalui pembangunan desa. Selain itu, sektor swasta harus dilibatkan secara lebih kolaboratif melalui mekanisme CSR dan kemitraan publik-swasta untuk mendukung mitigasi dan adaptasi terhadap penurunan muka tanah (misalnya air PDAM, cakupan layanan air pipa, serta penyediaan layanan air serta pengelolaannya secara keseluruhan).
 - f. **Transfer pengetahuan (transfer knowledge):** Transfer praktik terbaik antara kota-negara yang berbeda harus dipromosikan untuk berbagi pengetahuan tentang langkah-langkah mitigasi

2. *Percepatan peningkatan penyediaan dan konservasi air*

Seiring pertumbuhan penduduk yang meningkat, kebutuhan akan air bersih juga akan meningkat. Di Semarang dan Demak, pengelolaan sumber daya air yang buruk dianggap sebagai salah satu faktor penting yang berkontribusi terhadap masalah penurunan tanah. Hal ini mengakibatkan berbagai eksternalitas yang menyebabkan terjadinya penurunan muka tanah. Oleh karena itu, perbaikan dalam pengelolaan pelayanan air merupakan prasyarat untuk mengatasi masalah mendasar, yang dapat ditingkatkan melalui:

- a. ***Meningkatkan cakupan layanan jaringan perpipaan:*** Perbaikan cakupan layanan jaringan perpipaan PDAM sangatlah penting, khususnya pada daerah-daerah yang tidak memiliki akses pelayanan, yang mana merupakan salah satu cara untuk mengurangi penggunaan air tanah.
- b. ***Optimalisasi Reservoir (waduk) dalam rangka meningkatkan kapasitas penyediaan air:*** Optimalisasi reservoir (waduk) seperti Rawa Pening dan Kedung Ombo di Demak dan berbagai Daerah Aliran Sungai (DAS Jragung, Tuntang, Serang-Lusi) untuk meningkatkan pelayanan air bersih di wilayah tersebut yang juga dapat berfungsi sebagai mekanisme pengendalian banjir.
- c. ***Zona Water-neutral industry (Industri Ramah Air):*** Pembentukan ulang suplai air bersih pada daerah industri berperan penting sebagai upaya mengurangi laju penurunan muka tanah. Dengan demikian, mempromosikan sistem pengelolaan air yang terdesentralisasi untuk menangkap, mengolah, dan menggunakan kembali air secara lokal di kawasan industri adalah salah satu cara untuk mengurangi ekstraksi air tanah. Ini akan membutuhkan kerangka peraturan dan mekanisme penegakan yang kuat.
- d. ***Optimalisasi tindakan konservasi air:*** Karena sumber air bersih terbatas, konservasi air sangat penting. Ada berbagai peluang untuk konservasi air seperti pemanenan air hujan, sistem daur ulang, dan pengisian ulang buatan - potensi ini harus dimanfaatkan secara optimal di seluruh kota melalui program pemerintah untuk mempromosikan perubahan perilaku dalam penggunaan air.



3. *Perencanaan Tata Ruang yang Lebih Baik dan Kegiatan Industri yang Lebih Bertanggung Jawab*

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, wilayah utara Jawa Tengah terutama Semarang dan Demak dianggap sebagai kota industri karena banyaknya aktivitas industri di wilayah tersebut. Pengembangan kawasan industri direncanakan akan semakin berkembang ke depan, khususnya di Demak. Namun hal tersebut belum diiringi dengan pengelolaan tata ruang dan sumber daya air yang lebih baik untuk kegiatan industri. Sebagian besar lahan untuk kawasan industri di kedua kota tersebut dikonversi dari kawasan bakau untuk perlindungan pantai—yang akan melemahkan upaya alami untuk melindungi lahan dari abrasi pantai. Selain itu, perluasan kawasan industri juga akan meningkatkan permintaan pengambilan air tanah yang berlebihan, yang menjadi faktor utama penurunan muka tanah. Oleh karena itu, transformasi tata ruang, serta izin untuk kegiatan industri harus dipastikan - yang dapat dicapai melalui:

- a. ***Mempromosikan dan memperkuat pengelolaan penggunaan lahan berbasis risiko:*** Menerapkan perlindungan khusus di zona khusus, yang ditentukan oleh kriteria hidrogeologi, diperlukan untuk memberikan pengembalian sosial-ekonomi dan lingkungan yang lebih baik. Daerah dengan risiko penurunan tanah yang tinggi tidak boleh diperlakukan sama. Ada berbagai jenis konservasi dan perlindungan air tanah, yang memerlukan definisi zona permukaan tanah pada berbagai skala geografis. Harus ada pengaturan yang lebih ketat mengenai jenis pembangunan yang diperbolehkan, pembatasan pengambilan air tanah, jenis bangunan yang disarankan, dan lain sebagainya. Ini harus ditegakkan dengan pengaturan dan mekanisme penguatan dan pemantauan yang jelas.
- b. ***Pembentukan sepaket standar dan prinsip untuk aktivitas industri:*** Standar dan prinsip harus dibentuk dan dilaksanakan untuk aktivitas industri yang berada pada wilayah rentan penurunan muka tanah dalam rangka membantu strategi mitigasi dan adaptasi terhadap penurunan muka tanah. Beberapa contoh prinsip tersebut adalah:
 - i. Mekanisme pengamanan untuk memitigasi risiko penurunan muka tanah dan dampaknya terhadap masyarakat di wilayah tersebut.
 - ii. Alokasi pembiayaan khusus untuk mendapatkan izin kegiatan industri baru di kawasan rawan penurunan tanah. Ini akan memastikan bahwa eksternalitas industri mereka akan menyebabkan penurunan tanah (misalnya ekstraksi air tanah yang berlebihan dan tidak terkendali) akan dicegah, dan jika tidak dicegah, pelaku dapat bertanggung jawab atas tindakan adaptasi, atau dapat membiayai tindakan pemerintah untuk mitigasi dan adaptasi.

4. *Penguatan kebijakan ekstraksi air tanah*

Kebijakan air tanah merupakan instrumen penting untuk mengurangi ekstraksi air tanah. Ada beberapa contoh kebijakan air tanah, seperti prosedur pajak untuk perusahaan swasta yang menggunakan sumber air tanah, kebijakan pembatasan pengambilan air tanah, dan pembatasan penggunaan air tanah dengan zonasi. Kebijakan air tanah perlu dinilai dengan penguatan kebijakan untuk memastikan kepatuhan dengan prosedur. Penguatan kebijakan dapat dilakukan dengan memantau pelaksanaan kebijakan dan mekanisme insentif pembangunan bagi masyarakat.

5. *Menerapkan langkah-langkah adaptasi yang efektif dan hemat biaya*

Sebagian besar langkah adaptasi yang telah dilakukan di kota-kota pantai Utara Provinsi Jawa Tengah berupa pembangunan infrastruktur, seperti pembuatan tanggul, peninggian bangunan, pembangunan polder dan lain sebagainya. Pendekatan yang efektif untuk langkah-langkah adaptasi sangat dibutuhkan, terutama untuk mengurangi risiko banjir pesisir, banjir bandang dan banjir fluvial yang memicu peningkatan laju penurunan muka tanah. Beberapa rekomendasi langkah adaptasi diantaranya:

