



Kompilasi Laporan Singkat Analisa Bahaya, Kerentanan dan Risiko DAS Kupang, Pekalongan

Mercy Corps Indonesia



CoREM
Center for Coastal Rehabilitation
and Disaster Mitigation Studies

In partnership
with:



01

Pendahuluan

- 1.1 Latar Belakang
- 1.2 Ruang Lingkup Geografis
- 1.3 Limitasi Kajian

02

Metodologi

- 2.1 Kerangka Kerja Umum
- 2.2 Metode Analisa Bahaya
- 2.3 Metode Analisa Kerentanan
- 2.4 Metode Analisa Risiko
- 2.5 DTM, Guna Lahan dan Penurunan Muka Tanah

03

Analisa Bahaya

- 3.1 Skenario Iklim
- 3.2 Kenaikan Muka Air Laut
- 3.3 Permodelan Genangan
- 3.4 Analisa Bahaya

04

Analisa Kerentanan

- 4.1 Kondisi Baseline
- 4.2 Elemen Proyeksi
- 4.3 Proyeksi Kerentanan

05

Analisa Risiko

- 5.1 Kondisi Baseline
- 5.2 Proyeksi Risiko
- 5.3 Keterkaitan Perubahan Guna Lahan dan Genangan
- 5.4 Risiko pada Konteks Lansekap
- 5.5 Rekomendasi Awal

06

Tindak Lanjut

01 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota dan Kabupaten Pekalongan telah lama terdampak banjir limpasan dan rob. Pada kurun waktu 2002-2020, sebanyak 66 kejadian banjir tercatat terjadi di wilayah ini (BNPB 2020). Kejadian banjir ini merupakan kombinasi dari curah hujan yang tinggi, perubahan tata guna lahan dan penampang sungai, serta pasang-surut air laut (Pasaribu *et al.* 2013). Secara historis, kawasan pesisir Pekalongan memiliki laju kenaikan muka air laut sebesar 5 mm/tahun (COREM-UNDIP 2020); lebih tinggi dari laju di Laut Jawa secara umum yang sebesar 3,9 mm/tahun (Kismawardhani *et al.* 2018). Kawasan ini juga menghadapi isu penurunan muka tanah yang diketahui berada pada kisaran 10-17 cm pada periode 2012-2018 (Tempo, 2019).

Kejadian banjir yang berulang ini telah menimbulkan kerugian tidak hanya berupa kerusakan fisik infrastruktur dan hilangnya lahan akibat tergenang permanen, tetapi juga menurunnya pendapatan masyarakat serta meningkatnya pengeluaran masyarakat untuk menghadapi banjir. Kondisi ini tentunya memberikan beban baik bagi masyarakat yang terdampak secara langsung, maupun terhadap kondisi fiskal pemerintah daerah.

Tingginya dinamika perubahan fisik di wilayah pesisir serta perkembangan pembangunan kawasan telah berimplikasi terhadap peningkatan kompleksitas kejadian banjir. Dampak perubahan iklim akan semakin meningkatkan kompleksitas ini. Untuk merumuskan langkah pengendalian yang tepat, perlu adanya pemahaman terhadap faktor-faktor penyebab banjir, interaksi antar faktor tersebut serta kemampuan wilayah dalam merespon.

Berkaca dari hal ini, pengembangan model dampak yang dapat menjelaskan interaksi antar faktor dalam suatu sistem yang kompleks sangat dibutuhkan. Penyusunan Kajian Risiko Iklim dan Dampak di Kota dan Kabupaten Pekalongan merupakan proses awal untuk membangun pemahaman tersebut.

Kajian ini akan menganalisa ancaman banjir limpasan dan rob yang dihadapi kawasan, mengkaji kondisi kerentanan wilayah (dari sisi fisik, ekologi lingkungan, sosial-ekonomi, dan institusional), serta menganalisa risiko yang terbangun dari potensi ancaman dan kondisi kerentanan tersebut. Hasil dari kajian ini selanjutnya menjadi landasan perumusan rekomendasi untuk memperkaya kebijakan daerah Kota dan Kabupaten Pekalongan.

Perspektif lansekap dan tata kelola lintas batas adalah dua istilah kunci yang harus dipegang oleh setiap pihak yang terlibat di dalam penyusunan kajian ini. Pemahaman bahwasanya Kota dan Kabupaten Pekalongan berada dalam satu kesatuan bentang alam menjadi dasar penggunaan perspektif lansekap di dalam proses analisa. Interaksi sub-sistem di dalam kesatuan bentang alam tersebut tentunya akan bersifat dinamis dan saling mempengaruhi satu sama lain. Perubahan atau intervensi yang diambil di 1 lokasi berpotensi menimbulkan dampak di lokasi lainnya yang bisa jadi berada di wilayah administratif yang berbeda, sehingga keberadaan tata kelola lintas batas administratif juga menjadi signifikan dalam pengendalian banjir.

1.2 Ruang Lingkup Geografis

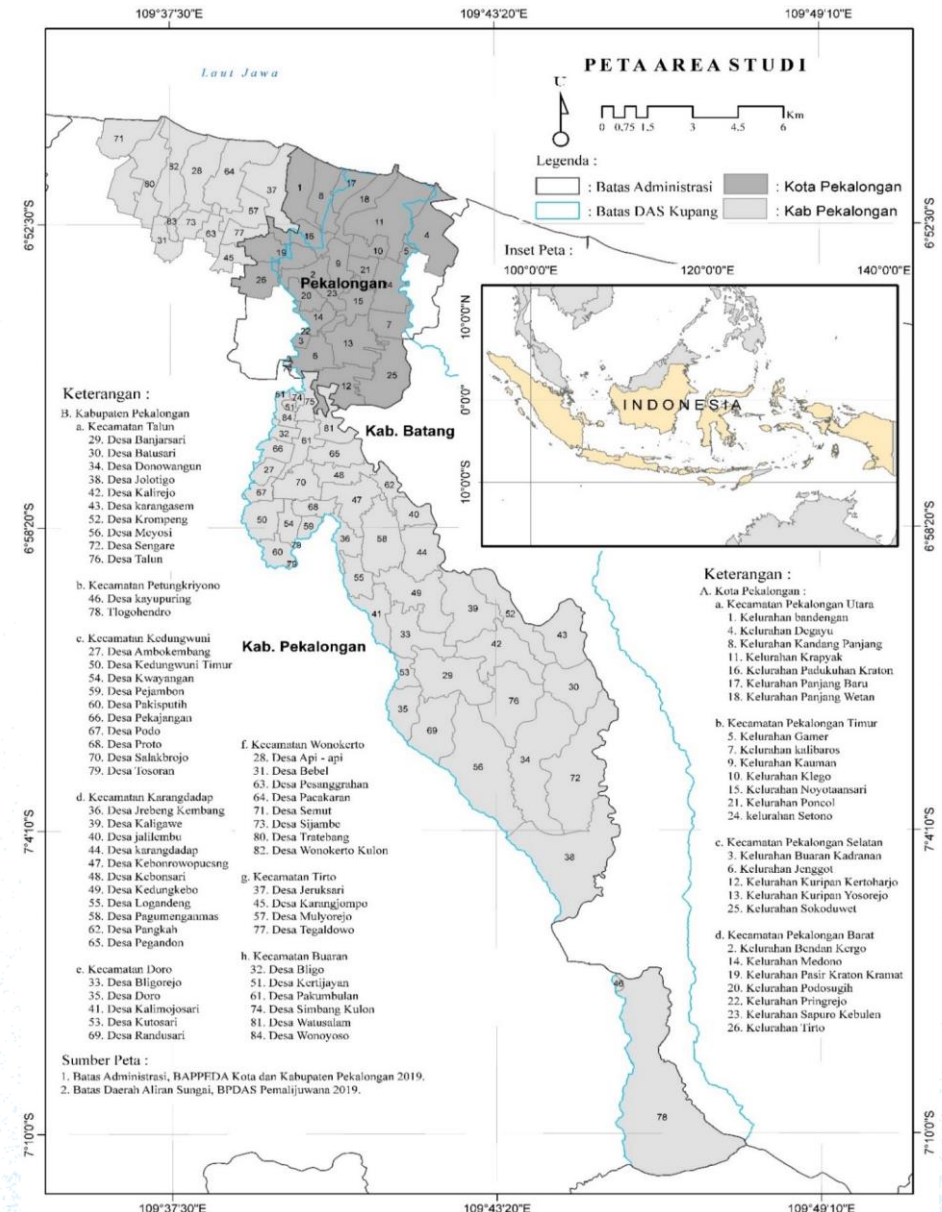
Untuk dapat merepresentasikan daerah yang terkena banjir limpasan dan rob, kajian ini memiliki fokus geografis pada wilayah hulu hingga hilir Daerah Aliran Sungai (DAS) Kupang yang berada di dalam wilayah administratif Kota dan Kabupaten Pekalongan, serta wilayah pesisir Kota dan Kabupaten Pekalongan. Total terdapat 84 desa/kelurahan yang termasuk ke dalam wilayah kajian.

Meskipun DAS Kupang juga melintasi wilayah Kabupaten Batang, namun di dalam studi ini, desa/kelurahan di Kabupaten Batang yang menjadi bagian dari wilayah DAS Kupang tidak dimasukkan ke dalam lingkup geografis kajian.

1.3 Limitasi Kajian

Proses penyusunan kajian ini memiliki beberapa limitasi yang perlu menjadi pertimbangan, diantaranya:

- Desa/kelurahan DAS Kupang yang berada di wilayah Kabupaten Batang tidak dimasukkan sebagai wilayah kajian, meskipun di dalam proses pemodelan iklim dan bahaya, wilayah tersebut tetap dimasukkan sebagai bagian dari model untuk memastikan interaksi antar faktor tetap terinklusi.
- Laju penurunan muka tanah diasumsikan konstan setiap tahunnya, dengan mengacu kepada data hasil analisa penurunan muka tanah yang dilakukan di dalam kajian ini (data tahun 2019).
- Guna lahan di dalam proses analisa bahaya diasumsikan konstan sepanjang periode proyeksi. Namun perubahan guna lahan diakomodir di dalam proses analisa kerentanan dan risiko. Modelling perubahan guna lahan cenderung menerapkan skenario perkembangan yang relatif terkendali.
- Analisa bahaya hanya memodelkan genangan dan bahaya untuk prediksi dekadal dan skenario RCP 4.5 (tanpa RCP 8.5), dimana RCP 4.5 akan menggunakan persentil 95 untuk mewakili kondisi terburuk yang mungkin terjadi (meskipun pada jangka menengah dan panjang, skenario ini tergolong skenario moderat).
- Proses analisa bahaya dan risiko menggunakan unit analisis lansekap (skala grid), sementara analisa kerentanan menggunakan unit analisis desa/kelurahan.
- Dikarenakan keterbatasan data dan jenis indikator, maka tidak semua indikator diproyeksikan secara dinamis di dalam proses proyeksi indeks kerentanan

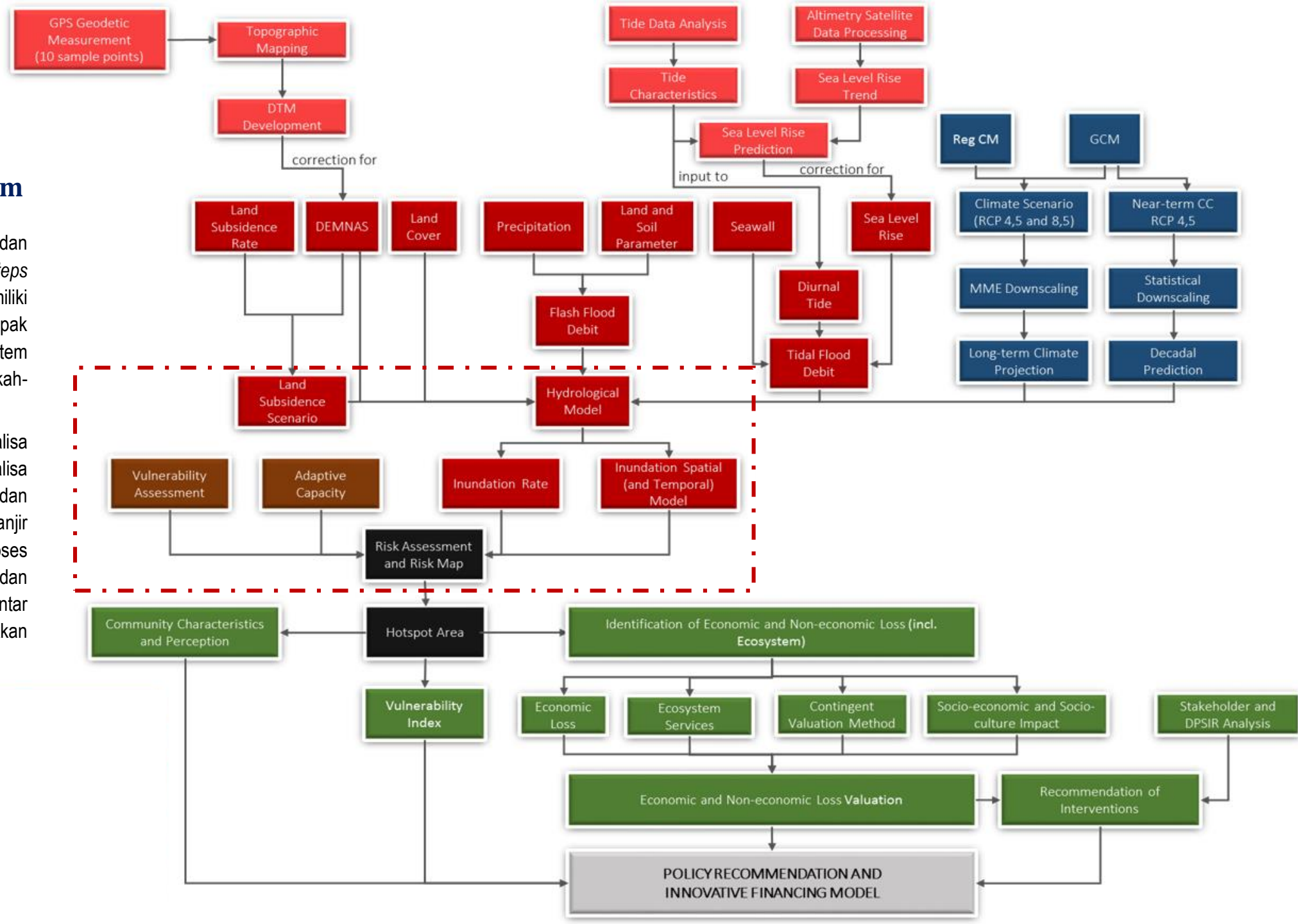


02 METODOLOGI

2.1 Kerangka Kerja Umum

Kerangka umum Kajian Risiko Iklim dan Dampak ini mengacu kepada *Six Steps Approach* (GIZ, 2018) yang memiliki fungsi utama untuk memahami dampak dan risiko terkait iklim di suatu sistem kajian serta mengidentifikasi langkah-langkah pengendalian yang sesuai.

Kajian ini terbangun dari proses analisa bahaya, analisa kerentanan, analisa risiko serta analisa dampak ekonomi dan non-ekonomi dari kejadian banjir limpasan dan rob. Keempat proses analisa ini menekankan keterkaitan dan proses saling mengisi/verifikasi antar komponen analisa seperti ditunjukkan oleh diagram alir di samping.