- a. *Pengembangan infrastruktur biru-hijau:* Pengembangan infrastruktur biru-hijau (misalnya ruang publik, ruang terbuka hijau, hutan kota, dan waduk bioretensi untuk meningkatkan pengelolaan banjir) bermanfaat dalam meningkatkan ekologi, mitigasi terjadinya urban heat island, serta menyediakan ruang terbuka bagi masyarakat. Dalam kasus Provinsi Jawa Tengah, jalan tol dapat dibangun kembali untuk menambahkan elemen perlindungan pantai (misalnya terhadap abrasi pantai)
- b. *Pedoman perumahan adaptif bagi masyarakat pesisir:* Kemajuan teknologi sangat dibutuhkan oleh pemerintah daerah dan masyarakat lokal, untuk pendekatan yang lebih berkelanjutan dan hemat biaya dalam membangun rumah di daerah berisiko (misalnya konsep rumah terapung yang terjangkau harus lebih lanjut dieksplorasi). Pedoman bangunan berbasis risiko yang menjadi pedoman dan perijinan pembangunan gedung baru di kawasan rawan penurunan muka tanah, bisa menjadi salah satu instrumen implementasinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z., Andreas, H., Gumilar, I., Sidiq, T. P., & Fukuda, Y. (2013). Land subsidence in the coastal city of Semarang (Indonesia): characteristics, impacts and causes. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 4(3), 226-240.
- Andreas, et. al. (2017). Adaptation and Mitigation of Land Subsidence in Semarang. Conference Paper in AIP Conference Proceedings. July 2017. DOI: 10.1063/1.4987088
- Deltares. 2021. Economic Assessment of Subsidence in Semarang and Demak, Indonesia.
- Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman RI, Yayasan Lahan Basah (Wetlands International Indonesia), Institut Teknologi Bandung (ITB). 2019. Peta Jalan (Road Map) Mitigasi dan Adaptasi Amblesan (Subsiden) Tanah di Dataran Rendah Pesisir. Jakarta.
- Mazzotti S, Lambert A, Van der KooijM and Mainville A 2009 Impact of anthropogenic subsidence on relative sea-level rise in the Fraser River delta. *Geology*, 37(9), 771-774, <http://dx.doi.org/10.1130/G25640A.1>.<https://www.wetlands.org/casestudy/building-with-nature-indonesia/>
- Mulyana, et al. 2013. Climate vulnerability and adaptation in the Semarang Metropolitan Area: a spatial and demographic analysis.
- One Resilient Semarang Team. 2019. Water as Leverage: Concept Design Proposal. Semarang, Indonesia.
- Peraturan Daerah Kabupaten Demak No 1 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Peraturan Daerah Kabupaten Demak No. 6 Tahun 2011 tentang RTRW Kabupaten Demak Tahun 2011-2031
- Peraturan Daerah Kota Semarang Nomor 14 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang Tahun 2011 – 2031
- Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 101 Tahun 2008 tentang Penjabaran Tugas Pokok, Fungsi, dan Tata Kerja Sekretariat Badan Penanggulangan Bencana Daerah Provinsi Jawa Tengah
- Peraturan Gubernur Provinsi Jawa Tengah Nomor 54 Tahun 2016 tentang Organisasi dan Tata Kerja Sekretariat Provinsi Jawa Tengah
- Peraturan Gubernur Provinsi Jawa Tengah Nomor 60 Tahun 2016 tentang Organisasi dan Tata Kerja Dinas Pekerjaan Umum Sumber Daya Air dan Penataan Ruang Provinsi Jawa Tengah
- Peraturan Gubernur Nomor 75 tahun 2016 tentang Organisasi dan Tata Kerja Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Tengah
- Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 27 Tahun 2018 tentang Organisasi dan Tata Kerja Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Jawa Tengah
- Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 67 Tahun 2016 Tentang Organisasi dan Tata Kerja Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi Jawa Tengah.
- Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah No. 3/ 2018 tentang Pengelolaan air Tanah
- Pertiella. Yanita, Badan Geologi Ungkap Penyebab Turunnya Permukaan Tanah, (2019), <https://ekonomi.bisnis.com/read/20191015/44/1159398/badan-geologi-ungkap-penyebab-turunnya-permukaan-tanah-jakarta#:~:text=Dia%20menuturkan%20penurunan%20muka%20tanah,tanah%20akibat%20penggunaan%20yang%20berlebihan.>
- Sutanta, H., Rachman, A. and Sumaryo, Diyono. Predicting land use affected by land subsidence in Semarang based on topographic map of Scale 1:5.000 and leveling data. Proceedings of the Map Asia 2005 Conference (in CD Rom). August22–252005, Jakarta.
- UU No. 1/2014 Tentang Perubahan Atas UU No. 27 / 2007 Tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-pulau Kecil
- Mulyana, et al. 2013. Climate vulnerability and adaptation in the Semarang Metropolitan Area: a spatial and demographic analysis.
- Taylor, J. 2010. Community Based Vulnerability Assessment: Semarang and Bandar Lampung, Indonesia. Mercy Corps.
- Witteveen+Bos. Proposed Adaptation and Mitigation Measures for Semarang and Demak.

LAMPIRAN 1

REGULASI DAN KEBIJAKAN TERKAIT PENURUNAN MUKA TANAH

LAMPIRAN I.1 - KEBIJAKAN EKSISTING TERKAIT PENURUNAN MUKA TANAH DI PROVINSI JAWA TENGAH

Tabel 1.
Kebijakan Eksisting terkait Penurunan Muka Tanah di Provinsi Jawa Tengah

Kebijakan yang ada terkait penurunan muka tanah di Jawa Tengah	Tinjauan	Relevansi dan Kesenjangan
<p>Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (Telah diperbarui)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - UU No. 7 Tahun 2004 mengatur tentang pengelolaan sumber daya air, hak guna air, dan hak pengusahaan air, serta kewenangan pemangku kepentingan dalam pengelolaan sumber daya air. - Dibatalkan oleh Mahkamah Konstitusi pada tahun 2015 karena berpendapat bahwa undang-undang ini mendorong privatisasi hak atas air, yang bertentangan dengan Konstitusi. - Digantikan dengan berlakunya kembali Undang-Undang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan, dan kemudian Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air. 	<p>Penurunan muka tanah dianggap sebagai salah satu kemungkinan kerusakan yang disebabkan oleh air selain banjir, erosi, sedimentasi, dsb. Pengelolaan potensi kerusakan yang disebabkan oleh air dilakukan melalui mitigasi bencana.</p>
<p>Draft Revisi UU No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana*</p> <p>*Dalam proses revisi</p>	<ul style="list-style-type: none"> - UU No. 24 Tahun 2007 mengklasifikasikan bencana ke dalam tiga kategori, yaitu bencana alam, bencana nonalam, dan sosial. - Sedangkan dalam draft revisi peraturan, terdapat empat kelompok bencana yang diklasifikasikan berdasarkan pemicunya: (1) geologi dan vulkanologi, (2) bencana hidrometeorologi I (kering), (3) bencana hidrometeorologi II (basah), dan (3) bencana nonalam. Bencana nonalam termasuk empat komponen, yaitu limbah, penurunan muka tanah, epidemi, dan kegagalan teknologi, yang mencakup masalah bencana industri. 	<p>Penurunan muka tanah termasuk salah satu jenis bencana yang disebutkan di dalam peraturan tersebut. Dengan begitu, masalah tersebut akan mendapatkan perhatian lebih besar di masa mendatang.</p>
<p>Peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 47 Tahun 2015 tentang Kebijakan dan Strategi Daerah Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Provinsi Jawa Tengah</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cakupan pelayanan air minum perkotaan di Provinsi Jawa Tengah pada akhir tahun 2013 baru mencapai 63,99%. Ini terdiri dari Jaringan Pipa 42,76% dan Jaringan Non-pipa 21,23%. Cakupan pelayanan air minum pedesaan sebesar 49,13%, terdiri dari Jaringan Pipa 42,76% dan Jaringan Non-pipa 10,99%. Target MDG yang ingin dicapai pada akhir tahun 2015 adalah 75%. - Pelayanan air minum di Provinsi Jawa Tengah saat ini dikelola oleh PDAM Provinsi Jawa Tengah, PDAM Kabupaten/Kota, dan secara swadaya oleh masyarakat. Ada 35 PDAM Kabupaten/Kota dan 1 PDAB di Provinsi Jawa Tengah. - Di Provinsi Jawa Tengah terdapat 573 IKK: 427 IKK telah dibangun dan 146 IKK belum dibangun, dengan kapasitas waktu idle rata-rata adalah 3.000 L/s. Saat ini, rata-rata kebocoran pada pipa adalah 30-40% dan diharapkan menjadi 3,10% pada akhir tahun 2019 dengan rencana pengurangan kebocoran sebesar 1% per tahun. 	<p>Pemerintah kota Jawa Tengah telah berencana mengembangkan waduk guna meningkatkan kapasitas retensi agar volume air baku meningkat.</p>

Kebijakan yang ada terkait penurunan muka tanah di Jawa Tengah	Tinjauan	Relevansi dan Kesenjangan
<p>Perda Provinsi Jawa Tengah Nomor 3 Tahun 2018 tentang Pengelolaan Air Tanah</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dilarang melakukan pengeboran, penggalian, atau kegiatan lainnya dalam radius 200 m dari munculnya mata air. - Urusan pengelolaan air tanah dilaksanakan oleh kepala instansi yang membidangi energi dan sumber daya alam - Pemegang izin perusahaan air tanah wajib, antara lain, memberikan minimal 15% dari penggunaan batas debit air tanah yang ditetapkan dalam izin untuk memenuhi kebutuhan pokok sehari-hari masyarakat setempat; mengoperasikan sumur pantau untuk setiap lima sumur atau untuk debit ekstraksi 50 L/s atau lebih dari satu atau beberapa sumur di area kurang dari 10 hektare. <p>Peraturan provinsi mengamankan pengembangan peta zona konservasi air tanah serta sistem informasi air tanah, yang berfungsi sebagai dasar untuk menentukan kawasan perlindungan dan pemanfaatan air tanah.</p> <p>Penerapan pengelolaan air tanah dibiayai oleh APBD Jawa Tengah dan/atau sumber lain yang sah dan tidak mengikat.</p>	<p>Sudah ada lembaga yang memimpin pemantauan ekstraksi air tanah (Departemen Energi dan Sumber Daya Alam). Namun, mekanisme kapasitas pemantauan perlu ditingkatkan.</p>
<p>Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2019 tentang Sumber Daya Air</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Menggantikan UU No. 11 Tahun 1974 tentang Pengairan (dan UU No. 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air yang dibatalkan). - Menegaskan kembali kontrol negara atas hak air. - Menetapkan hierarki yang jelas dari pemanfaatan air: jaminan pemenuhan oleh pemerintah (kebutuhan dasar sehari-hari, kegiatan pertanian masyarakat, sistem penyediaan air minum), tujuan non-komersial, dan tujuan komersial (tergantung lisensi). - Undang-undang tersebut menegaskan bahwa pemanfaatan air untuk (tujuan komersial) tertentu hanya dapat dilakukan jika hierarki di atas dipenuhi. - Rencana pengelolaan sumber daya air termasuk pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) lintas negara, DAS antarprovinsi, dan DAS strategis nasional, termasuk cekungan air tanah di DAS tersebut. - Saat ini belum ada peraturan derivatif di tingkat nasional dan daerah. 	<p>Penurunan muka tanah dianggap sebagai salah satu kemungkinan kerusakan yang disebabkan oleh air selain banjir, erosi, sedimentasi, dsb. Pengelolaan potensi kerusakan yang disebabkan oleh air dilakukan melalui mitigasi bencana.</p> <p>Menetapkan izin daerah aliran sungai sebagai bagian dari daerah aliran sungai (DAS). Ini akan memengaruhi pengaturan kelembagaan urusan air tanah di tingkat daerah (setelah peraturan derivatifnya tersedia).</p>
<p>Peraturan Pemerintah No. 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Regulasi derivatif UU Cipta Kerja (UU No. 11 Tahun 2020) yang secara khusus mengatur banyak urusan perizinan usaha lintas sektor. - Menetapkan norma dan kriteria usaha di bidang sumber daya air sebagai salah satu subsektornya 	<ul style="list-style-type: none"> - Menetapkan kewajiban tegas pengusaha di bidang sumber daya air untuk bertanggung jawab atas dampak/risiko negatif yang terkait dengan usahanya. - Daftar hierarki kegiatan perizinan untuk usaha yang bergerak di bidang sumber daya air. - Mendorong pemanfaatan sumber daya air yang lebih baik oleh pihak swasta.

Sumber: Berbagai peraturan seperti yang tercantum dalam Tabel

LAMPIRAN II

PENJABARAN ROADMAP MITIGASI DAN ADAPTASI SUBSIDEN TANAH PROVINSI JAWA TENGAH

LAMPIRAN II.1 - PENJABARAN PENYUSUNAN KELEMBAGAAN

Langkah pertama implementasi Roadmap Mitigasi dan Adaptasi Subsiden Tanah di wilayah Jawa Tengah (Jateng) adalah melakukan pembentukan kelembagaan yang saat ini belum ada. Pembentukan kelembagaan menjadi langkah awal yang sangat penting karena kegiatan mitigasi dan adaptasi subsiden tanah akan menjadi tanggung jawab dan wewenang lembaga yang akan terbentuk. Selain itu, kegiatan mitigasi dan adaptasi bencana subsiden tanah di Indonesia, khususnya di wilayah Jateng masih

terabaikan karena faktanya kelembagaan yang berwenang untuk menyusun program terkait subsiden tanah masih belum terbentuk. Sehingga sangat jelas kebutuhan akan pembentukan kelembagaan ini. Jika melihat pada tingkat kekuatannya, maka BAPPEDA Provinsi Jawa Tengah dapat menjadi koordinator lembaga mitigasi dan adaptasi subsiden tanah dan bencana terkait di wilayah Jateng.

Tabel Lampiran II.1

Penjabaran langkah pertama roadmap terkait pembentukan Kelembagaan Mitigasi dan Adaptasi subsiden tanah (Subsiden Tanah) wilayah Provinsi Jawa Tengah (Jateng)

TAHUN	BENTUK KEGIATAN	DASAR HUKUM	LEMBAGA	ANGGARAN	KETERANGAN LAIN
2021	Memasukan bencana subsiden tanah dan banjir rob ke dalam revisi Undang-Undang Kebencanaan Nomor 24 tahun 2007 Penyusunan Peraturan Teknis terkait Rencana Aksi (RENAKSI) Mitigasi dan Adaptasi Subsiden Tanah di wilayah Jawa Tengah (Jateng)	Akan dielaborasi	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran sekitar 500 juta rupiah	Saat ini dapat disimpulkan bahwa beberapa implementasi dari upaya penanganan risiko bencana subsiden tanah masih terbentur dengan masalah regulasi. Secara tegas dapat dikatakan bahwa tanpa regulasi tidak akan ada program. Faktanya, bencana subsiden tanah belum masuk ke dalam kategori bencana menurut UU kebencanaan Nomor 24 tahun 2007 beserta Peraturan Perundangan Turunannya. Hingga saat ini belum ada program manajemen bencana dan anggaran terkait subsiden tanah. Hal ini disebabkan karena belum ada regulasi terkait dengan subsiden tanah.
2022	Penyusunan Peraturan Teknis terkait Rencana Aksi (RENAKSI) Mitigasi dan Adaptasi Subsiden Tanah di wilayah Jawa Tengah (Jateng) (LANJUTAN).	Akan dielaborasi	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran sekitar 500 juta rupiah	Untuk melaksanakan amanah dari Undang-Undang yang bersifat normatif, maka harus disusun peraturan teknis di bawahnya. Peraturan teknis harus disusun dengan seksama, jangan sampai kembali terbentur dengan permasalahan eksekusi. Sebagai contoh, saat ini belum ada regulasi yang mengatur tentang pemetaan bahaya dalam skala besar. Atau, sebenarnya peta tematik bahaya tidak boleh mengikuti skala peta karena dimungkinkan akan terjadi aliansing.
2023	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2023
2024	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2024
2025	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2025

TAHUN	BENTUK KEGIATAN	DASAR HUKUM	LEMBAGA	ANGGARAN	KETERANGAN LAIN
2025	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2025
2026	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2026
2027	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2027
2028	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2028
2029	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2029
2030	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2030

LAMPIRAN II.2 PENJABARAN PENYUSUNAN REGULASI

Skenario kedua dari Roadmap Mitigasi dan Adaptasi Subsiden Tanah di wilayah Jawa Tengah (Jateng) adalah melakukan penyusunan regulasi-regulasi yang membantu implementasi aksi. Saat ini dapat disimpulkan bahwa beberapa upaya untuk menangani risiko bencana subsiden tanah masih terbentur dengan masalah regulasi. Tanpa regulasi

tidak akan ada program. Tanpa adanya program, maka secara otomatis tidak akan ada penganggaran. Hal-hal terkait penjabaran Penyusunan Regulasi secara lengkap dapat dilihat pada tabel di bawah ini;

Tabel Lampiran II.2

Penjabaran Penyusunan Regulasi Mitigasi dan Adaptasi subsiden tanah (Subsiden Tanah) wilayah Jawa Tengah

TAHUN	BENTUK KEGIATAN	DASAR HUKUM	LEMBAGA	ANGGARAN	KETERANGAN LAIN
2021	Memasukan bencana subsiden tanah dan banjir rob ke dalam r e v i s i Undang-Undang Kebencanaan Nomor 24 tahun 2007 P e n y u s u n a n Peraturan Teknis terkait Rencana Aksi (RENAKSI) Mitigasi dan Adaptasi Subsiden Tanah di wilayah Jawa Tengah (Jateng)	Akan dielaborasi	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran sekitar 500 juta rupiah	Saat ini dapat disimpulkan bahwa beberapa implementasi dari upaya penanganan risiko bencana subsiden tanah masih terbentur dengan masalah regulasi. Secara tegas dapat dikatakan bahwa tanpa regulasi tidak akan ada program. Faktanya, bencana subsiden tanah belum masuk ke dalam kategori bencana menurut UU kebencanaan Nomor 24 tahun 2007 beserta Peraturan Perundangan Turunannya. Hingga saat ini belum ada program manajemen bencana dan anggaran terkait subsiden tanah. Hal ini disebabkan karena belum ada regulasi terkait dengan subsiden tanah.
2022	P e n y u s u n a n Peraturan Teknis terkait Rencana Aksi (RENAKSI) Mitigasi dan Adaptasi Subsiden Tanah di wilayah Jawa Tengah (Jateng) (LANJUTAN).	Akan dielaborasi	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran sekitar 500 juta rupiah	Untuk melaksanakan amanah dari Undang-Undang yang bersifat normatif, maka harus disusun peraturan teknis di bawahnya. Peraturan teknis harus disusun dengan seksama, jangan sampai kembali terbentur dengan permasalahan eksekusi. Sebagai contoh, saat ini belum ada regulasi yang mengatur tentang pemetaan bahaya dalam skala besar. Atau, sebenarnya peta tematik bahaya tidak boleh mengikuti skala peta karena dimungkinkan akan terjadi aliasing.
2023	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2023
2024	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2024