2.2 Metode Analisa Bahaya

Tahapan metode analisa bahaya di bawah kajian ini meliputi pemodelan iklim (proyeksi perubahan iklim) di wilayah kajian, proyeksi kenaikan muka air laut, simulasi kondisi dan proyeksi model spasial banjir serta analisa bahaya. Proses analisa dilakukan untuk kondisi *baseline* dan proyeksi 5 tahunan hingga tahun 2035 (untuk dekadal) dan proyeksi 25 tahunan hingga 2095 (untuk proyeksi jangka panjang).

a. Pemodelan Iklim

Pemodelan iklim dilakukan untuk melihat pengaruh faktor iklim terhadap perubahan intensitas dan frekuensi kejadian banjir limpasan dan rob di wilayah kajian; serta dampak yang diberikan oleh interaksi antara faktor iklim dengan kondisi fisik lahan dan parameter lautan terhadap kejadian banjir tersebut.

Mempertimbangkan tergolong cepatnya dinamika perubahan fisik di wilayah pesisir sistem kajian serta urgensi kebutuhan rekomendasi jangka pendek untuk perumusan kebijakan, maka **proses pemodelan iklim** di dalam kajian ini akan **melibatkan proyeksi *near-term* atau *decadal prediction* selain juga proyeksi *long-term***.

Prediksi dekadal menggunakan basis data *hindcast* dan *forecast* keluaran model iklim global (*Global Climate Model/GCM*) dari *Climate Model Intecomparison Project Version 5* (CMIP5) yang dirancang khusus untuk proyeksi perubahan iklim jangka pendek berbasis prediksi variabilitas iklim dekadal hingga interdekadal. Data global tersebut selanjutnya di-*downscale* untuk menangkap karakteristik lokal wilayah kajian serta mereduksi bias pada luaran model global. Perhitungan *downscaling* ini juga digunakan untuk penyusunan kajian RPMJN 2020-2024. Prediksi dekadal untuk kajian ini disusun dalam **rentang waktu 5-tahunan pada periode 2020-2035**, dengan **komponen yang dianalisa adalah probabilistik sifat curah hujan bulanan dan indeks ekstrim basah**.

Downscaling terhadap GCM juga digunakan dalam proses **proyeksi *long-term*** untuk meningkatkan resolusi spasial dan temporal data. Proyeksi ini juga menggunakan keluaran resolusi harian dari *Regional Climate Model* (RCM) untuk perhitungan indeks ekstrim ang lebih detail. Pada dasarnya, proyeksi iklim berbasis pada kemungkinan alur *radiative forcing* akibat kenaikan emisi gas rumah kaca. Jika prediksi dasawarsa menekankan tentang pengaruh faktor alami terhadap variabilitas iklim frekuensi rendah, proyeksi iklim jangka panjang menekankan peran pengaruh antropogenik terhadap perubahan iklim di masa depan, tang ditandai dengan peningkatan emisi GRK di atmosfer .

Proyeksi iklim *long-term* disimulasikan untuk 2 skenario, yakni RCP 4.5 untuk mewakili skenario moderat, dan RCP 8.5 untuk mewakili skenario ekstrim. Adapun **komponen yang dianalisa** pada proyeksi *long-term* adalah **curah hujan dan indeks ekstrim**.

	PREDIKSI DEKADAL	PROYEKSI LONG-TERM
PENGGUNA	Penyusun Kebijakan dan pengambil keputusan	Peneliti
SKENARIO	Near-term hingga tahun 2035	Long-term hingga tahun 2095 dengan RCP4.5 dan RCP 8.5
BASIS DATA	Statistical downscaling hindcast dan forecast GCM	Downscaling GCM dan RCM
KOMPONEN ANALISA	- Probabilistik sifat curah hujan bulanan - Indeks ekstrim basah	- Curah hujan - Indeks ekstrim (basah dan kering)

Pemanfaatan Model Iklim IPCC AR-5 yang diolah untuk Wilayah Kajian (Sumber: Moss et al. (2010))

b. Proyeksi Kenaikan Muka Air Laut

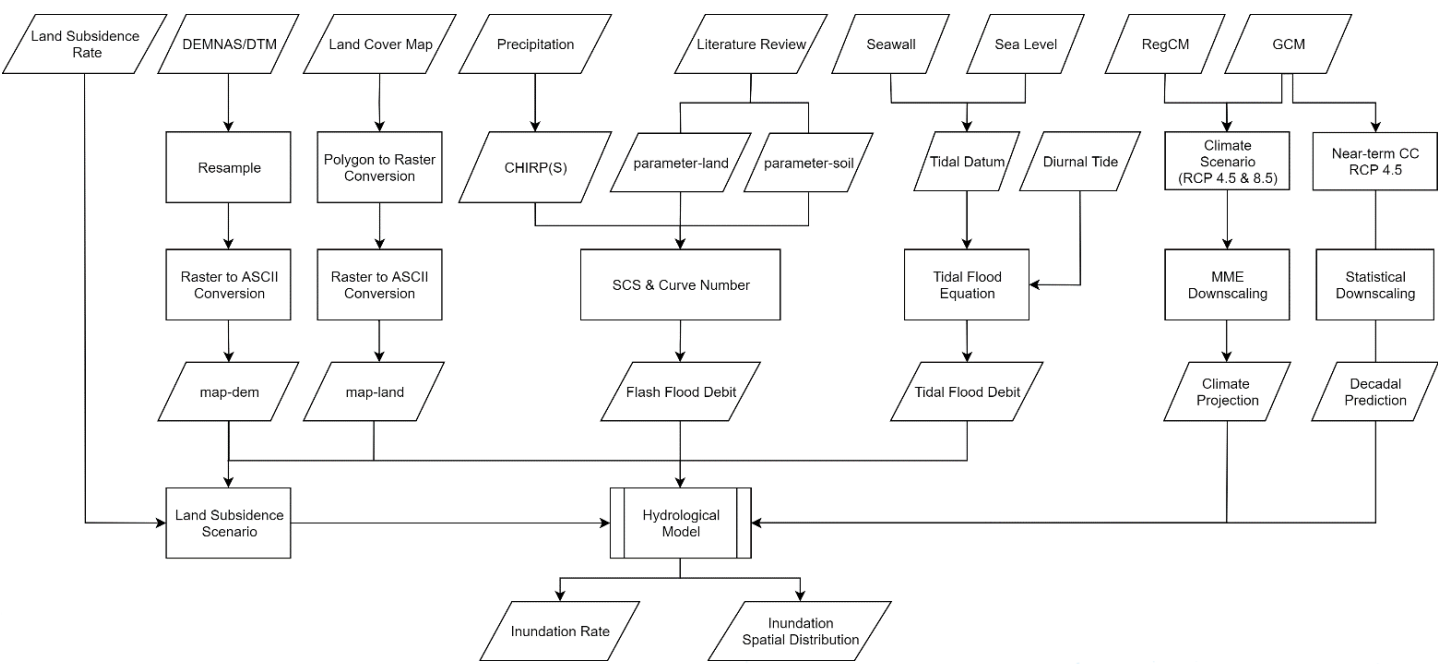
Proyeksi kenaikan tinggi muka air laut hingga tahun 2040 dilakukan dengan menggunakan basis data tinggi muka air laut tahunan dari hasil luaran model RCP4.5 (untuk wilayah perairan pekalongan dan sekitarnya). Nilai rata-rata secara spasial dari luaran model ini selanjutnya dikoreksi dengan data historis altimetri dari Copernicus.

c. Pembuatan Model Banjir

Model banjir dibangun menggunakan pendekatan proses berbasis *Agent-Based Modelling* (ABM) dengan resolusi spasial 30x30 m. ABM merupakan pemodelan komputasional yang menjadikan suatu agen sebagai objek yang dapat berinteraksi dan merespon terhadap kondisi fisik lahan (Condro dan Widagdo 2017).

Di dalam kajian ini, air hujan dan air laut (dalam bentuk debit) ditetapkan sebagai agen, dan respon keduanya terhadap kondisi lingkungan didefinisikan sebagai tinggi genangan yang mempunyai dimensi *spatio-temporal*.

Pada proses simulasi ABM, debit air hujan/air laut akan bergerak setiap satuan waktunya, dimana pergerakan ini dipengaruhi oleh interaksinya dengan faktor iklim dan sifat fisik lahan, sehingga akan didapatkan nilai tinggi genangan secara temporal dan spasial.



Kerangka Penyusunan Model Banjir untuk Wilayah Kajian (Tim Penyusun 2020)

Sifat fisik lahan diwakili oleh data *Digital Terrain Model* (DTM) yang telah terkoreksi dengan pengukuran lapangan (dengan GPS geodetik), data penurunan muka tanah serta data tutupan lahan dan jenis tanah untuk mengkalkulasi abstraksi air hujan dan air laut di dalam wilayah kajian.

d. Analisa Bahaya

Indeks bahaya banjir untuk tiap periode proyeksi ditentukan berdasarkan tinggi genangan dan ketinggian lahan hasil simulasi ABM pada tiap grid.

Untuk daerah dengan ketinggian lahan *baseline* di bawah muka laut, diberikan nilai tinggi genangan sebesar nilai muka laut dikurangi dengan tinggi lahan relatif terhadap datum.

KATEGORI	TINGGI GENANGAN	NILAI INDEKS
Tidak Terdampak (TD)	0 cm	0
Sangat Ringan (SR)	0.01 – 4.2 cm	0.2
Ringan (R)	4.2 – 31.7 cm	0.4
Sedang (S)	31.7 – 77.83 cm	0.6
Tinggi (T)	77.83 – 192.74 cm	0.8
Sangat Tinggi (ST)	>192.74 cm	1

Kategori Bahaya Banjir di Wilayah Kajian (Tim Penyusun, 2020)

2.3 Metode Analisa Kerentanan

Intergovernmental Panel on Climate Change mendefinisikan kerentanan sebagai “Sejauh mana suatu sistem rentan terhadap, dan atau tidak mampu mengatasi dampak buruk dari perubahan iklim termasuk variabilitas iklim dan iklim ekstrem. Kerentanan adalah fungsi dari karakter, besarnya, dan laju perubahan iklim serta variasinya di mana suatu sistem diekspos sensitivitas dan kapasitas adaptifnya”. Dengan demikian, kerentanan dapat diukur dengan tiga dimensi, yaitu dari tingkat keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptifnya.

Tahapan analisa kerentanan di bawah kajian ini meliputi analisa sensitivitas, analisa keterpaparan, analisa kapasitas adaptif, serta analisa kerentanan. Proses analisa dilakukan untuk kondisi *baseline* dan proyeksi 5 tahunan (hingga tahun 2035).

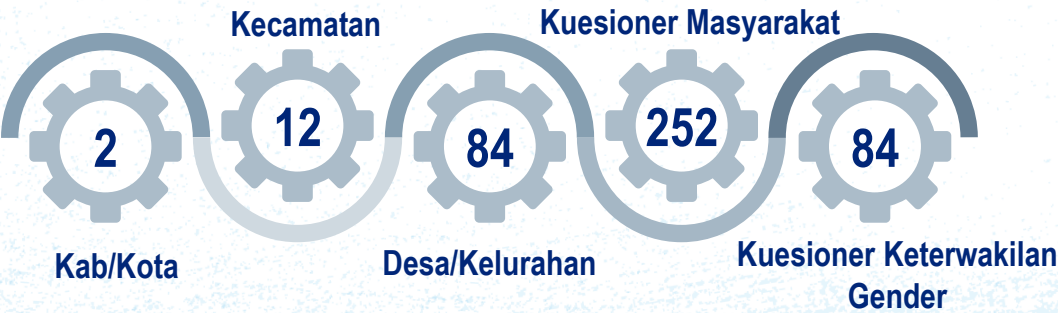
Proses analisa kerentanan melibatkan serangkaian indikator yang berdasarkan hasil kajian literatur maupun diskusi terbatas dengan tim ahli dianggap mampu merepresentasikan kondisi sensitivitas, keterpaparan dan kapasitas adaptif wilayah kajian. Di dalam proses analisa untuk masing-masing dimensi kerentanan, indikator ini dikelompokkan ke dalam beberapa komponen dan diberi pembobotan untuk masing-masingnya.

Basis data indikator diperoleh melalui pengumpulan data primer dan sekunder, baik yang sifatnya spasial maupun non-spasial, yang meliputi analisis data geospasial (untuk data berbasis spasial), kuesioner (masyarakat, pemerintah kabupaten/kota, serta desa/kelurahan) dan pengumpulan data statistik pada lingkup desa/kelurahan.

Di dalam proses analisa kerentanan juga dilakukan proses analisa perubahan guna lahan dan penurunan muka tanah untuk lebih meningkatkan akurasi hasil analisa.



Building Blocks Kerentanan di dalam Kajian Risiko Iklim dan Dampak (Tim Penyusun, 2020)

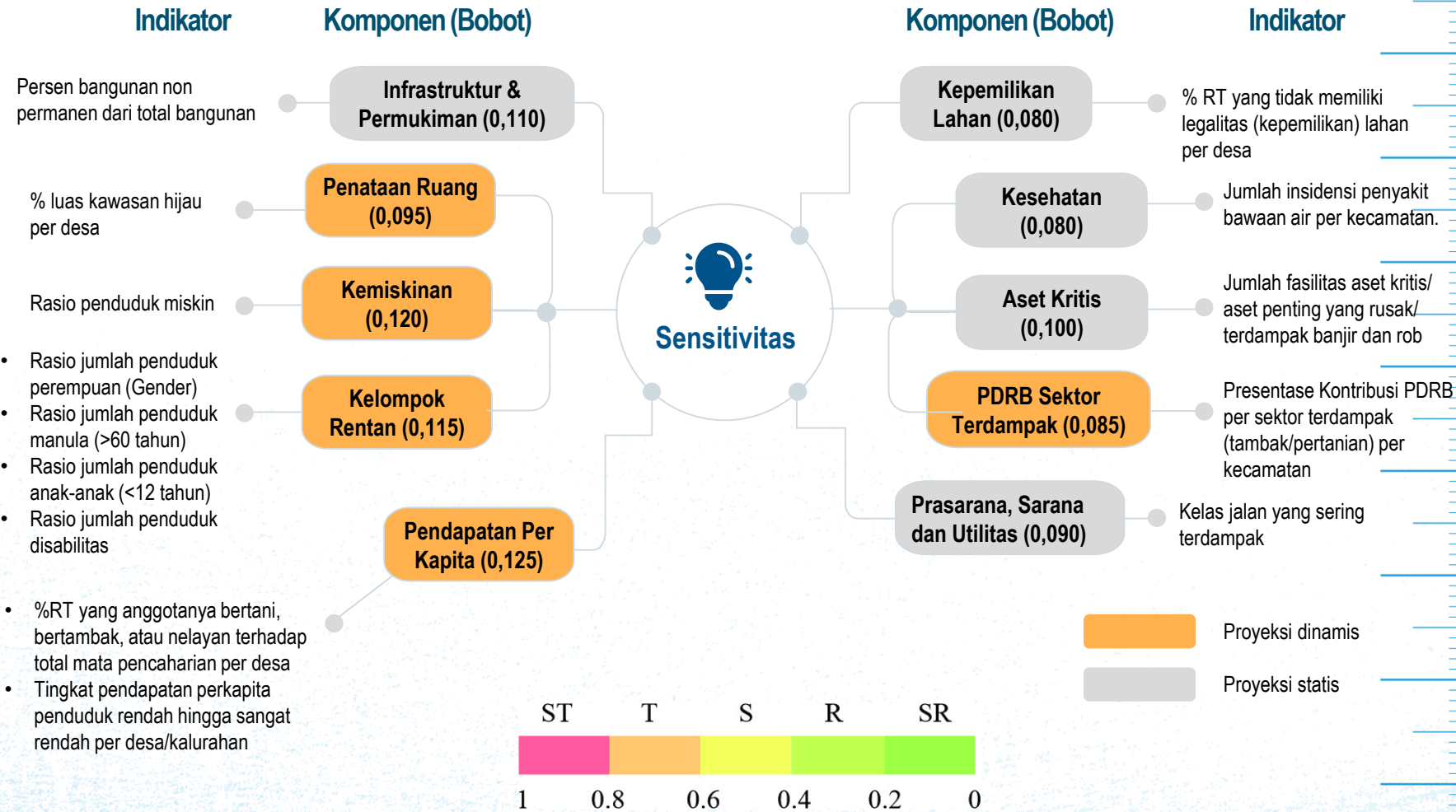


a. Analisa Sensitivitas

Indeks Sensitivitas (S) disusun dari 10 komponen yang terdiri atas 15 indikator yang dianggap mampu merepresentasikan dimensi sensitivitas di wilayah kajian; dimana masing-masing komponen dan indikator tersebut diberi bobot. Nilai indeks sensitivitas didapatkan dari penjumlahan nilai dari semua komponen yang digunakan sesuai dengan bobot yang diberikan pada masing-masing komponen tersebut. Indeks kemudian dibagi ke dalam 5 kelas, mulai dari sangat rendah hingga sangat tinggi.