TAHUN	BENTUK KEGIATAN	DASAR HUKUM	LEMBAGA	ANGGARAN	KETERANGAN LAIN
2025	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2025
2026	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2026
2027	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2027
2028	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2028
2029	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2029
2030	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2030

LAMPIRAN II.3 PENJABARAN PENYUSUNAN PROGRAM DAN ANGGARAN

Skenario ketiga dari Roadmap Mitigasi dan Adaptasi Subsiden Tanah di wilayah Jawa Tengah (Jateng) adalah melakukan penyusunan program dan anggaran yang merupakan syarat mutlak dalam implementasi aksi. Saat ini dapat disimpulkan bahwa beberapa upaya implementasi penanganan risiko bencana subsiden tanah masih terbentur pada masalah

program dan anggaran. Hal ini dipengaruhi oleh masalah regulasi. Tanpa regulasi maka tidak akan ada program. Tanpa program maka secara otomatis tidak akan ada penganggaran. Hal-hal terkait penjabaran Penyusunan Program dan Anggaran secara lengkap dapat dilihat pada tabel di bawah ini;

Tabel Lampiran II.3
Penjabaran Penyusunan Program dan Anggaran Mitigasi dan Adaptasi Subsiden Tanah di wilayah Jawa Tengah

TAHUN	BENTUK KEGIATAN	DASAR HUKUM	LEMBAGA	ANGGARAN	KETERANGAN LAIN
2021	Melakukan upaya untuk memasukan program mitigasi dan adaptasi subsiden tanah di wilayah Jawa Tengah (Jateng) ke dalam RPJMN dan RPJMD Menyusun anggaran program mitigasi dan adaptasi subsiden tanah di wilayah Jawa Tengah (Jateng)	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang terbentuk, berkoordinasi dengan BAPPENAS dan BAPPEDA	Estimasi anggaran sekitar 500 juta rupiah	Program adaptasi dan mitigasi subsiden tanah di Provinsi Jawa Tengah (Jateng) mendesak untuk dapat dimasukkan ke dalam RPJMN dan RPJMD. Apabila program tersebut sudah masuk ke dalam RPJMN dan RPJMD, maka tahapan selanjutnya adalah penyusunan skenario penganggaran program tersebut.
2022	Menyusun anggaran program mitigasi dan adaptasi subsiden tanah di wilayah Jawa Tengah (Jateng) (LANJUTAN)	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang terbentuk, berkoordinasi dengan BAPPENAS dan BAPPEDA	Estimasi anggaran sekitar 500 juta rupiah	Program adaptasi dan mitigasi subsiden tanah di Provinsi Jawa Tengah (Jateng) mendesak untuk dapat dimasukkan ke dalam RPJMN dan RPJMD. Apabila program tersebut sudah masuk ke dalam RPJMN dan RPJMD, maka tahapan selanjutnya adalah penyusunan skenario penganggaran program tersebut.
2023	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2023
2024	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2024
2025	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2025
2026	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2026
2027	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2027
2028	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2028
2029	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2029
2030	Evaluasi dan pembaruan regulasi jika diperlukan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk	Estimasi anggaran 250 juta hingga 500 juta rupiah	2030

LAMPIRAN II.4 PENJABARAN PELAKSANAAN MONITORING

Skenario keempat dari Roadmap Mitigasi dan Adaptasi Subsiden Tanah di wilayah Jawa tengah (Jateng) adalah melaksanakan program monitoring. Sukses atau tidaknya implementasi upaya mitigasi dan adaptasi subsiden

tanah akan tercermin dari hasil program monitoring dan early warning. Hal-hal terkait penjabaran pelaksanaan monitoring secara lengkap dapat dilihat pada tabel di bawah ini;

Tabel Lampiran II.4
Penjabaran Pelaksanaan Monitoring Mitigasi dan Adaptasi Subsiden Tanah di wilayah Jawa Tengah

TAHUN	BENTUK KEGIATAN	DASAR HUKUM	LEMBAGA	ANGGARAN	KETERANGAN LAIN
2021-2030	Pelaksanaan monitoring subsiden tanah di wilayah Semarang	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkolaborasi dengan Badan Informasi Geospasial (BIG), Badan Geologi Kementerian ESDM, dan stakeholder terkait lainnya	Sekitar 40-50 Milyar Rupiah per 5 tahun untuk satu kawasan (meliputi kabupaten/Kota atau Aglomerasi)	Pelaksanaan monitoring harus melibatkan teknologi geodetik dan geofisik serta kombinasi diantaranya. Teknologi geodetik yang harus digunakan diantaranya GNSS CORS dan campaign, kemudian pemanfaatan data InSAR. Metode geofisik diantaranya melalui pembangunan groundwater well monitoring, dan pembangunan extensometer. Kombinasi teknologi yang saat ini menjadi referensi di Amerika yaitu berupa GNSS Extensometer.
2022-2030	Pelaksanaan monitoring subsiden tanah di wilayah Pekalongan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkolaborasi dengan Badan Informasi Geospasial (BIG), Badan Geologi Kementerian ESDM, dan stakeholder terkait lainnya	Sekitar 40-50 Milyar Rupiah per 5 tahun untuk satu kawasan (meliputi kabupaten/Kota atau Aglomerasi)	Pelaksanaan monitoring harus melibatkan teknologi geodetik dan geofisik serta kombinasi diantaranya. Teknologi geodetik yang harus digunakan diantaranya GNSS CORS dan campaign, kemudian pemanfaatan data InSAR. Metode geofisik diantaranya melalui pembangunan groundwater well monitoring, dan pembangunan extensometer. Kombinasi teknologi yang saat ini menjadi referensi di Amerika yaitu berupa GNSS Extensometer.
2023-2030	Pelaksanaan monitoring subsiden tanah di wilayah Demak	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkolaborasi dengan Badan Informasi Geospasial (BIG), Badan Geologi Kementerian ESDM, dan stakeholder terkait lainnya	Sekitar 40-50 Milyar Rupiah per 5 tahun untuk satu kawasan (meliputi kabupaten/Kota atau Aglomerasi)	Pelaksanaan monitoring harus melibatkan teknologi geodetik dan geofisik serta kombinasi diantaranya. Teknologi geodetik yang harus digunakan diantaranya GNSS CORS dan campaign, kemudian pemanfaatan data InSAR. Metode geofisik diantaranya melalui pembangunan groundwater well monitoring, dan pembangunan extensometer. Kombinasi teknologi yang saat ini menjadi referensi di Amerika yaitu berupa GNSS Extensometer.