$$IS_i = \sum_{j=1}^n W_j * I_{Aij}$$

Keterangan:
IS = Indeks Sensitivitas
i = mewakili desa/kelurahan ke-*i*,
j = indikator ke-*j*
w_j = bobot untuk setiap indikator sensitivitas



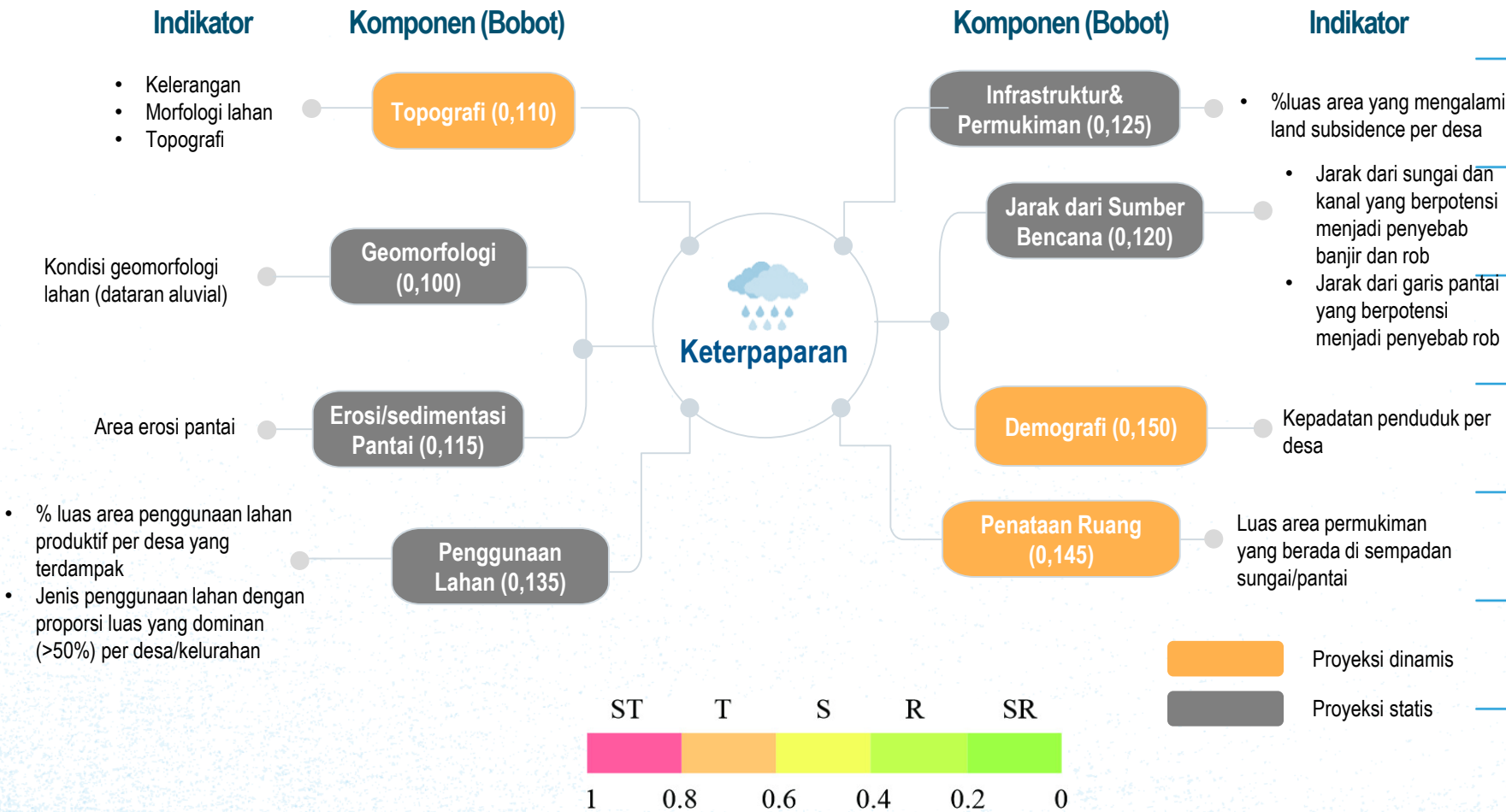
Komponen, Indikator, Bobot dan Kelas Indeks Dimensi Sensitivitas (Tim Penyusun, 2020)

b. Analisa Keterpaparan

Indeks Keterpaparan (E) disusun dari 8 komponen yang terdiri atas 12 indikator yang dianggap mampu merepresentasikan dimensi keterpaparan di wilayah kajian; dimana masing-masing komponen dan indikator tersebut diberi bobot. Nilai indeks keterpaparan didapatkan dari penjumlahan nilai dari semua komponen yang digunakan sesuai dengan bobot yang diberikan pada masing-masing komponen tersebut. Indeks kemudian dibagi ke dalam 5 kelas, mulai dari sangat rendah hingga sangat tinggi.

$$IK_i = \sum_{j=1}^n w_j * I_{Aij}$$

Keterangan:
IK = Indeks Keterpaparan
i = mewakili desa/kelurahan ke-i,
j = indikator ke-j
wj = bobot untuk setiap indikator keterpaparan



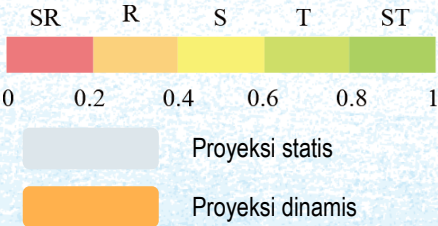
Komponen, Indikator, Bobot dan Kelas Indeks Dimensi Keterpaparan (Tim Penyusun, 2020)

c. Analisa Kapasitas Adaptif

Indeks Kapasitas Adaptif (AC) disusun dari 15 komponen dan 29 indikator yang dianggap mampu merepresentasikan dimensi kapasitas adaptif di wilayah kajian; dimana masing-masing komponen dan indikator tersebut diberi bobot. Nilai indeks kapasitas adaptif didapatkan dari penjumlahan nilai dari semua komponen yang digunakan sesuai dengan bobot yang diberikan pada masing-masing komponen tersebut. Indeks kemudian dibagi ke dalam 5 kelas, mulai dari sangat rendah hingga sangat tinggi.

$$IKA_i = \sum_{j=1}^n W_j * I_{Aij}$$

Keterangan:
IKA = Indeks Kapasitas Adaptif
i = mewakili desa/kelurahan ke-i,
j = indikator ke-j
wj = bobot untuk setiap indikator kapasitas adaptif



NO	KOMPONENT (BOBOT)	INDIKATOR
1	Regulasi (Peraturan) dan Perencanaan (0,095)	Dukungan regulasi dari aspek perencanaan tata ruang
		Penanganan bencana banjir dan rob pada RPJM
2	Pembiayaan Kebencanaan (0,080)	Dukungan pembiayaan daerah dalam penanganan banjir dan rob
3	Peringatan Dini Kebencanaan (0,055)	Keberadaan sistem peringatan dini untuk banjir
		Keberadaan sistem peringatan dini untuk banjir pasang/ rob
4	Kelembagaan dalam bentuk Pusat Layanan Kebencanaan (0,065)	Keberadaan pusat untuk pelayanan dan diseminasi informasi bencana banjir dan rob
		Kualitas layanan pemerintah / instansi dalam kesiapsiagaan menghadapi banjir dan rob
5	Kelembagaan dalam bentuk Kelompok Masyarakat (0,060)	Keberadaan kelompok masyarakat tangguh (siaga) bencana
		Latar belakang pembentukan kelompok masyarakat tangguh/siaga bencana, seperti KSB (Kelompok Siaga Bencana), TSBK (Tim Siaga Bencana Kelurahan), SIBAT (Siaga Bencana Berbasis Masyarakat, dll.
6	Program Kebencanaan (0,090)	Keberadaan program mitigasi bencana
		Keberadaan program konservasi/rehabilitasi untuk mengatasi banjir dan rob
7	Pendidikan, Penyuluhan, dan Pengetahuan Masyarakat (0,050)	Rasio tingkat pendidikan tinggi (SMA/SMK,MA hingga PT)
		Penyuluhan dan pendampingan untuk penanggulangan banjir dan rob
8	Mitigasi Bencana (0,085)	Dokumen rencana penanggulangan bencana skala kelurahan/ desa
		Dokumen dan implementasi RAD PRB(Rencana Aksi Daerah Pengurangan Risiko Bencana) BPBD Kota / Kabupaten
9	Kesiapsiagaan dan Kontigensi (0,080)	Rencana dan tahapan kegiatan kesiapsiagaan menghadapi banjir
		Keberadaan SOP dalam keadaan darurat (kontigensi) bencana banjir
		Tingkat kecepatan implementasi tanggap darurat (kontigensi) pemerintah/instansi saat kejadian banjir.
		Rencana dan tahapan kegiatan kesiapsiagaan menghadapi banjir pasang/ rob
		Keberadaan SOP dalam keadaan darurat (kontigensi) bencana banjir pasang/ rob
10	Infrastruktur Pengendali Banjir dan Rob (0,070)	Tingkat kecepatan implementasi tanggap darurat (kontigensi) pemerintah/instansi saat kejadian banjir pasang/ rob.
		Keberadaan polder, kolam retensi, tanggul laut dll.
11	Persepsi Masyarakat terhadap Banjir dan Rob (0,045)	Persepsi (tanggapan / penerimaan) langsung) masyarakat terhadap program penanganan banjir dan rob
12	Kearifan Lokal (0,035)	Kearifan lokal terkait bencana banjir dan rob
13	Kesejahteraan (0,075)	Prosentase jumlah keluarga sejahtera
14	Prasarana, Sarana, dan Utilitas (0,070)	Ketersediaan sarana dan prasarana pendukung pendidikan
		Prosentase Rumah Tangga dalam 'penggunaan bahan bakar utama' untuk memasak per desa (%)
		Terbatasnya fasilitas sumber air bersih. (prosentase jumlah keluarga yang tidak menggunakan sumber air PAM/PDAM)
		Kualitas saluran drainase (lingkungan/tersier) di wilayah administratif desa/kelurahan
		Persentase jumlah rumah tangga yang memiliki sarana sanitasi layak di wilayah administratif desa/kelurahan.
15	Jaminan Kesehatan Keluarga Miskin (0,045)	Proporsi masyarakat miskin yang memiliki KIS (Kartu Indonesia Sehat)/ BPJS

d. Analisa Kerentanan

Kerentanan wilayah kajian terhadap bencana banjir limpasan dan rob merupakan fungsi multiplikasi dari dimensi Sensitivitas (S), Keterpaparan (*Exposure*/E) dan Kapasitas Adaptif (*Adaptive Capacity*/AC). Hasil pemodelan kerentanan kemudian diklasifikasi ke dalam 5 kelas indeks kerentanan, dari sangat rendah hingga sangat tinggi dan hasilnya ditampilkan secara spasial untuk memberikan ilustrasi tingkat kerentanan masing-masing desa/kelurahan di wilayah kajian.

$$V = \frac{S \times E}{AC}$$

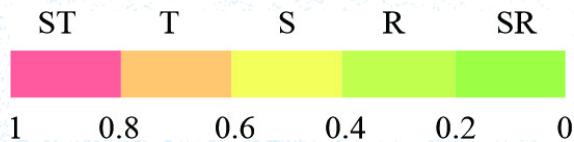
Keterangan:

V = Kerentanan (*Vulnerability*)

S = Sentitivitas (*Sensitivity*)

E = Keterpaparan (*Exposure*)

AC= Kapasitas Adaptif (*Adaptive capacity*)



e. Proyeksi Indeks Kerentanan

Mempertimbangkan keterbatasan data serta karakter dari indikator yang digunakan, di dalam proses proyeksi indeks kerentanan, tidak semua indikator di ketiga dimensi diproyeksikan. Indikator yang tidak diproyeksikan diantaranya adalah yang terkait dengan:

- Persepsi masyarakat (dari kuesioner)
- Elemen-elemen kebijakan
- Kondisi fisik alam yang cenderung tetap dalam kurun waktu yang panjang

Sementara indikator lainnya yang tidak terkait dengan ketiga kondisi di atas diproyeksikan dengan menggunakan metode statistik ataupun *spatial dynamic* dengan simulasi *cellular automata*.

Metode *spatial dynamic* hanya digunakan untuk proses proyeksi penggunaan lahan. Terdapat 20 indikator yang digunakan di dalam model ini, yang meliputi:

- Guna lahan eksisting,
- *Driving factors* yang meliputi jaringan jalan, jarak dari jaringan jalan, simpul transportasi, fasilitas umum dan sosial, alokasi ruang rencana industri, perdagangan dan jasa, pengembangan wisata pantai, serta pusat kecamatan/kelurahan/desa;
- Batas area genangan banjir, batas kawasan hutan dan batas kawasan hijau
- Infrstruktur pengendali banjir
- Guna lahan hutan eksisting
- Garis pantai
- Area genangan permanen
- *Weighted factors and constraints* pada area permukiman, area industri, guna lahan area genangan, kawasan hijau, dan kawasan lindung
- Sungai

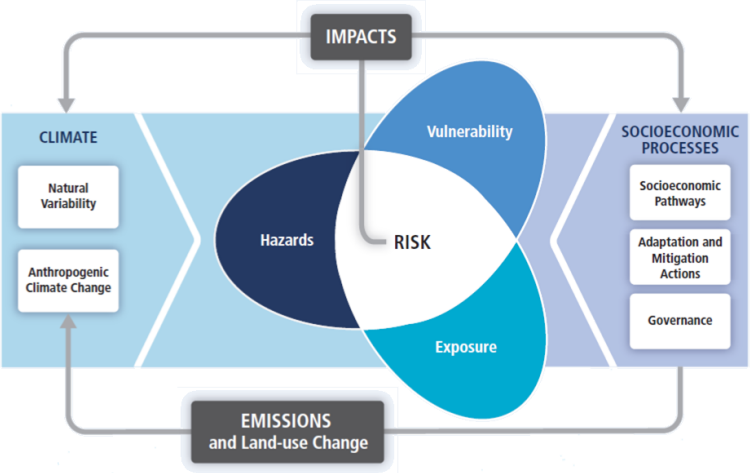
2.4 Metode Analisa Risiko

Risiko didefinisikan sebagai ukuran dari kemungkinan kerusakan maupun kehilangan pada harta benda, lingkungan, maupun manusia, yang dapat terjadi apabila ancaman menjadi kenyataan, termasuk tingkat keparahan yang perlu diantisipasi (IPCC, 2007).