TAHUN	BENTUK KEGIATAN	DASAR HUKUM	LEMBAGA	ANGGARAN	KETERANGAN LAIN
2024-2030	Pelaksanaan monitoring subsidi tanah di Wilayah Tegal	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkolaborasi dengan Badan Informasi Geospasial (BIG), Badan Geologi Kementerian ESDM, dan stakeholder terkait lainnya	Sekitar 40-50 Milyar Rupiah per 5 tahun untuk satu kawasan (meliputi kabupaten/Kota atau Aglomerasi)	Pelaksanaan monitoring harus melibatkan teknologi geodetik dan geofisik serta kombinasi diantaranya. Teknologi geodetik yang harus digunakan diantaranya GNSS CORS dan campaign, kemudian pemanfaatan data InSAR. Metode geofisik diantaranya melalui pembangunan groundwater well monitoring, dan pembangunan extensometer. Kombinasi teknologi yang saat ini menjadi referensi di Amerika yaitu berupa GNSS Extensometer.
2025-2030	Pelaksanaan monitoring subsidi tanah di wilayah Brebes	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkolaborasi dengan Badan Informasi Geospasial (BIG), Badan Geologi Kementerian ESDM, dan stakeholder terkait lainnya	Sekitar 40-50 Milyar Rupiah per 5 tahun untuk satu kawasan (meliputi kabupaten/Kota atau Aglomerasi)	Pelaksanaan monitoring harus melibatkan teknologi geodetik dan geofisik serta kombinasi diantaranya. Teknologi geodetik yang harus digunakan diantaranya GNSS CORS dan campaign, kemudian pemanfaatan data InSAR. Metode geofisik diantaranya melalui pembangunan groundwater well monitoring, dan pembangunan extensometer. Kombinasi teknologi yang saat ini menjadi referensi di Amerika yaitu berupa GNSS Extensometer.
2026-2030	Pelaksanaan monitoring subsidi tanah di wilayah Batang	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkolaborasi dengan Badan Informasi Geospasial (BIG), Badan Geologi Kementerian ESDM, dan stakeholder terkait lainnya	Sekitar 40-50 Milyar Rupiah per 5 tahun untuk satu kawasan (meliputi kabupaten/Kota atau Aglomerasi)	Pelaksanaan monitoring harus melibatkan teknologi geodetik dan geofisik serta kombinasi diantaranya. Teknologi geodetik yang harus digunakan diantaranya GNSS CORS dan campaign, kemudian pemanfaatan data InSAR. Metode geofisik diantaranya melalui pembangunan groundwater well monitoring, dan pembangunan extensometer. Kombinasi teknologi yang saat ini menjadi referensi di Amerika yaitu berupa GNSS Extensometer.
2026-2030	Pelaksanaan monitoring subsidi tanah di wilayah lain di Jawa tengah (Jateng) yang mengalami subsidi tanah.	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkolaborasi dengan Badan Informasi Geospasial (BIG), Badan Geologi Kementerian ESDM, dan stakeholder terkait lainnya	Sekitar 40-50 Milyar Rupiah per 5 tahun untuk satu kawasan (meliputi kabupaten/Kota atau Aglomerasi)	Pelaksanaan monitoring harus melibatkan teknologi geodetik dan geofisik serta kombinasi diantaranya. Teknologi geodetik yang harus digunakan diantaranya GNSS CORS dan campaign, kemudian pemanfaatan data InSAR. Metode geofisik diantaranya melalui pembangunan groundwater well monitoring, dan pembangunan extensometer. Kombinasi teknologi yang saat ini menjadi referensi di Amerika yaitu berupa GNSS Extensometer.

LAMPIRAN II.5 PENJABARAN PELAKSANAAN PERINGATAN DINI

Bagian kelima dari Roadmap Mitigasi dan Adaptasi subsiden tanah di wilayah Jawa Tengah (Jateng) adalah melaksanakan program sistem peringatan dini (early warning system). Kesuksesan implementasi upaya mitigasi dan adaptasi subsiden tanah akan tercermin dari hasil program

monitoring serta sistem peringatan dini. Hal-hal terkait penjabaran pelaksanaan sistem peringatan dini secara lengkap dapat dilihat pada tabel di bawah ini;

Tabel Lampiran II.5
Penjabaran Pelaksanaan Peringatan Dini Mitigasi dan Adaptasi subsiden tanah di wilayah Jawa Tengah

TAHUN	BENTUK KEGIATAN	DASAR HUKUM	LEMBAGA	ANGGARAN	KETERANGAN LAIN
2021-2030	Pelaksanaan peringatan dini subsiden tanah di wilayah Semarang	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkolaborasi dengan Badan Informasi Geospasial (BIG), Badan Geologi Kementerian ESDM, dan stakeholder terkait lainnya	Sekitar 10-20 Milyar Rupiah per 5 tahun untuk satu kawasan (meliputi kabupaten/Kota atau Aglomerasi)	Data dan informasi hasil monitoring yang melibatkan teknologi geodetik (GNSS CORS dan campaign, kemudian pemanfaatan data InSAR) dan geofisik serta kombinasi diantaranya (GNSS Extensometer) adalah data dan informasi yang diperlukan dalam analisis dan early warning. Early Warning System akan dibangun dengan perangkat Geo-Information Technology. Data dan informasi akan dikemas secara realtime melalui telemetri dan lain-lain.
2022-2030	Pelaksanaan peringatan dini subsiden tanah di wilayah Pekalongan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkolaborasi dengan Badan Informasi Geospasial (BIG), Badan Geologi Kementerian ESDM, dan stakeholder terkait lainnya	Sekitar 10-20 Milyar Rupiah per 5 tahun untuk satu kawasan (meliputi kabupaten/Kota atau Aglomerasi)	Data dan informasi hasil monitoring yang melibatkan teknologi geodetik (GNSS CORS dan campaign, kemudian pemanfaatan data InSAR) dan geofisik serta kombinasi diantaranya (GNSS Extensometer) adalah data dan informasi yang diperlukan dalam analisis dan early warning. Early Warning System akan dibangun dengan perangkat Geo-Information Technology. Data dan informasi akan dikemas secara realtime melalui telemetri dan lain-lain.
2023-2030	Pelaksanaan peringatan dini subsiden tanah di wilayah Demak	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkolaborasi dengan Badan Informasi Geospasial (BIG), Badan Geologi Kementerian ESDM, dan stakeholder terkait lainnya	Sekitar 10-20 Milyar Rupiah per 5 tahun untuk satu kawasan (meliputi kabupaten/Kota atau Aglomerasi)	Data dan informasi hasil monitoring yang melibatkan teknologi geodetik (GNSS CORS dan campaign, kemudian pemanfaatan data InSAR) dan geofisik serta kombinasi diantaranya (GNSS Extensometer) adalah data dan informasi yang diperlukan dalam analisis dan early warning. Early Warning System akan dibangun dengan perangkat Geo-Information Technology. Data dan informasi akan dikemas secara realtime melalui telemetri dan lain-lain.

TAHUN	BENTUK KEGIATAN	DASAR HUKUM	LEMBAGA	ANGGARAN	KETERANGAN LAIN
2024-2030	Pelaksanaan dini subsidi tanah di wilayah Tegal	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkolaborasi dengan Badan Informasi Geospasial (BIG), Badan Geologi Kementerian ESDM, dan stakeholder terkait lainnya	Sekitar 10-20 Milyar Rupiah per 5 tahun untuk satu kawasan (meliputi kabupaten/Kota atau Aglomerasi)	Data dan informasi hasil monitoring yang melibatkan teknologi geodetik (GNSS CORS dan campaign, kemudian pemanfaatan data InSAR) dan geofisik serta kombinasi diantaranya (GNSS Extensometer) adalah data dan informasi yang diperlukan dalam analisis dan early warning. Early Warning System akan dibangun dengan perangkat Geo-Information Technology. Data dan informasi akan dikemas secara realtime melalui telemetri dan lain-lain.
2025-2030	Pelaksanaan dini subsidi tanah di wilayah Brebes	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkolaborasi dengan Badan Informasi Geospasial (BIG), Badan Geologi Kementerian ESDM, dan stakeholder terkait lainnya	Sekitar 10-20 Milyar Rupiah per 5 tahun untuk satu kawasan (meliputi kabupaten/Kota atau Aglomerasi)	Data dan informasi hasil monitoring yang melibatkan teknologi geodetik (GNSS CORS dan campaign, kemudian pemanfaatan data InSAR) dan geofisik serta kombinasi diantaranya (GNSS Extensometer) adalah data dan informasi yang diperlukan dalam analisis dan early warning. Early Warning System akan dibangun dengan perangkat Geo-Information Technology. Data dan informasi akan dikemas secara realtime melalui telemetri dan lain-lain.
2026-2030	Pelaksanaan monitoring subsidi tanah di wilayah Batang	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkolaborasi dengan Badan Informasi Geospasial (BIG), Badan Geologi Kementerian ESDM, dan stakeholder terkait lainnya	Sekitar 10-20 Milyar Rupiah per 5 tahun untuk satu kawasan (meliputi kabupaten/Kota atau Aglomerasi)	Data dan informasi hasil monitoring yang melibatkan teknologi geodetik (GNSS CORS dan campaign, kemudian pemanfaatan data InSAR) dan geofisik serta kombinasi diantaranya (GNSS Extensometer) adalah data dan informasi yang diperlukan dalam analisis dan early warning. Early Warning System akan dibangun dengan perangkat Geo-Information Technology. Data dan informasi akan dikemas secara realtime melalui telemetri dan lain-lain.
2027-2030	Pelaksanaan dini subsidi tanah di wilayah lain di Jawa Tengah (Jateng) yang mengalami subsidi tanah	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkolaborasi dengan Badan Informasi Geospasial (BIG), Badan Geologi Kementerian ESDM, dan stakeholder terkait lainnya	Sekitar 10-20 Milyar Rupiah per 5 tahun untuk satu kawasan (meliputi kabupaten/Kota atau Aglomerasi)	Data dan informasi hasil monitoring yang melibatkan teknologi geodetik (GNSS CORS dan campaign, kemudian pemanfaatan data InSAR) dan geofisik serta kombinasi diantaranya (GNSS Extensometer) adalah data dan informasi yang diperlukan dalam analisis dan early warning. Early Warning System akan dibangun dengan perangkat Geo-Information Technology. Data dan informasi akan dikemas secara realtime melalui telemetri dan lain-lain.