Di dalam kajian ini, risiko merupakan fungsi dari parameter bahaya dan kerentanan. Hasil pemodelan spasial risiko kemudian diklasifikasi menjadi 5 kelas indeks , dari sangat rendah hingga sangat tinggi. Peta risiko yang dihasilkan memiliki unit analisa skala grid, yang dalam tampilannya dioverlay dengan batas administrasi desa.

Meskipun peta yang ditampilkan memiliki unit analisa grid, namun dalam proses analisisnya sendiri akan melihat nilai maksimum dari seluruh grid di dalam batas wilayah desa/kelurahan tersebut. Sehingga apabila dalam suatu desa/kelurahan ada area yang berisiko sangat tinggi (yang lainnya sangat rendah-tinggi), maka desa/kelurahan tersebut tetap masuk dalam kategori berisiko sangat tinggi, karena yang diambil adalah nilai maksimumnya. Hal ini dilakukan agar tidak menghilangkan kondisi riil bahwa ada bagian di wilayah tersebut yang memiliki risiko lebih tinggi dari area lainnya. Sementara untuk peta, tampilan dengan unit analisis grid dipilih untuk memberikan gambaran yang lebih detail secara spasial, terutama untuk area terdampak banjir. Sehingga dapat diperoleh analisa risiko secara spasial maupun non-spasial.

Seperti halnya di dalam analisa bahaya dan kerentanan, proses analisa risiko juga dilakukan untuk kondisi *baseline* maupun proyeksi hingga tahun 2035 (dengan periode proyeksi 5-tahunan). Proses analisa tidak hanya melihat tren perubahan indeks risiko di wilayah kajian, tetapi juga potensi dampak genangan banjir (permanen dan jauh) terhadap guna lahan di wilayah tersebut secara spasial.



. Ilustrasi dari Konsep Inti IPCC WGII AR5 yang Memuat Skema Terkait Kajian Risiko (IPCC, 2012, 2014)

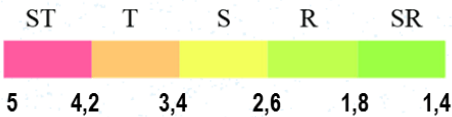
$$R = H \times V$$

Keterangan:

R = Risiko (*Risk*)

H= Bahaya (*Hazard*)

V= Kerentanan (*Vulnerability*)



2.5 DTM, Guna Lahan dan Penurunan Muka Tanah

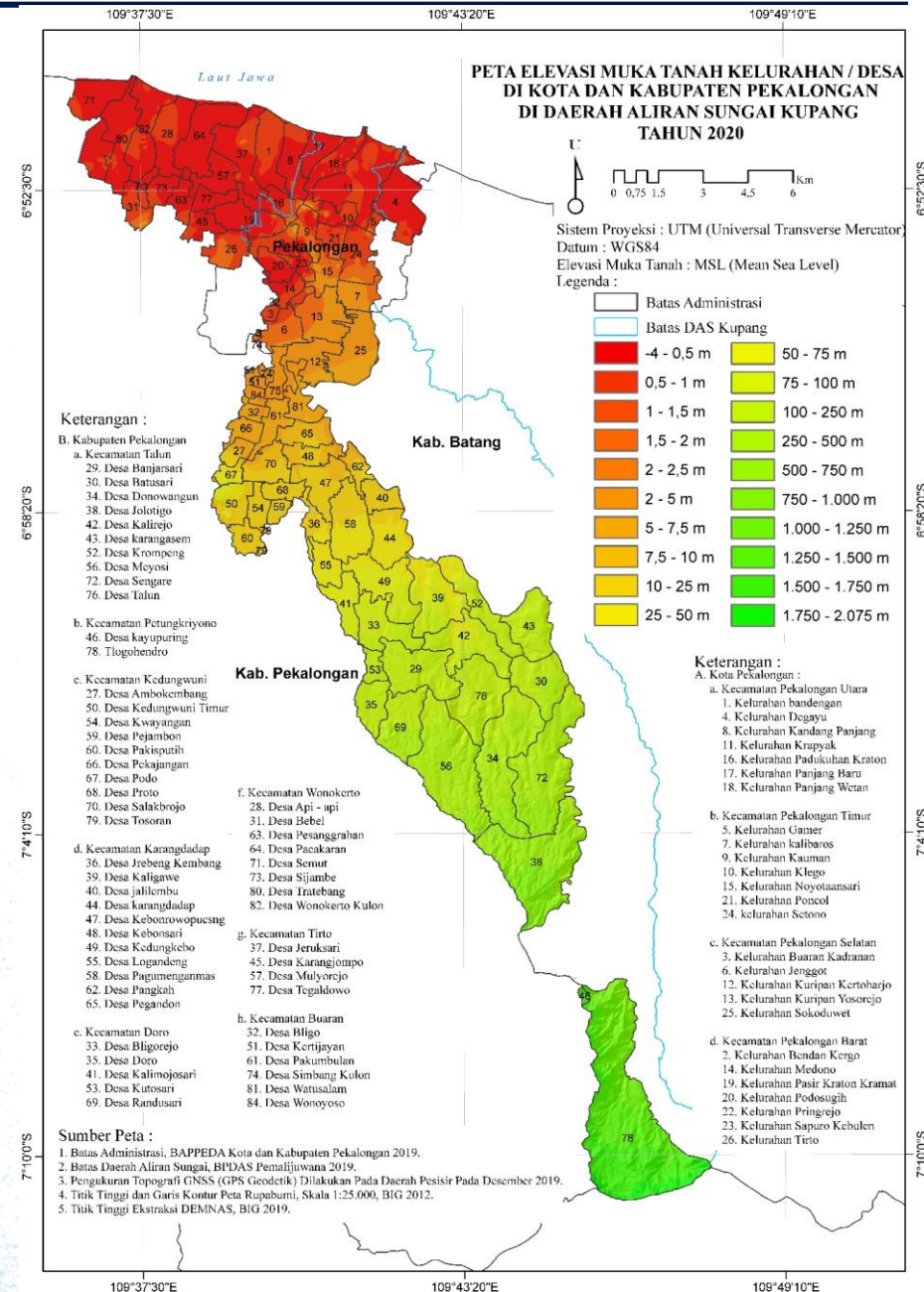
Ketiga analisa ini dilakukan untuk mengoreksi serta meningkatkan akurasi dari proses analisa kerentanan yang sifatnya spasial serta menjadi masukan bagi proses analisa bahaya.

a. Pembuatan *Digital Terrain Model* (DTM)

Daerah pesisir wilayah kajian memiliki topografi yang sangat datar dan sangat dipengaruhi oleh penurunan muka tanah. Untuk proses kajian yang sifatnya spasial, terutama untuk menganalisa wilayah pesisir, diperlukan data topografi wilayah dengan akurasi tinggi, yang saat ini belum dapat diperoleh dari data sekunder. Data sekunder yang tersedia dan umumnya digunakan adalah DEMNAS. Namun untuk kondisi wilayah kajian, DEMNAS bisa dikatakan kurang akurat dan dapat mempengaruhi akurasi hasil kajian. Oleh karena itu, di dalam kajian ini dilakukan pembuatan DTM untuk memberikan informasi spasial yang lebih detail.

Pembuatan DTM diawali dengan melakukan pemetaan elevasi muka tanah detail menggunakan instrumen GPS Geodetik di daerah sangat datar di pesisir Kota/Kabupaten Pekalongan yang menjadi bagian dari wilayah kajian. Data ini kemudian dimosaik dengan data DTM yang dibentuk dari peta dasar rupabumi skala 1:25.000 untuk memperoleh data *Digital Elevation Model* (DEM) keseluruhan wilayah studi.

DEM yang baru ini menjadi data masukan dalam proses pemodelan genangan, sehingga model yang terbentuk akan memiliki akurasi lebih tinggi dan lebih representatif terhadap kondisi wilayah kajian. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa **wilayah hilir dan pesisir memiliki elevasi yang relatif datar**, namun perlu menjadi catatan bahwa **terdapat titik-titik di wilayah pesisir yang ketinggiannya lebih rendah dari titik 0** (bahkan hingga -4 m) di bawah muka tanah. Wilayah ini umumnya adalah area yang telah tergenang permanen. Mulai dari wilayah tengah ke hulu, elevasi muka tanah semakin tinggi dan dengan rentang ketinggian 500-2.075 m; menunjukkan tingkat kelerengan yang cukup tinggi di wilayah tersebut.

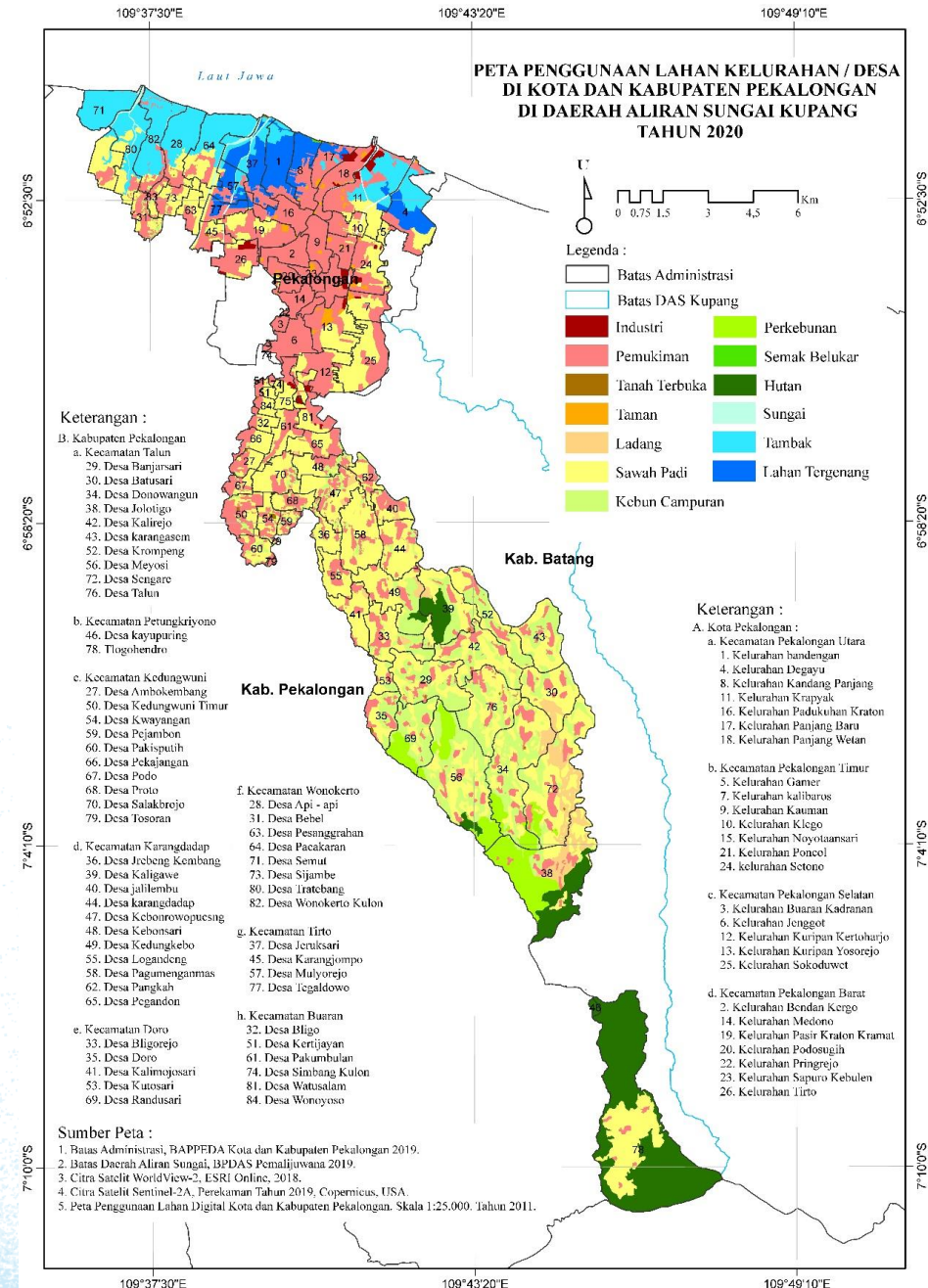


b. Guna Lahan

Pemutakhiran guna lahan dilakukan terhadap peta guna lahan terakhir yang dimiliki oleh Pemerintah Kabupaten dan Kota Pekalongan dengan menggunakan data satelit resolusi tinggi Sentinel 2A tahun 2019 (Copernicus USA, 2019), dan data satelit resolusi tinggi World View-2 (ESRI Online Basemap, 2018). Penggunaan lahan dari peta digital eksisting direklasifikasi dengan menggunakan data satelit terbaru, kemudian dilakukan proses mosaik dan pemotongan sesuai dengan wilayah kajian. Peta guna lahan terbaru ini digunakan untuk mengisi indikator kondisi *baseline* di dalam proses analisa serta digunakan sebagai peta dasar untuk melakukan proyeksi guna lahan di setiap periode analisa.

Hasi pemutakhiran guna lahan menunjukkan bahwa di tahun 2020, **mayoritas wilayah pesisir adalah lahan tambak dan tergenang**, dengan sedikit area permukiman. **Untuk wilayah hilir, guna lahan didominasi oleh lahan permukiman**, dengan sebagian kecil wilayah sawah di sisi timur dan barat wilayah kajian. Sementara untuk **wilayah tengah, guna lahan yang mendominasi adalah sawah padi** dengan area permukiman yang menyebar tetapi dengan luasan yang relatif lebih kecil. **Dominasi lahan produktif dan kawasan lindung semakin menonjol di wilayah hulu**, dimana jenis guna lahan merupakan campuran antara sawah padi, kebun campuran, perkebunan, ladang serta hutan (lindung dan produktif); dengan klaster-klaster permukiman kecil yang tersebar.

Di dalam proses kajian, dilakukan juga **proyeksi guna lahan dengan menggunakan simulasi *cellular automata*** yang merupakan model *spatial dynamic* untuk memproses perkembangan lahan secara *series* dari tahun ke tahun. Proyeksi guna lahan ini **digunakan sebagai dasar dalam melakukan proyeksi dimensi kerentanan**, utamanya komponen keterpaparan dan sensitivitas. Selain itu, proyeksi guna lahan **juga digunakan dalam proses analisa risiko untuk melihat dampak dari perubahan luasan genangan (permanen dan terjauh) terhadap guna lahan** di setiap periode; jenis guna lahan mana saja yang berpotensi tergenang, sehingga langkah antisipasi yang dilakukan dapat lebih tepat sasaran. Proyeksi guna lahan dilakukan dengan asumsi tidak ada perubahan luasan lahan total selama periode proyeksi.



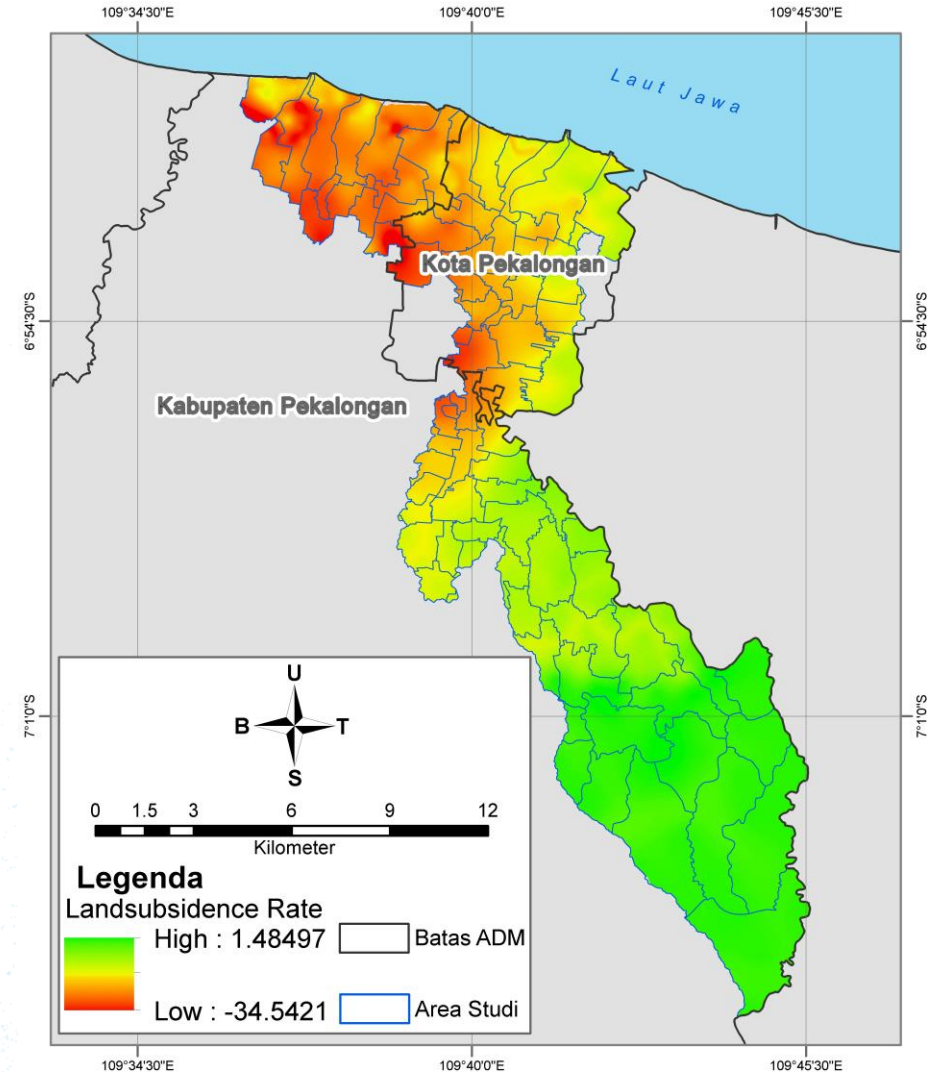
C. Penurunan Muka Tanah

Data penurunan muka tanah diperlukan dalam proses analisis spasial dalam upaya pengisian data pada indikator indeks keterpaparan, yaitu proporsi (%) luas area yang mengalami land subsidence per desa. Selain itu, distribusi spasial penurunan muka tanah ini juga dimanfaatkan sebagai salah satu faktor fisik lahan yang mempengaruhi proses modelling banjir di analisa bahaya, termasuk potensi timbulnya genangan permanen.

Pada kajian ini, data penurunan muka tanah diperoleh menggunakan analisis data satelit Sentinel-1 dengan metode diferensial interferometri SAR. Data yang diperoleh merupakan tingkat penurunan muka tanah untuk periode 2019 (Januari-Desember). Di dalam proses kajian, laju penurunan muka tanah diasumsikan konstan setiap tahun (tidak ada peningkatan maupun penurunan laju).

Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa **rentang laju penurunan muka tanah di wilayah kajian relatif tinggi**, yakni berkisar antara 0-34,5 cm/tahun (median $\pm$ 16,5 cm). Untuk **wilayah pesisir**, laju penurunan muka tanah memiliki kisaran antara 11-34,5 cm. Terlihat bahwa wilayah kajian yang berada di Kabupaten Pekalongan secara umum memiliki laju penurunan yang lebih tinggi dibandingkan pesisir Kota Pekalongan. **Desa Semut, Tratebang, Pacakaran adalah 3 desa pesisir yang memiliki spot dengan laju penurunan muka tanah hingga 34,5 cm/tahun**, selain juga Desa Bebel dan Karang Jompo di wilayah hilir.

Sementara untuk Kota Pekalongan, laju penurunan muka tanah tertinggi ada di **Kelurahan Tirto (mencapai 34,5 cm/tahun)**, Jenggut dan Buaran Kadranan. Penurunan muka tanah yang relatif tinggi untuk Kota Pekalongan umumnya ada di wilayah hilir serta daerah yang berbatasan dengan Kabupaten Pekalongan.



Peta Laju Penurunan Muka Tanah Tahun 2019 (Tim Penyusun, 2020)

Yang perlu menjadi perhatian juga adalah relatif tingginya laju penurunan muka tanah di **wilayah tengah**, dimana ada **daerah-daerah dengan laju penurunan pada kisaran 11-23 cm/tahun**. Meskipun angka ini masih berada di bawah laju di daerah hilir dan pesisir. Namun adanya tren penurunan muka tanah di wilayah tengah tetap perlu diwaspadai.

Di dalam proses kajian, data ini juga dibandingkan secara spasial dan non-spasial dengan hasil penelitian lainnya di wilayah Pekalongan. Penelitian Tim Geodesi ITB yang menyebutkan bahwa wilayah pesisir dan hilir Kota Pekalongan mengalami laju penurunan muka tanah rata-rata sebesar 1-10 cm/tahun pada periode penelitian 2012-2018; dengan ditemukan juga titik-titik dengan laju penurunan sebesar 15-20 cm/tahun pada interval waktu tertentu. Penelitian lain dari Kemitraan menyebutkan bahwa laju penurunan muka tanah pada kurun waktu 2015-2017 di wilayah pesisir dan hilir Pekalongan memiliki kisaran 11-30 cm (mencapai 34 cm di titik-titik tertentu) dan semakin mengecil ke arah selatan, dengan dominasi penurunan muka tanah di wilayah timur.

Secara spasial, terlihat juga bahwa kedua penelitian dan hasil kajian ini memiliki distribusi spasial laju penurunan muka tanah yang relatif sama. Namun di tahun 2019, hasil kajian ini menunjukkan bahwa penurunan muka tanah terlihat semakin meluas, terutama ke arah barat dan selatan; sehingga dominasi tidak lagi hanya di sisi timur. Dari sisi spasial dan non-spasial dapat dilihat bahwa data penurunan muka tanah dari kajian ini relatif selaras dengan data historis dari kajian lainnya. Perlu menjadi catatan bahwa kedua penelitian lain belum melewati tahap koreksi lapangan seperti yang telah dilakukan pada kajian ini.

03 ANALISA BAHAYA

3.1 Skenario Iklim

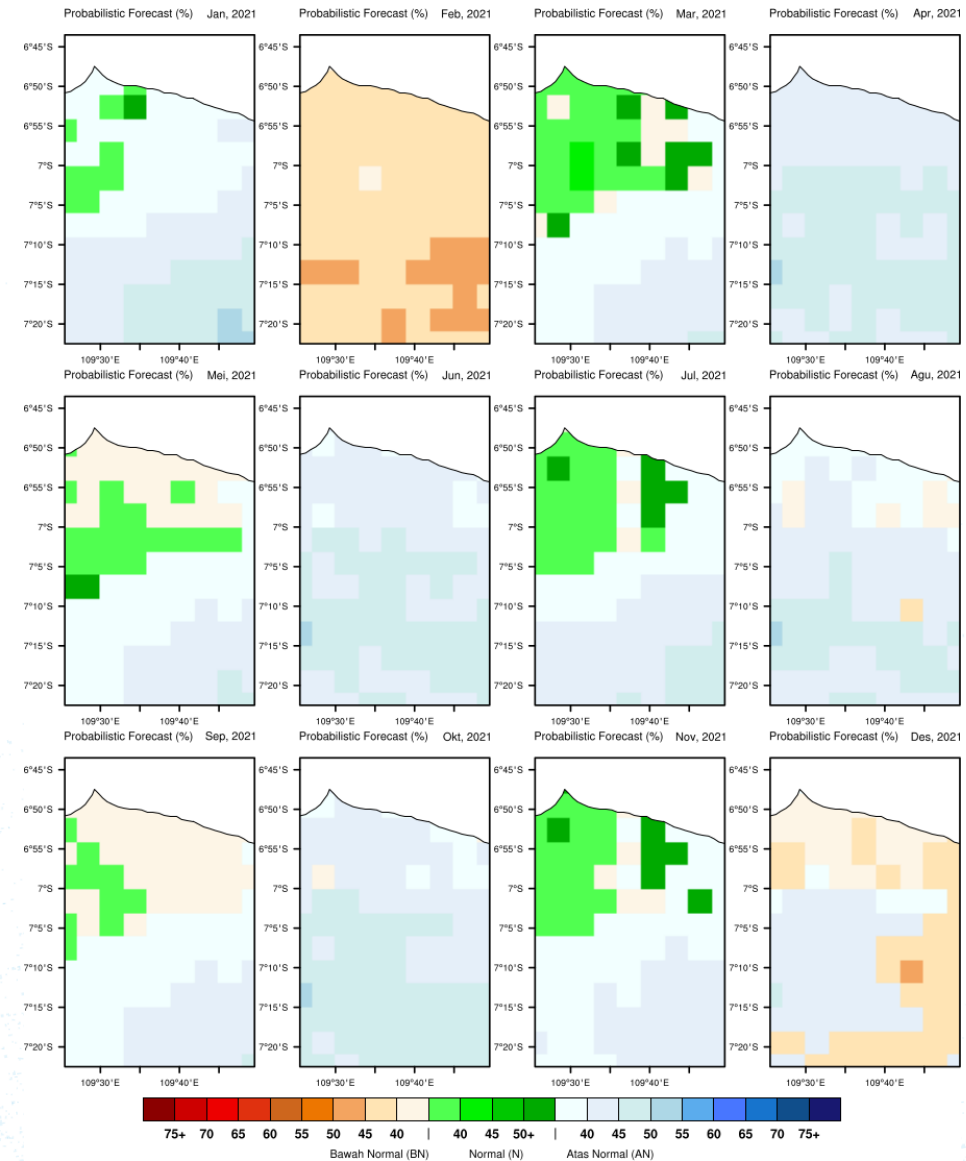
a. Prediksi Iklim Dasawarsa

Probabilitas sifat curah hujan bulanan serta nilai dan tren indeks ekstrim basah menjadi dua aspek yang dianalisa di dalam prediksi iklim dasawarsa untuk periode 2021-2035.

Analisa probabilitas sifat curah hujan bulanan menunjukkan **kecenderungan adanya dominasi sifat hujan Atas Normal (AN)**. Sebagai contoh, curah hujan AN pada tahun 2021 diprediksi akan cenderung lebih sering terjadi di wilayah kajian, kecuali untuk bulan Februari dan Desember, dengan dominasi kejadian terutama di wilayah hulu dan tengah. Sementara wilayah hilir dan pesisir pada tahun yang sama menunjukkan dominasi peluang sifat hujan Normal (N). Dominasi hasil prediksi peluang hujan AN juga ditemukan pada tahun-tahun berikutnya, dengan karakteristik nilai dan distribusi spasial yang berbeda.

Adanya kecenderungan probabilitas lebih banyaknya hujan di wilayah hulu dapat menjadi salah satu indikasi perlunya perhatian pengelolaan sistem DAS secara menyeluruh meliputi keseluruhan bagian mulai dari hulu hingga hilir. Penanganan di wilayah hulu perlu difokuskan untuk mengurangi limpasan air yang sampai ke wilayah tengah dan hilir. Sehingga limpasan yang sampai di wilayah hilir atau pesisir tidak sampai memperparah kejadian banjir di wilayah tersebut, terutama jika berbarengan dengan waktu terjadi pasang yang menyebabkan banjir rob.

Indeks ekstrim basah yang dianalisa di bawah prediksi iklim dasawarsa meliputi: 1) **Rx1day** yaitu curah hujan harian yang tertinggi dalam 1 tahun; 2) **Rx5day** yaitu curah hujan kumulatif 5-harian yang tertinggi dalam 1 tahun; dan 3) **R20mm** yaitu jumlah hari hujan dalam setahun dengan nilai curah hujan harian lebih dari 20 mm.



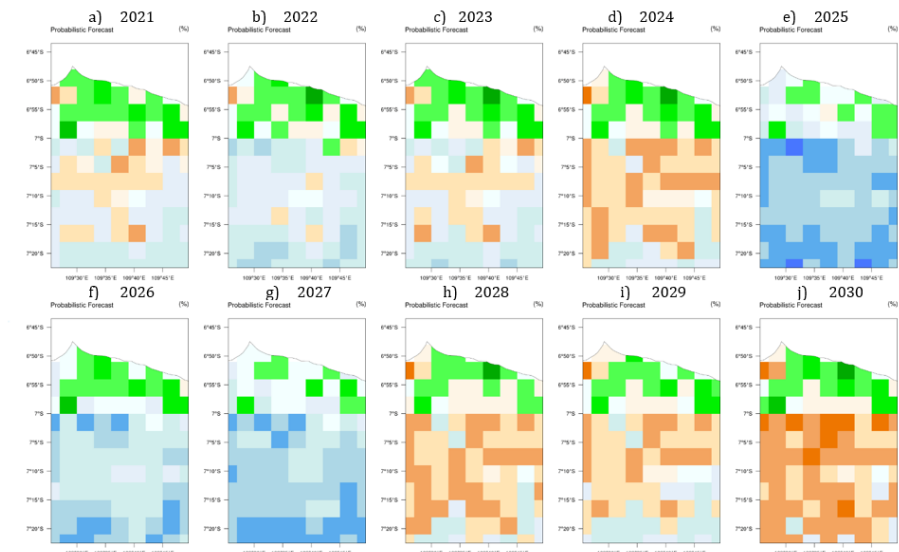
Prediksi Iklim Dasawarsa - Probabilistik Sifat Curah Hujan Bulanan Periode Januari-Desember 2021 (Tim Penyusun 2020)

Data historis dan prediksi menunjukkan indikasi **menurunnya intensitas hujan harian maksimum tahunan**. Prediksi Rx1day di wilayah pesisir secara umum berada pada rentang 60-70 mm, sedangkan di wilayah hulu pada kisaran 80-90 mm. Peningkatan Rx1day pada wilayah pesisir diprediksi terjadi pada tahun 2032-2034 dengan kisaran nilai 90-100 mm. Dari sisi probabilistik kejadian, prediksi dasawarsa menunjukkan **dominasi peluang kondisi AN untuk Rx1day, dengan peluang kejadian lebih tinggi di hulu dibandingkan di hilir dan pesisir**.