LAMPIRAN II.6 PENJABARAN PEMETAAN DAN ANALISIS RISIKO SUBSIDEN TANAH

Strategi keenam dari Roadmap Mitigasi dan Adaptasi subsidi tanah di wilayah Jawa Tengah (Jateng) adalah melaksanakan pemetaan dan analisis risiko subsidi tanah. Tingkat risiko akan sangat berpengaruh terhadap efektifitas serta efisiensi pelaksanaan upaya mitigasi dan

Adaptasi bencana subsidi tanah. Hal-hal terkait penjabaran pemetaan dan analisis risiko subsidi tanah secara lengkap dapat dilihat pada tabel di bawah ini;

Tabel Lampiran II.6

Penjabaran Pemetaan dan Analisis Risiko Subsiden Tanah di wilayah Jawa Tengah

TAHUN	BENTUK KEGIATAN	DASAR HUKUM	LEMBAGA	ANGGARAN	KETERANGAN LAIN
2021	Pemetaan dan analisis risiko subsidi tanah di wilayah Semarang	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkoordinasi dengan BNPB atau BPBD yang didukung para wali data.	Sekitar 1-2 Milyar Rupiah tergantung existing data untuk 1 kabupaten/Kota)	
2022	Pemetaan dan analisis risiko subsidi tanah di wilayah Pekalongan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkoordinasi dengan BNPB atau BPBD yang didukung para wali data.	Sekitar 1-2 Milyar Rupiah tergantung existing data untuk 1 kabupaten/Kota)	
2023	Pemetaan dan analisis risiko subsidi tanah di wilayah Demak dan Tegal	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkoordinasi dengan BNPB atau BPBD yang didukung para wali data.	Sekitar 1-2 Milyar Rupiah tergantung existing data untuk 1 kabupaten/Kota)	
2024	Pemetaan dan analisis risiko subsidi tanah di wilayah Brebes dan Batang	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkoordinasi dengan BNPB atau BPBD yang didukung para wali data.	Sekitar 1-2 Milyar Rupiah tergantung existing data untuk 1 kabupaten/Kota)	
2025	Pemetaan dan analisis risiko subsidi tanah di wilayah Jawa Tengah lainnya yang mengalami subsidi tanah	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkoordinasi dengan BNPB atau BPBD yang didukung para wali data.	Sekitar 1-2 Milyar Rupiah tergantung existing data untuk 1 kabupaten/Kota)	
2026	Updating Pemetaan dan analisis risiko subsidi tanah di wilayah Semarang	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkoordinasi dengan BNPB atau BPBD yang didukung para wali data.	Sekitar 1-2 Milyar Rupiah tergantung existing data untuk 1 kabupaten/Kota)	Nilai risiko sifatnya dinamis, maka dari itu perlu dilakukan upaya updating
2027	Updating Pemetaan dan analisis risiko subsidi tanah di wilayah Pekalongan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkoordinasi dengan BNPB atau BPBD yang didukung para wali data.	Sekitar 1-2 Milyar Rupiah tergantung existing data untuk 1 kabupaten/Kota)	
2028	Updating Pemetaan dan analisis risiko subsidi tanah di wilayah Demak dan Tegal	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkoordinasi dengan BNPB atau BPBD yang didukung para wali data.	Sekitar 1-2 Milyar Rupiah tergantung existing data untuk 1 kabupaten/Kota)	
2029	Updating Pemetaan dan analisis risiko subsidi tanah di wilayah Brebes dan Batang	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkoordinasi dengan BNPB atau BPBD yang didukung para wali data.	Sekitar 1-2 Milyar Rupiah tergantung existing data untuk 1 kabupaten/Kota)	
2030	Updating Pemetaan dan analisis risiko subsidi tanah di wilayah Jawa Tengah lainnya yang mengalami subsidi tanah	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk berkoordinasi dengan BNPB atau BPBD yang didukung para wali data.	Sekitar 1-2 Milyar Rupiah tergantung existing data untuk 1 kabupaten/Kota)	

LAMPIRAN II.7 PENJABARAN PELAKSANAAN UPAYA ADAPTASI (SHORT TERM MEASURE)

Strategi ketujuh dari Roadmap Mitigasi dan Adaptasi Subsiden Tanah di wilayah Jawa Tengah (Jateng) adalah melaksanakan program adaptasi atau short term measure seperti Pembuatan Tanggul, BWN, dan lain-lain. Langkah-langkah tersebut adalah upaya yang harus segera dilaksanakan

tetapi bersifat sementara untuk mengurangi bencana subsiden yang telah terjadi. Hal-hal terkait penjabaran pelaksanaan adaptasi atau short term measure secara lengkap dapat dilihat pada tabel di bawah ini;

Tabel Lampiran II.7
Penjabaran Pelaksanaan Adaptasi atau short term measure bencana Subsiden Tanah di wilayah Jawa Tengah

TAHUN	BENTUK KEGIATAN	DASAR HUKUM	LEMBAGA	ANGGARAN	KETERANGAN LAIN
2021-2030	Pelaksanaan Adaptasi atau short term measure bencana subsiden tanah di wilayah Semarang, berupa pembuatan tanggul, perbaikan infrastruktur pesisir dan lain-lain	Akan dielaborasi dan diupdate kemudian	Kolaborasi antara Kementerian PUPR dengan KLHK dan beberapa Kelembagaan terkait infrastruktur dan lingkungan, serta tenaga ahli supervisi dari Lembaga Mitigasi Adaptasi subsiden tanah yang dibentuk	Estimasi sekitar 1 hingga 100 Triliun Rupiah per kawasan tergantung kompleksitas kawasan dan desain Adaptasi	Cara lazim dalam melaksanakan Adaptasi atau short term measure terkait bencana subsiden tanah adalah dengan membuat tanggul pantai atau laut, memperbaiki infrastruktur pesisir (meninggikan jalan, jembatan, meninggikan bangunan dan lain-lain). Di beberapa kasus dimana subsiden tanah tidak terlalu besar lajunya, maka upaya BWN (Building With Nature) seperti upaya catching sediment dan mangrove mungkin dapat dilakukan.
2022-2030	Pelaksanaan Adaptasi atau short term measure bencana subsiden tanah di wilayah Pekalongan, berupa pembuatan tanggul, perbaikan infrastruktur pesisir dan lain-lain	Akan dielaborasi dan diupdate kemudian	Kolaborasi antara Kementerian PUPR dengan KLHK dan beberapa Kelembagaan terkait infrastruktur dan lingkungan, serta tenaga ahli supervisi dari Lembaga Mitigasi Adaptasi subsiden tanah yang dibentuk	Estimasi sekitar 1 hingga 100 Triliun Rupiah per kawasan tergantung kompleksitas kawasan dan desain Adaptasi	Cara lazim dalam melaksanakan Adaptasi atau short term measure terkait bencana subsiden tanah adalah dengan membuat tanggul pantai atau laut, memperbaiki infrastruktur pesisir (meninggikan jalan, jembatan, meninggikan bangunan dan lain-lain). Di beberapa kasus dimana subsiden tanah tidak terlalu besar lajunya, maka upaya BWN (Building With Nature) seperti upaya catching sediment dan mangrove mungkin dapat dilakukan.
2023-2030	Pelaksanaan Adaptasi atau short term measure bencana subsiden tanah di wilayah Demak, berupa pembuatan tanggul, perbaikan infrastruktur pesisir dan lain-lain	Akan dielaborasi dan diupdate kemudian	Kolaborasi antara Kementerian PUPR dengan KLHK dan beberapa Kelembagaan terkait infrastruktur dan lingkungan, serta tenaga ahli supervisi dari Lembaga Mitigasi Adaptasi subsiden tanah yang dibentuk	Estimasi sekitar 1 hingga 100 Triliun Rupiah per kawasan tergantung kompleksitas kawasan dan desain Adaptasi	Cara lazim dalam melaksanakan Adaptasi atau short term measure terkait bencana subsiden tanah adalah dengan membuat tanggul pantai atau laut, memperbaiki infrastruktur pesisir (meninggikan jalan, jembatan, meninggikan bangunan dan lain-lain). Di beberapa kasus dimana subsiden tanah tidak terlalu besar lajunya, maka upaya BWN (Building With Nature) seperti upaya catching sediment dan mangrove mungkin dapat dilakukan.