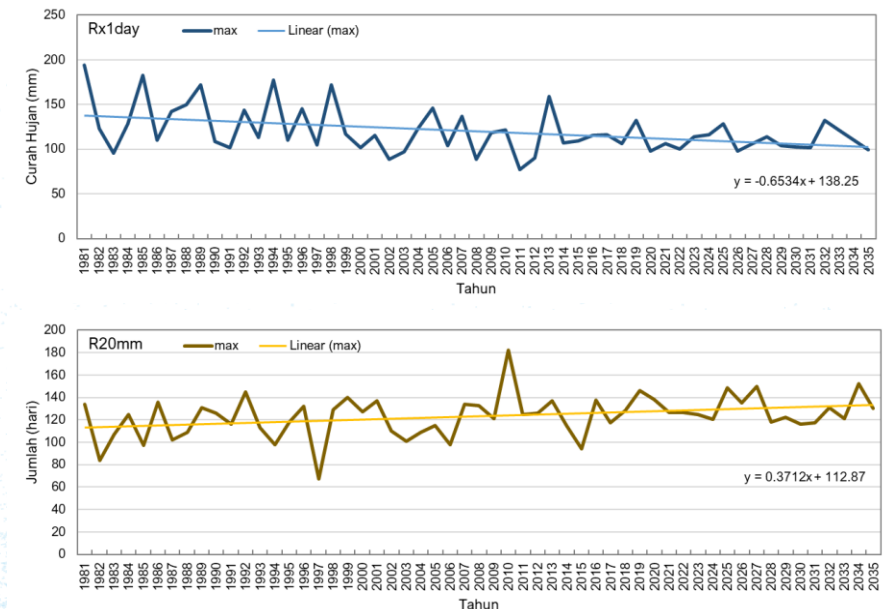
Sama halnya dengan Rx1day, secara umum prediksi menunjukkan **penurunan variabilitas data Rx5day** dibandingkan dengan kondisi historis. Nilai prediksi untuk Rx5day di wilayah pesisir cenderung stabil dengan kisaran nilai 160-180 mm, sedangkan di wilayah hulu diprediksi terjadi peningkatan pada tahun 2025 dengan kisaran nilai 240 mm. Dari sisi probabilistik kejadian, **dominasi peluang kategori AN lebih banyak ditemukan di wilayah hulu dan hilir** dibandingkan wilayah tengah, **dengan wilayah dominasi tidak seluas prediksi probabilistik indeks Rx1day**.

Berbanding terbalik dengan Rx1day dan Rx5day, terdapat **kecenderungan peningkatan intensitas dari data prediksi** serta perbedaan lokasi dengan kecenderungan dominasi peluang AN. Prediksi probabilistik menunjukkan **kondisi AN berpotensi lebih tinggi terjadi di wilayah hulu dan tengah**, sementara kondisi N berpotensi mendominasi wilayah pesisir. Dari sisi intensitas, nilai R20mm diprediksi tidak mengalami perubahan tren pada wilayah pesisir yaitu berkisar pada nilai 60 hari, sementara di wilayah hulu diprediksi terjadi peningkatan pada tahun 2025 dan 2034 dengan kisaran nilai 130 hari.

Secara umum hasil prediksi iklim dasawarsa mengindikasikan **kemungkinan terjadinya penurunan intensitas indeks ekstrim basah**, namun **dengan kondisi jumlah kejadian ekstrim basah yang semakin meningkat**.



Prediksi Peluang Sifat Indeks Ekstrim Basah R20mm Untuk Tahun 2021-2030 (Tim Penyusun, 2020)



Tren Historis dan Prediksi Dasawarsa Indeks Ekstrim Basah Rx1day (atas) dan R20 mm (bawah)

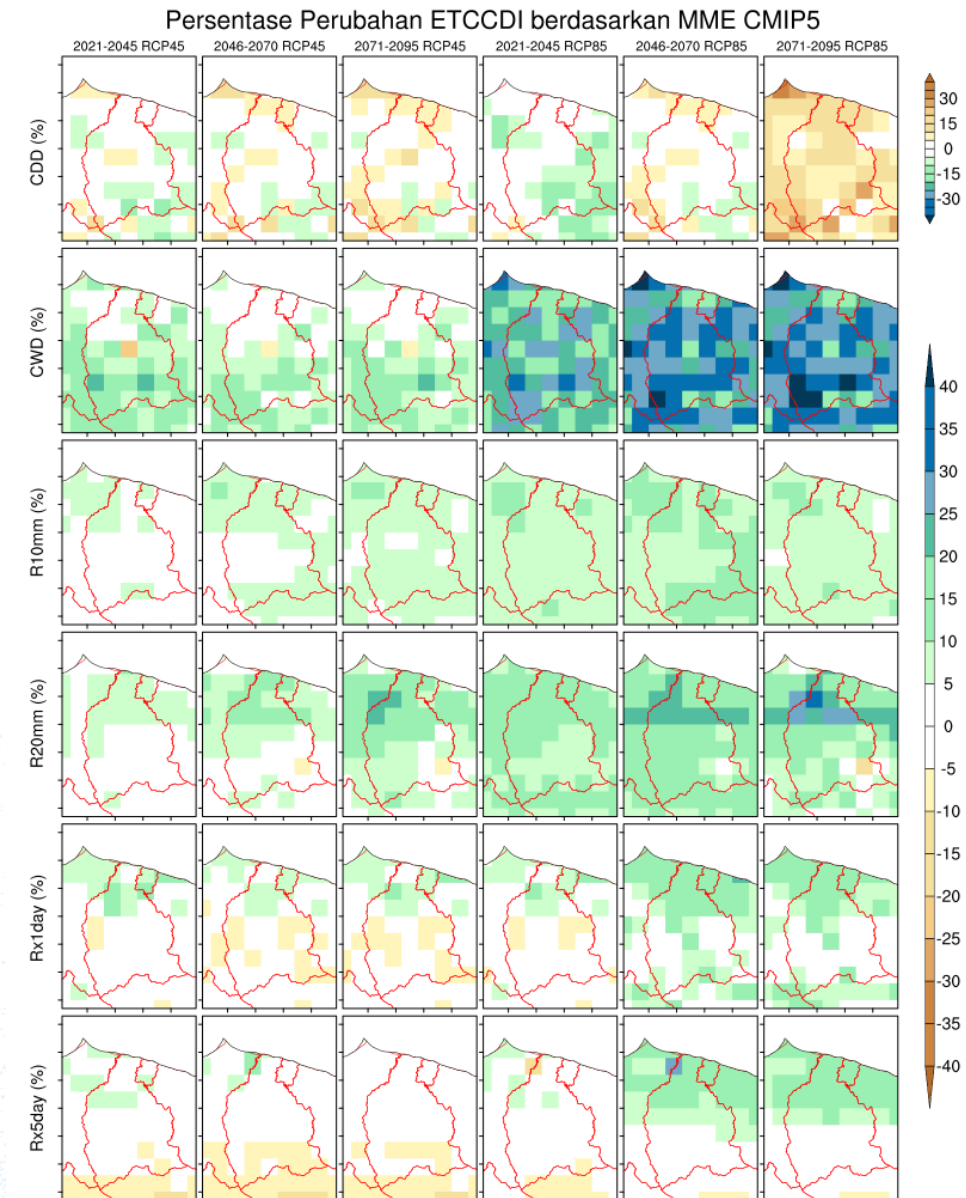
(Tim Penyusun, 2020)

b. Proyeksi Iklim Jangka Panjang

Proyeksi iklim jangka panjang dilakukan untuk 2 skenario, yakni 1) RCP 4.5 yang mewakili kondisi moderat dengan skenario upaya mitigasi menengah untuk menjaga tingkat *radiative forcing*, dan 2) RCP 8.5 mewakili kondisi ekstrim dengan skenario tidak ada usaha membatasi emisi gas rumah kaca. Periode yang digunakan untuk proyeksi iklim jangka panjang adalah 2021-2095.

Indeks ekstrim yang dianalisa di dalam proyeksi ini adalah **Consecutive Dry Days (CDD)**, **Consecutive Wet Days (CWD)**, **R10mm**, **R20mm**, **Rx1day** dan **Rx5day**. Indeks **Rx1day**, **Rx5day**, dan **R20mm** merupakan acuan untuk kondisi ekstrem basah yang memiliki kaitan kuat dengan kejadian banjir dan tanah longsor. Sementara CDD mewakili kondisi ekstrem kering karena memberikan informasi mengenai waktu terpanjang dengan hari tanpa hujan berturut-turut pada periode tertentu sehingga sangat identik dengan kekeringan.

Hasil proyeksi iklim jangka panjang mengindikasikan **wilayah kajian akan mengalami kondisi yang lebih basah**. Analisis spasial menunjukkan **peningkatan persentase intensitas dan frekuensi kejadian curah hujan ekstrim terutama di wilayah pesisir** seperti diindikasikan oleh peningkatan persentase perubahan indeks Rx1day, Rx5day, R10mm dan R20mm. Khusus untuk RCP4.5 penurunan persentase indeks RX1day dan Rx5day di wilayah hulu cenderung lebih besar dan lebih luas dibandingkan dengan persentase peningkatan di wilayah hilir. Proyeksi indeks **CWD memperkuat peluang kondisi wilayah yang semakin basah dengan deret hari hujan yang semakin lama**, dimana pada skenario RCP8.5 peningkatan persentasenya diperkirakan mencapai >40%. Disisi lain, deret hari kering yang direpresentasikan oleh nilai **CDD menunjukkan adanya perubahan persentase yang tidak terlalu signifikan** di masa depan.



Persentase Perubahan Indeks Ekstrim Poyeksi Iklim Jangka Panjang (Tim Penyusun, 2020)

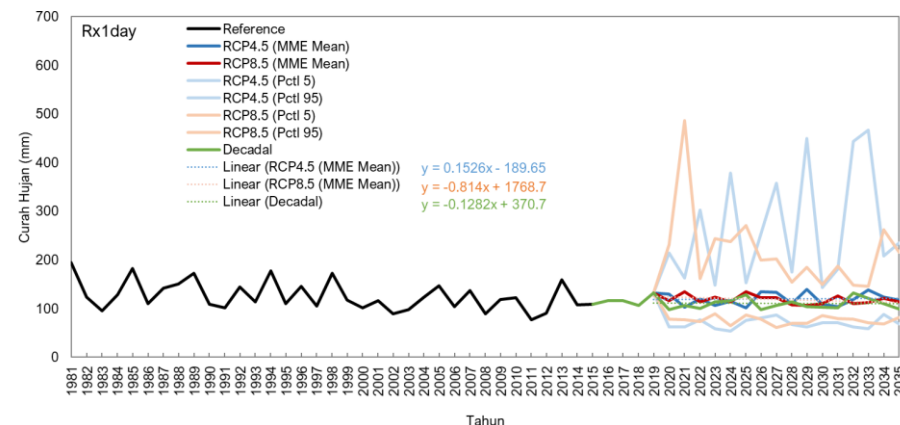
c. Rentang Ketidakpastian

Proses permodelan iklim sangat dipengaruhi dan terkait erat dengan aspek ketidakpastian. Penggunaan dua proses permodelan iklim di dalam kajian, yakni prediksi iklim dasawarsa dan proyeksi iklim jangka panjang tidak dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan hasil dari kedua proses permodelan, melainkan digunakan untuk melihat rentang ketidakpastian dari hasil simulasi.

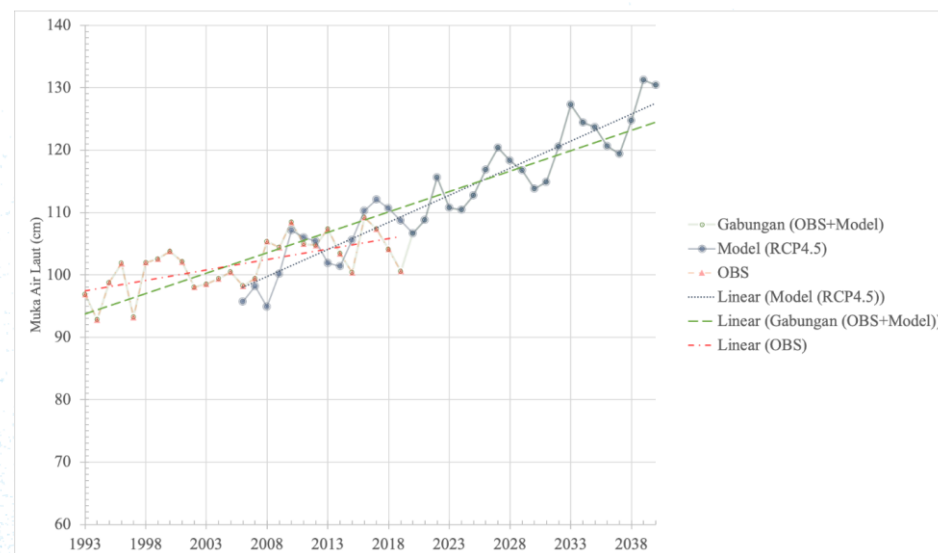
Analisis tren untuk periode data prediksi/proyeksi yang sama (periode 2021-2035) dari prediksi dasawarsa dan jangka panjang menunjukkan adanya kesepakatan berkaitan dengan tren Rx1day, yaitu tren penurunan antara prediksi dasawarsa dan skenario RCP8.5 dengan laju penurunan masing-masing sebesar 0,13 dan 0,81 mm/tahun. Tren berbeda ditunjukkan oleh skenario RCP4.5 yang justru menunjukkan laju peningkatan sebesar 0,15 mm/tahun. Arah dan laju tren dari rentang data yang relatif lebih singkat ini (hanya periode 2021-2035) kemungkinan akan berbeda dengan yang dihasilkan apabila menggunakan data yang lebih panjang (periode 2021-2095).

3.2 Kenaikan Muka Air Laut

Kenaikan muka air laut untuk wilayah Pekalongan diproyeksikan hingga tahun 2040. Hasil kombinasi antara observasi dan luaran model RCP4.5 menunjukkan **kenaikan muka air laut untuk wilayah ini berada pada kisaran 0.81 cm/tahun** dengan $R^2 = 0.8341$. Angka kenaikan ini konsisten dengan hasil di dalam laporan Indonesia *Third National Communication* tahun 2017. Laju kenaikan ini lebih tinggi dari laju kenaikan rata-rata di Laut Jawa yang sebesar 0,39 cm/tahun. Dengan laju kenaikan tersebut, nilai muka air laut di perairan Pekalongan akan mencapai nilai 130 cm pada tahun 2040.



Rentang ketidakpastian diwakili oleh nilai persentil ke-5 dan persentil ke-95 dari MME masing-masing untuk skenario RCP4.5 dan RCP8.5 (Tim Penyusun, 2020)



Proyeksi Kenaikan Muka Air Laut Wilayah Pekalongan (Tim Penyusun, 2020)

3.3 Permodelan Genangan

Permodelan genangan dilakukan dengan menggunakan nilai ekstrim dari masing-masing input. Untuk limpasan hujan menggunakan data Rx1day maksimum di masing-masing grid yang diperoleh dari perhitungan prediksi dasawarsa, serta nilai persentil ke-95 untuk skenario RCP4.5 dan RCP8.5. Sementara banjir rob menggunakan persentil ke-90 tinggi air pasang-surut pada periode observasi. Penurunan muka tanah menggunakan data analisa tahun 2019 dengan asumsi laju penurunan konstan sepanjang waktu. Data prediksi dasawarsa digunakan untuk menampilkan kemungkinan berdasarkan pengaruh faktor alami terhadap variabilitas iklim dalam skala waktu antar tahun dan dasawarsa. Sementara nilai persentil ke-95 skenario RCP untuk merepresentasikan kemungkinan terparah dari rentang ketidakpastian yang dihasilkan oleh model pada tiap skenario.

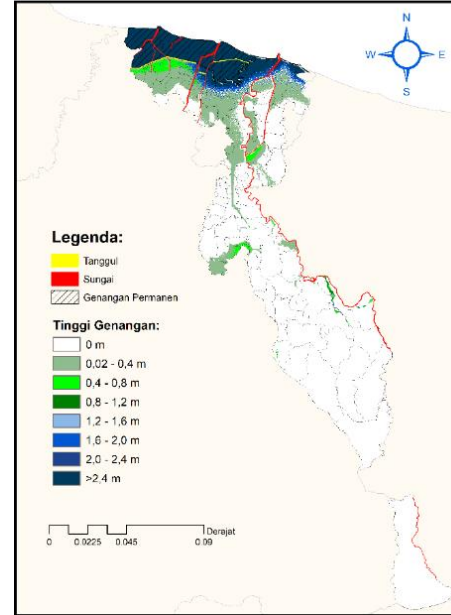
Simulasi dilakukan dengan melihat keadaan ketika terjadi pasut dan hujan ekstrim untuk menginkorporasikan interaksi antara air hujan dengan air laut. Selain dari input data hujan, interaksi antara air hujan dan air laut ini juga menjadi faktor pembeda antara simulasi berbasis prediksi dasawarsa dan proyeksi skenario RCP4.5.

Model spasial genangan yang dibangun dibagi menjadi tiga kelompok yakni, model genangan banjir total (*total flood*) yang merupakan gabungan antara rob (*tidal flood*) dan banjir limpasan akibat hujan ekstrim (*rain flood*), serta model terpisah untuk masing-masing rob dan banjir limpasan.

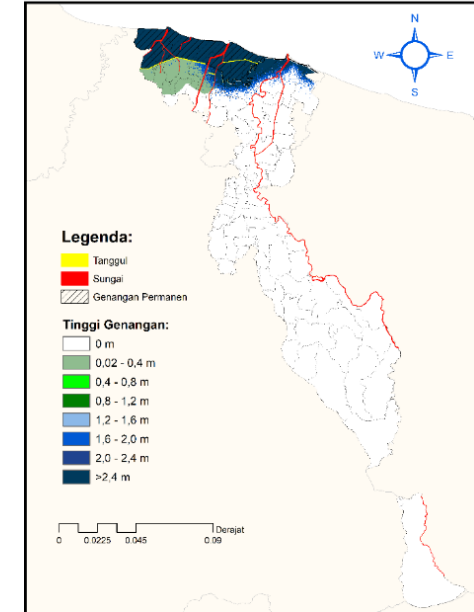
a. Periode Observasi (2015-2019)

Simulasi model genangan pada periode observasi menjadi *baseline* untuk membandingkan luaran model hasil prediksi/proyeksi dengan kondisi eksisting. Data ketinggian lahan yang digunakan untuk simulasi periode ini adalah DTM terkoreksi tahun 2020, sementara curah hujan ekstrim menggunakan nilai maksimum Rx1day pada periode 2015-2019.

Inundation Level (Total Flood)
Observation (2020)



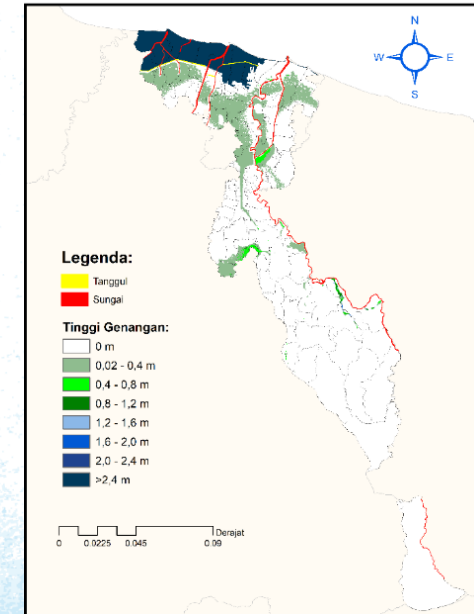
Inundation Level (Tidal Flood)
Observation (2020)



Pada periode observasi, tinggi genangan total di wilayah pesisir didominasi oleh banjir rob, dimana untuk wilayah pesisir yang berbatasan langsung dengan laut memiliki ketinggian genangan >2m. Genangan cukup tinggi (hingga 0,8 m) juga bisa ditemukan di wilayah tengah seperti Pakisputih, Pejambon, dan Kuripan Yosorejo.

Untuk wilayah yang jauh dari pesisir, timbulnya genangan didominasi oleh banjir limpasan hujan akibat hujan ekstrim.

Inundation Level (Rain Flood)
Observation (2020)



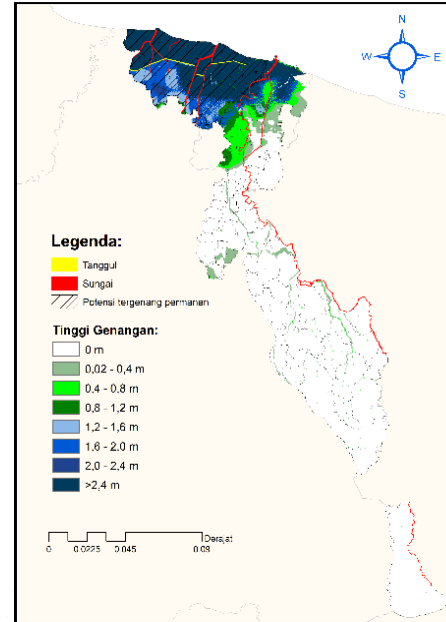
b. Permodelan Genangan 2021-2035

Dengan menginklusikan faktor kenaikan muka air laut, laju penurunan muka tanah yang konstan, guna lahan eksisting serta perubahan intensitas curah hujan, hasil simulasi menunjukkan bahwa area genangan akan semakin luas di tiap periode proyeksi. Secara umum, perbedaan hasil simulasi RCP 4.5 dan dasawarsa lebih signifikan terlihat pada area genangan akibat banjir limpasan

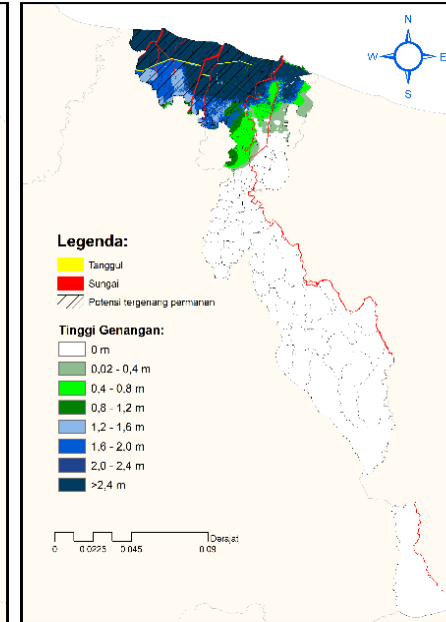
Hasil simulasi model memperlihatkan bahwa tinggi genangan *rain flood* berada pada rentang 0-0,4 m dan tidak mengalami perubahan yang signifikan secara spasial di berbagai periode waktu. **Kenaikan tinggi genangan *rain flood* terjadi pada beberapa *grid* di wilayah timur dan tengah seperti Klego, Poncol, Wonokerto Wetan; hingga ke Pakisputih dan Kalilembu di periode 2026-2030 dengan kisaran ketinggian genangan 0,8-1,6 m, namun dengan luasan terdampak yang relatif kecil.** Di wilayah tengah juga ditemukan wilayah yang terjepit oleh rob dan banjir limpasan, seperti Klego, Poncol dan Wonokerto Wetan.

Peningkatan luasan dan tinggi genangan yang lebih signifikan ditemukan pada simulasi *tidal flood*, dengan konsentrasi genangan di wilayah pesisir. Simulasi model genangan pada berbagai periode menunjukkan adanya peningkatan tinggi genangan hingga mencapai >2.4 m di akhir periode proyeksi, dengan area genangan yang semakin meluas.

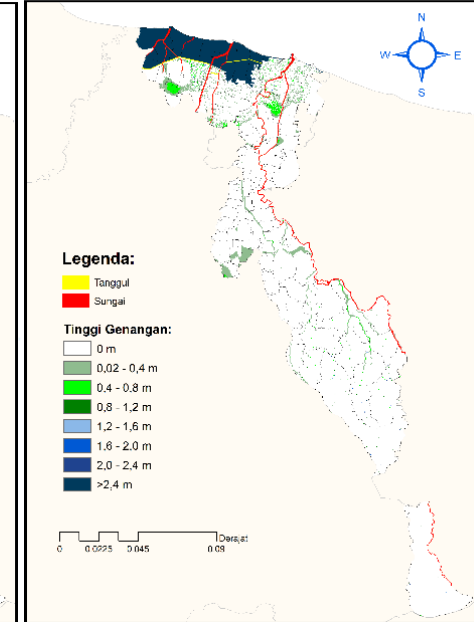
Inundation Level (Total Flood)
Decadal Prediction (2021-2025)



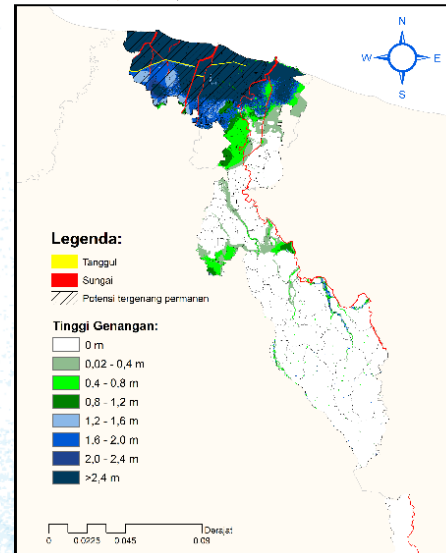
Inundation Level (Tidal Flood)
Decadal Prediction (2021-2025)



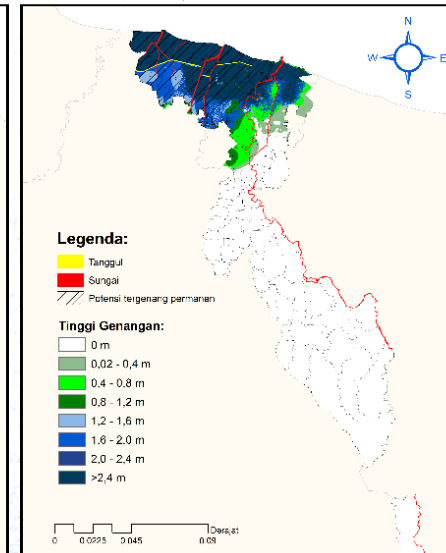
Inundation Level (Rain Flood)
Decadal Prediction (2021-2025)



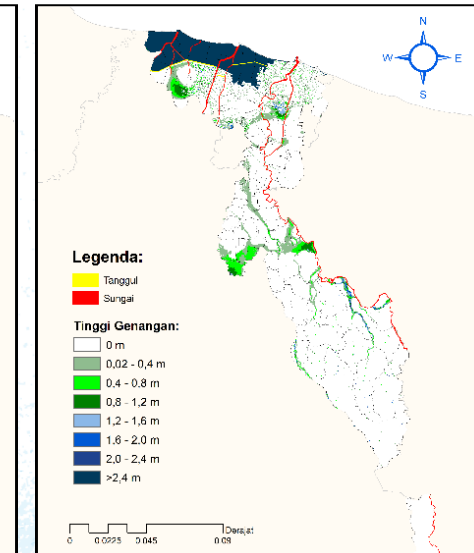
Inundation Level (Total Flood)
RCP 4.5 Scenario (2021-2025)



Inundation Level (Tidal Flood)
RCP 4.5 Scenario (2021-2025)



Inundation Level (Rain Flood)
RCP 4.5 Scenario (2021-2025)



Simulasi Model Genangan Periode 2021-2025 Untuk Prediksi Dekadal (atas) dan RCP 4.5 (Bawah) (Tim Penyusun, 2020)

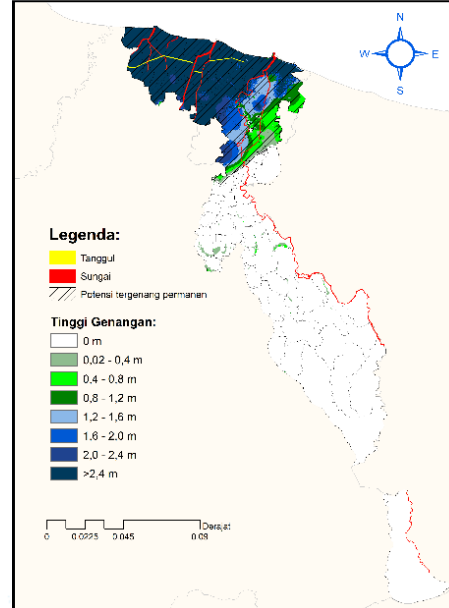
Di periode 2021-2025 (gambar di halaman 21), **genangan dengan ketinggian >2m diprediksi akan meluas ke selatan dari daerah pesisir, dan akan semakin meluas hingga daerah timur** (Degayu, Gamer, Setono, Klego dan Kauman dengan tinggi genangan mencapai 1,2 m) di periode 2031-2035 (gambar di samping). Genangan di dekat pesisir ini didominasi oleh rob.

Terjadinya banjir limpasan dalam waktu bersamaan atau berdekatan, dapat memperparah kondisi genangan di wilayah timur tersebut, dengan potensi tinggi genangan mencapai 2 m. Wilayah tergenang permanen juga diperkirakan akan semakin meluas setiap periodenya. Semakin meluasnya genangan permanen disebabkan oleh semakin luasnya lahan di wilayah kajian yang memiliki ketinggian tanah di bawah tinggi muka laut rata-rata.

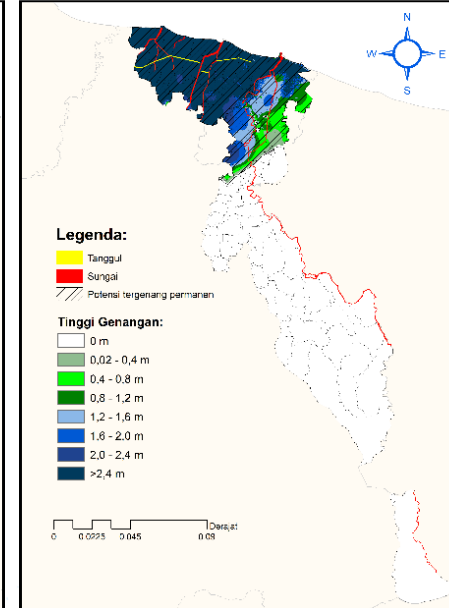
Dengan memperhatikan perubahan luasan dan tinggi genangan di setiap periode proyeksi, **beberapa wilayah yang berpotensi mengalami peningkatan genangan cukup signifikan antara lain:** Tirto, Pasir Kraton, Padukuhan Kraton, Karang Jompo, Tegaldowo, Bebel, Pesanggrahan, Sijambe, dan Wonokerto Wetan. Sementara itu, wilayah lainnya yang juga perlu diwaspadai mengalami peningkatan genangan di masa depan, diantaranya Sapuro Kebulen, Bendan Kregon, Medono, Podosugih, Pringrejo, Buaran Kradanan, Jenggot, Gamer, Kauman, Klego, dan Poncol.