TAHUN	BENTUK KEGIATAN	DASAR HUKUM	LEMBAGA	ANGGARAN	KETERANGAN LAIN
2024-2030	Pelaksanaan Adaptasi atau short term measure bencana subsidi tanah di wilayah Tegal, berupa pembuatan tanggul, perbaikan infrastruktur pesisir dan lain-lain	Akan dielaborasi dan dupdate kemudian	Kolaborasi antara Kementerian PUPR dengan KLHK dan beberapa Kelembagaan terkait infrastruktur dan lingkungan, serta tenaga ahli supervisi dari Lembaga Mitigasi Adaptasi subsidi tanah yang dibentuk	Estimasi sekitar 1 hingga 100 Triliun Rupiah per kawasan tergantung kompleksitas kawasan dan desain Adaptasi	Cara lazim dalam melaksanakan Adaptasi atau short term measure terkait bencana subsidi tanah adalah dengan membuat tanggul pantai atau laut, memperbaiki infrastruktur pesisir (meninggikan jalan, jembatan, meninggikan bangunan dan lain-lain). Di beberapa kasus dimana subsidi tanah tidak terlalu besar lajunya, maka upaya BWN (Building With Nature) seperti upaya catching sediment dan mangrove mungkin dapat dilakukan.
2025-2030	Pelaksanaan Adaptasi atau short term measure bencana subsidi tanah di wilayah Brebes, berupa pembuatan tanggul, perbaikan infrastruktur pesisir dan lain-lain	Akan dielaborasi dan dupdate kemudian	Kolaborasi antara Kementerian PUPR dengan KLHK dan beberapa Kelembagaan terkait infrastruktur dan lingkungan, serta tenaga ahli supervisi dari Lembaga Mitigasi Adaptasi subsidi tanah yang dibentuk	Estimasi sekitar 1 hingga 100 Triliun Rupiah per kawasan tergantung kompleksitas kawasan dan desain Adaptasi	Cara lazim dalam melaksanakan Adaptasi atau short term measure terkait bencana subsidi tanah adalah dengan membuat tanggul pantai atau laut, memperbaiki infrastruktur pesisir (meninggikan jalan, jembatan, meninggikan bangunan dan lain-lain). Di beberapa kasus dimana subsidi tanah tidak terlalu besar lajunya, maka upaya BWN (Building With Nature) seperti upaya catching sediment dan mangrove mungkin dapat dilakukan.
2026-2030	Pelaksanaan Adaptasi atau short term measure bencana subsidi tanah di wilayah Batang, berupa pembuatan tanggul, perbaikan infrastruktur pesisir dan lain-lain	Akan dielaborasi dan dupdate kemudian	Kolaborasi antara Kementerian PUPR dengan KLHK dan beberapa Kelembagaan terkait infrastruktur dan lingkungan, serta tenaga ahli supervisi dari Lembaga Mitigasi Adaptasi subsidi tanah yang dibentuk	Estimasi sekitar 1 hingga 100 Triliun Rupiah per kawasan tergantung kompleksitas kawasan dan desain Adaptasi	Cara lazim dalam melaksanakan Adaptasi atau short term measure terkait bencana subsidi tanah adalah dengan membuat tanggul pantai atau laut, memperbaiki infrastruktur pesisir (meninggikan jalan, jembatan, meninggikan bangunan dan lain-lain). Di beberapa kasus dimana subsidi tanah tidak terlalu besar lajunya, maka upaya BWN (Building With Nature) seperti upaya catching sediment dan mangrove mungkin dapat dilakukan.
2027-2030	Pelaksanaan Adaptasi atau short term measure bencana subsidi tanah di wilayah Jawa Tengah (Jateng) lainnya yang mengalami subsidi tanah, berupa pembuatan tanggul, perbaikan infrastruktur pesisir dan lain-lain	Akan dielaborasi dan dupdate kemudian	Kolaborasi antara Kementerian PUPR dengan KLHK dan beberapa Kelembagaan terkait infrastruktur dan lingkungan, serta tenaga ahli supervisi dari Lembaga Mitigasi Adaptasi subsidi tanah yang dibentuk	Estimasi sekitar 1 hingga 100 Triliun Rupiah per kawasan tergantung kompleksitas kawasan dan desain Adaptasi	Cara lazim dalam melaksanakan Adaptasi atau short term measure terkait bencana subsidi tanah adalah dengan membuat tanggul pantai atau laut, memperbaiki infrastruktur pesisir (meninggikan jalan, jembatan, meninggikan bangunan dan lain-lain). Di beberapa kasus dimana subsidi tanah tidak terlalu besar lajunya, maka upaya BWN (Building With Nature) seperti upaya catching sediment dan mangrove mungkin dapat dilakukan.

LAMPIRAN II.8 PENJABARAN PELAKSANAAN UPAYA MITIGASI (LONG TERM MEASURE): MANAJEMEN AIR DAN LAHAN (WATER AND LAND MANAGEMENT)

Bagian kedelapan dari Roadmap Mitigasi dan Adaptasi Subsiden Tanah di Wilayah Jawa Tengah (Jateng) adalah melaksanakan program mitigasi (long term measure). Upaya ini merupakan solusi jangka panjang untuk

mengurangi secara maksimal bencana subsiden tanah yang telah terjadi. Hal-hal terkait penjabaran pelaksanaan mitigasi (long term measure) secara lengkap dapat dilihat pada tabel di bawah ini;

Tabel Lampiran II.8
Penjabaran Pelaksanaan Mitigasi (long term measure) Bencana Subsiden Tanah di Wilayah Jawa Tengah

TAHUN	BENTUK KEGIATAN	DASAR HUKUM	LEMBAGA	ANGGARAN	KETERANGAN LAIN
2021-2030	Pelaksanaan Mitigasi atau Long Term measure bencana subsiden tanah di wilayah Semarang, berupa Sistem manajemen air dan lahan (Water and Land Management System)	Akan dielaborasi dan diupdate kemudian	Kolaborasi antara Kementerian PUPR dengan Kementerian ATR/BPN dan beberapa Kelembagaan terkait infrastruktur dan Tata Ruang, serta tenaga ahli supervisi dari Lembaga Mitigasi Adaptasi subsiden tanah yang dibentuk	Estimasi sekitar 1 hingga 200 Triliun Rupiah per k a w a s a n t e r g a n t u n g k o m p l e k s i t a s kawasan dan desain Mitigasi	Cara lazim dalam melaksanakan Mitigasi atau Long term measure terkait bencana subsiden tanah adalah dengan Melakukan Sistem Manajemen Air dan Lahan (Water and Land Management System). Terkait pengelolaan air (water management) dapat dilakukan dengan cara substitusi air tanah dengan air permukaan, rain water harvesting, water recycling desalinasi, artificial recharge, dan lain-lain. Terkait manajemen lahan (land management) dapat dilakukan dengan cara melaksanakan sinkronisasi antara tata ruang dengan kebutuhan dan ketersediaan air
2022-2030	Pelaksanaan Mitigasi atau Long Term measure bencana subsiden tanah di wilayah Pekalongan, berupa Sistem manajemen air dan lahan (Water and Land Management System)	Akan dielaborasi dan diupdate kemudian	Kolaborasi antara Kementerian PUPR dengan Kementerian ATR/BPN dan beberapa Kelembagaan terkait infrastruktur dan Tata Ruang, serta tenaga ahli supervisi dari Lembaga Mitigasi Adaptasi subsiden tanah yang dibentuk	Estimasi sekitar 1 hingga 200 Triliun Rupiah per k a w a s a n t e r g a n t u n g k o m p l e k s i t a s kawasan dan desain Mitigasi	Cara lazim dalam melaksanakan Mitigasi atau Long term measure terkait bencana subsiden tanah adalah dengan Melakukan Sistem Manajemen Air dan Lahan (Water and Land Management System). Terkait pengelolaan air (water management) dapat dilakukan dengan cara substitusi air tanah dengan air permukaan, rain water harvesting, water recycling desalinasi, artificial recharge, dan lain-lain. Terkait manajemen lahan (land management) dapat dilakukan dengan cara melaksanakan sinkronisasi antara tata ruang dengan kebutuhan dan ketersediaan air.

TAHUN	BENTUK KEGIATAN	DASAR HUKUM	LEMBAGA	ANGGARAN	KETERANGAN LAIN
2023-2030	Pelaksanaan Mitigasi atau Long Term measure bencana subsiden tanah di wilayah Demak, berupa Sistem manajemen air dan lahan (Water and Land Management System)	Akan dielaborasi dan diupdate kemudian	Kolaborasi antara Kementerian PUPR dengan Kementerian ATR/BPN dan beberapa Kelembagaan terkait infrastruktur dan Tata Ruang, serta tenaga ahli supervisi dari Lembaga Mitigasi Adaptasi subsiden tanah yang dibentuk	Estimasi sekitar 1 hingga 200 Triliun Rupiah per k a w a s a n t e r g a n t u n g k o m p l e k s i t a s kawasan dan desain Mitigasi	Cara lazim dalam melaksanakan Mitigasi atau Long term measure terkait bencana subsiden tanah adalah dengan Melakukan Sistem Manajemen Air dan Lahan (Water and Land Management System). Terkait pengelolaan air (water management) dapat dilakukan dengan cara substitusi air tanah dengan air permukaan, rain water harvesting, water recycling desalinasi, artificial recharge, dan lain-lain. Terkait manajemen lahan (land management) dapat dilakukan dengan cara melaksanakan sinkronisasi antara tata ruang dengan kebutuhan dan ketersediaan air
2024-2030	Pelaksanaan Mitigasi atau Long Term measure bencana subsiden tanah di wilayah Tegal, berupa Sistem manajemen air dan lahan (Water and Land Management System)	Akan dielaborasi dan diupdate kemudian	Kolaborasi antara Kementerian PUPR dengan Kementerian ATR/BPN dan beberapa Kelembagaan terkait infrastruktur dan Tata Ruang, serta tenaga ahli supervisi dari Lembaga Mitigasi Adaptasi subsiden tanah yang dibentuk	Estimasi sekitar 1 hingga 200 Triliun Rupiah per k a w a s a n t e r g a n t u n g k o m p l e k s i t a s kawasan dan desain Mitigasi	Cara lazim dalam melaksanakan Mitigasi atau Long term measure terkait bencana subsiden tanah adalah dengan Melakukan Sistem Manajemen Air dan Lahan (Water and Land Management System). Terkait pengelolaan air (water management) dapat dilakukan dengan cara substitusi air tanah dengan air permukaan, rain water harvesting, water recycling desalinasi, artificial recharge, dan lain-lain. Terkait manajemen lahan (land management) dapat dilakukan dengan cara melaksanakan sinkronisasi antara tata ruang dengan kebutuhan dan ketersediaan air.
2025-2030	Pelaksanaan Mitigasi atau Long Term measure bencana subsiden tanah di wilayah Brebes, berupa Sistem manajemen air dan lahan (Water and Land Management System)	Akan dielaborasi dan diupdate kemudian	Kolaborasi antara Kementerian PUPR dengan Kementerian ATR/BPN dan beberapa Kelembagaan terkait infrastruktur dan Tata Ruang, serta tenaga ahli supervisi dari Lembaga Mitigasi Adaptasi subsiden tanah yang dibentuk	Estimasi sekitar 1 hingga 200 Triliun Rupiah per k a w a s a n t e r g a n t u n g k o m p l e k s i t a s kawasan dan desain Mitigasi	Cara lazim dalam melaksanakan Mitigasi atau Long term measure terkait bencana subsiden tanah adalah dengan Melakukan Sistem Manajemen Air dan Lahan (Water and Land Management System). Terkait pengelolaan air (water management) dapat dilakukan dengan cara substitusi air tanah dengan air permukaan, rain water harvesting, water recycling desalinasi, artificial recharge, dan lain-lain. Terkait manajemen lahan (land management) dapat dilakukan dengan cara melaksanakan sinkronisasi antara tata ruang dengan kebutuhan dan ketersediaan air.

TAHUN	BENTUK KEGIATAN	DASAR HUKUM	LEMBAGA	ANGGARAN	KETERANGAN LAIN
2026-2030	Pelaksanaan Mitigasi atau Long Term measure bencana subsiden tanah di wilayah Batang, berupa Sistem manajemen air dan lahan (Water and Land Management System)	Akan dielaborasi dan diupdate kemudian	Kolaborasi antara Kementerian PUPR dengan Kementerian ATR/BPN dan beberapa Kelembagaan terkait infrastruktur dan Tata Ruang, serta tenaga ahli supervisi dari Lembaga Mitigasi Adaptasi subsiden tanah yang dibentuk	Estimasi sekitar 1 hingga 200 Triliun Rupiah per k a w a s a n t e r g a n t u n g k o m p l e k s i t a s kawasan dan desain Mitigasi	Cara lazim dalam melaksanakan Mitigasi atau Long term measure terkait bencana subsiden tanah adalah dengan Melakukan Sistem Manajemen Air dan Lahan (Water and Land Management System). Terkait pengelolaan air (water management) dapat dilakukan dengan cara substitusi air tanah dengan air permukaan, rain water harvesting, water recycling desalinasi, artificial recharge, dan lain-lain. Terkait manajemen lahan (land management) dapat dilakukan dengan cara melaksanakan sinkronisasi antara tata ruang dengan kebutuhan dan ketersediaan air
2027-2030	Pelaksanaan Mitigasi atau Long Term measure bencana subsiden tanah di wilayah Jawa Tengah (Jateng) lainnya yang mengalami subsiden tanah, berupa Sistem manajemen air dan lahan (Water and Land Management System)	Akan dielaborasi dan diupdate kemudian	Kolaborasi antara Kementerian PUPR dengan Kementerian ATR/BPN dan beberapa Kelembagaan terkait infrastruktur dan Tata Ruang, serta tenaga ahli supervisi dari Lembaga Mitigasi Adaptasi subsiden tanah yang dibentuk	Estimasi sekitar 1 hingga 200 Triliun Rupiah per k a w a s a n t e r g a n t u n g k o m p l e k s i t a s kawasan dan desain Mitigasi	Cara lazim dalam melaksanakan Mitigasi atau Long term measure terkait bencana subsiden tanah adalah dengan Melakukan Sistem Manajemen Air dan Lahan (Water and Land Management System). Terkait pengelolaan air (water management) dapat dilakukan dengan cara substitusi air tanah dengan air permukaan, rain water harvesting, water recycling desalinasi, artificial recharge, dan lain-lain. Terkait manajemen lahan (land management) dapat dilakukan dengan cara melaksanakan sinkronisasi antara tata ruang dengan kebutuhan dan ketersediaan air.

LAMPIRAN II.9 PENJABARAN EDUKASI DAN PENGEMBANGAN KAPASITAS (CAPACITY BUILDING)

Penjabaran bagian kesembilan dari ROADMAP Mitigasi dan Adaptasi subsidi tanah di wilayah Jawa Tengah (Jateng) adalah melaksanakan edukasi dan capacity building. Salah satu ujung tombak mitigasi dan adaptasi subsidi tanah ada di tangan masyarakat yang terdampak.

Hal-hal terkait penjabaran edukasi dan capacity building mitigasi adaptasi subsidi tanah secara lengkap dapat dilihat pada tabel di bawah ini;

Tabel Lampiran II.9

Penjabaran edukasi dan capacity building mitigasi adaptasi Subsidence di wilayah Jawa Tengah

TAHUN	BENTUK KEGIATAN	DASAR HUKUM	LEMBAGA	ANGGARAN	KETERANGAN LAIN
2021	Edukasi dan pengembangan kapasitas (capacity building) serta pembentukan Pokja daerah di wilayah Semarang	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk dan didukung oleh Akademisi dan Lembaga Swadaya Masyarakat	Estimasi sekitar 500 juta untuk setiap kawasan	
2022	Edukasi dan pengembangan kapasitas (capacity building) serta pembentukan Pokja daerah di wilayah Pekalongan	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk dan didukung oleh Akademisi dan Lembaga Swadaya Masyarakat	Estimasi sekitar 500 juta untuk setiap kawasan	
2023	Edukasi dan pengembangan kapasitas (capacity building) serta pembentukan Pokja daerah di wilayah Demak	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk dan didukung oleh Akademisi dan Lembaga Swadaya Masyarakat	Estimasi sekitar 500 juta untuk setiap kawasan	
2024	Edukasi dan pengembangan kapasitas (capacity building) serta pembentukan Pokja daerah di wilayah Tegal	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk dan didukung oleh Akademisi dan Lembaga Swadaya Masyarakat	Estimasi sekitar 500 juta untuk setiap kawasan	
2025	Edukasi dan pengembangan kapasitas (capacity building) serta pembentukan Pokja daerah di wilayah Brebes	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk dan didukung oleh Akademisi dan Lembaga Swadaya Masyarakat	Estimasi sekitar 500 juta untuk setiap kawasan	
2026	Edukasi dan pengembangan kapasitas (capacity building) serta pembentukan Pokja daerah di wilayah Batang	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk dan didukung oleh Akademisi dan Lembaga Swadaya Masyarakat	Estimasi sekitar 500 juta untuk setiap kawasan	
2027-2030	Edukasi dan pengembangan kapasitas (capacity building) serta pembentukan Pokja daerah di wilayah Jawa Tengah (Jateng) lainnya yang mengalami subsidi tanah	Akan ditentukan kemudian	Lembaga yang dibentuk dan didukung oleh Akademisi dan Lembaga Swadaya Masyarakat	Estimasi sekitar 500 juta untuk setiap kawasan	