Dari sisi pengaruh kejadian, pada berbagai periode proyeksi terlihat bahwa **terbentuknya genangan lebih cenderung dipengaruhi oleh kejadian rob**, dibandingkan banjir limpasan. Namun **banjir limpasan dapat memperparah kondisi genangan di suatu daerah**.

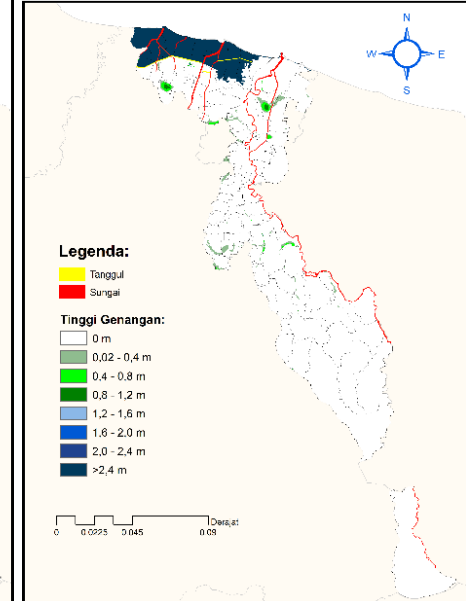
Inundation Level (Total Flood)
Decadal Prediction (2031-2035)



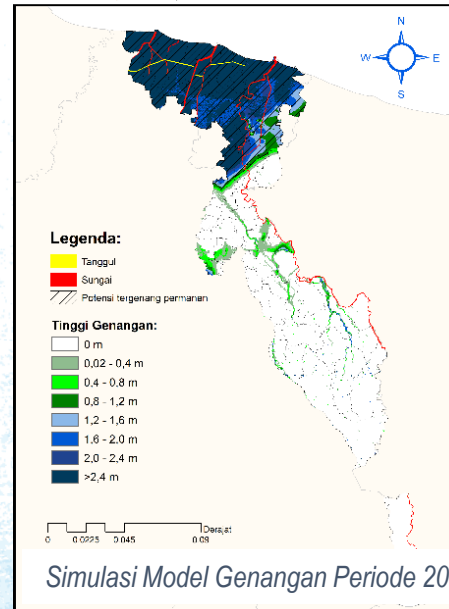
Inundation Level (Tidal Flood)
Decadal Prediction (2031-2035)



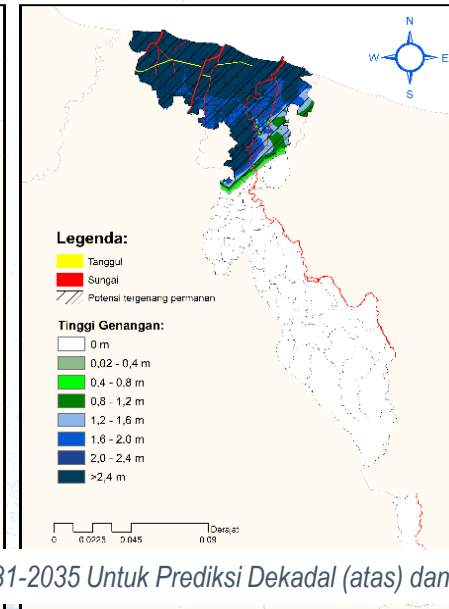
Inundation Level (Rain Flood)
Decadal Prediction (2031-2035)



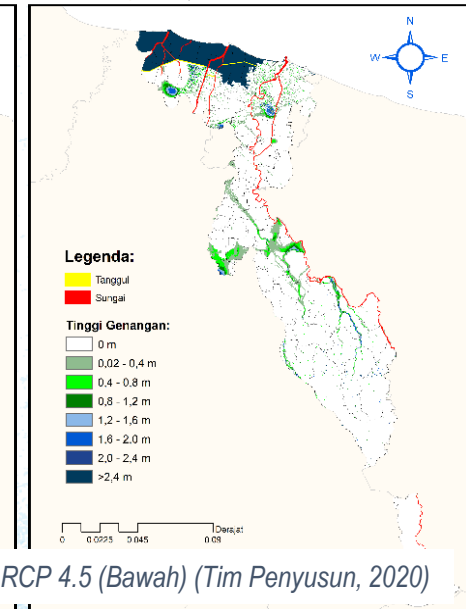
Inundation Level (Total Flood)
RCP 4.5 Scenario (2031-2035)



Inundation Level (Tidal Flood)
RCP 4.5 Scenario (2031-2035)



Inundation Level (Rain Flood)
RCP 4.5 Scenario (2031-2035)



Simulasi Model Genangan Periode 2031-2035 Untuk Prediksi Dekadal (atas) dan RCP 4.5 (Bawah) (Tim Penyusun, 2020)

3.4. Permodelan Bahaya

Nilai indeks bahaya dirumuskan dengan mengklasifikasikan tinggi genangan di wilayah kajian ke dalam 6 kelas, mulai dari tidak terdampak hingga sangat tinggi.

a. Periode Observasi

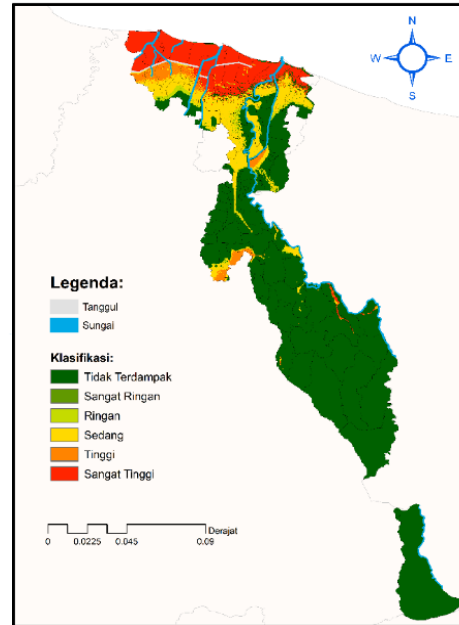
Indeks bahaya pada **periode observasi menunjukkan bahwa tingkat bahaya di sebagian besar wilayah pesisir, kecuali pesisir timur (Degayu dan Krapyak), memiliki kategori bahaya sangat tinggi**. Dominasi kategori tinggi ditemukan di wilayah selatan tanggul, diantaranya: Wonokerto Kulon, Tratebang, Wonokerto Kulon, Api-Api, Pecakaran; serta juga di serta beberapa lokasi di wilayah tengah seperti Pakisputih, Pejambon, dan Kuripan Yosorejo. Sementara beberapa wilayah lain yang didominasi oleh banjir limpasan hujan memiliki indeks bahaya sedang.

b. Periode Proyeksi (2021-2035)

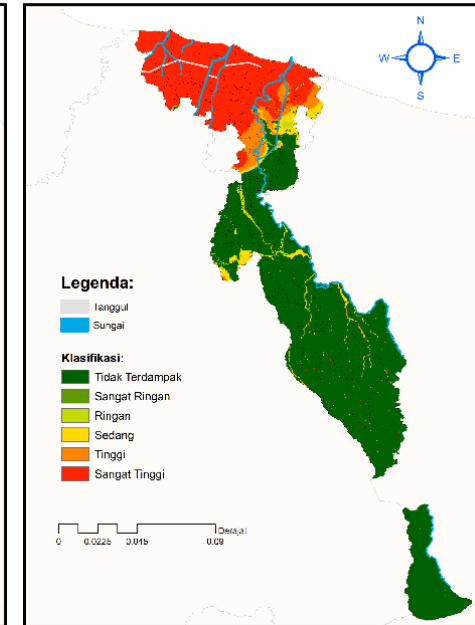
Prediksi dasawarsa di setiap periode menunjukkan peningkatan bahaya di wilayah kajian, terutama ke wilayah selatan dan tengah. Pada tahun 2021-2025 dan 2026-2030, kategori bahaya meningkat hingga ke tingkat sangat tinggi di daerah selatan tanggul hingga wilayah Medono. Peningkatan juga ditemukan di pesisir timur, dari tingkat sedang menjadi ke mayoritas berkategori sangat tinggi. Untuk periode 2031-2035, perubahan paling signifikan terjadi di wilayah selatan kota Pekalongan yang mengalami peningkatan kategori bahaya, dari sedang atau tidak terdampak menjadi tinggi atau sedang.

Penyusunan indeks bahaya dengan skenario RCP4.5 menunjukkan pola yang tidak terlalu berbeda dari prediksi dasawarsa, walaupun terdapat kecenderungan hasil proyeksinya memiliki tingkat bahaya yang lebih tinggi dibandingkan dengan simulasi dasawarsa. Skenario RCP 4.5 ini difungsikan untuk mengilustrasikan kondisi yang lebih buruk jika dibandingkan dengan prediksi dekadal.

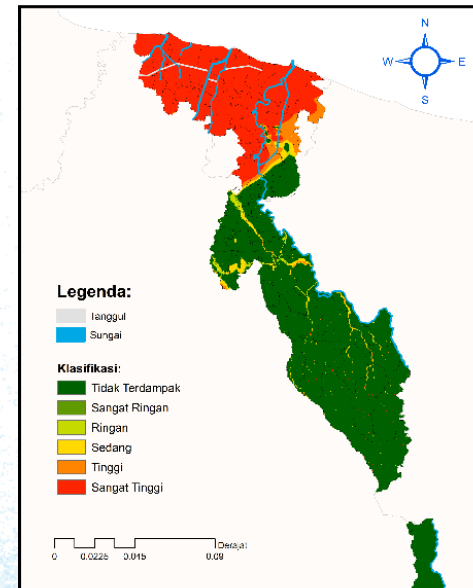
Hazard Classification (2020)
Observation



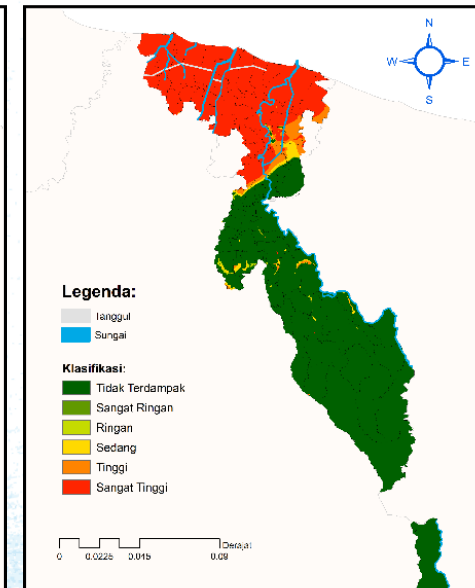
Hazard Classification (2021-2025)
Decadal Prediction



Hazard Classification (2026-2030)
Decadal Prediction



Hazard Classification (2031-2035)
Decadal Prediction



Peta Bahaya Periode Observasi dan Prediksi Dekadal (Tim Penyusun, 2020)

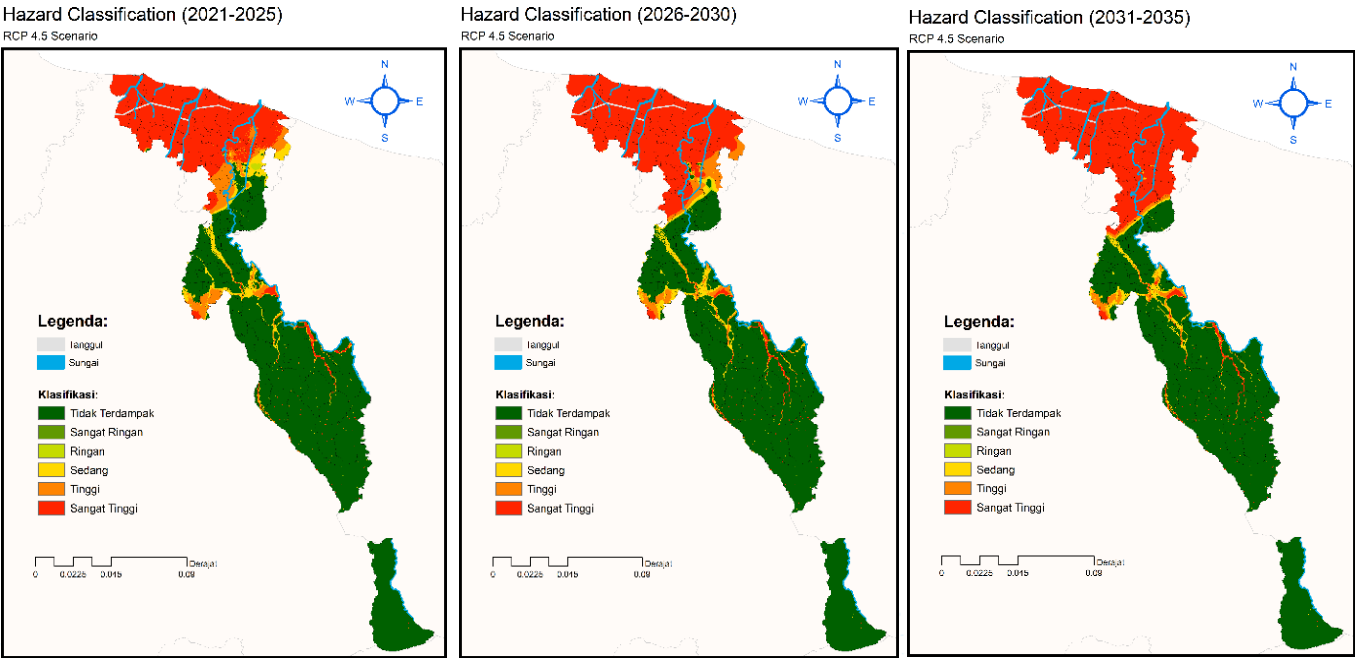
Seperti halnya tingkat bahaya pada prediksi dasawarsa, secara umum bagian utara wilayah kajian mengalami peningkatan kategori bahaya, dari sedang/tinggi menjadi sangat tinggi pada proyeksi RCP 4.5. Perbedaan yang cukup mencolok terlihat di bagian tengah wilayah kajian yang memiliki tingkat bahaya yang jauh lebih tinggi dibandingkan hasil prediksi dasawarsa.

Beberapa daerah di wilayah tengah seperti Jalilembu, Pejambon, Pakisputih, dan Kwayangan memiliki kategori bahaya sedang hingga sangat tinggi. Tingginya tingkat bahaya di daerah ini disebabkan topografi daerah tersebut yang menjadi tempat limpasan hujan.

Dilihat dari jumlah desa yang terdampak, untuk Kabupaten Pekalongan, kedua skema proyeksi bahaya menunjukkan bahwa jumlah desa yang memiliki tingkat bahaya ST pada periode 2031-2035 akan meningkat hingga 2x lipat dari kondisi observasi (dari 6 desa menjadi 13-14 desa).

Peningkatan yang lebih signifikan terjadi di Kota Pekalongan, dimana pada periode 2031-2035 jumlah kelurahan dengan tingkat bahaya ST berada pada kisaran 18-22 kelurahan, dari awalnya 3 kelurahan pada periode observasi. Peningkatan ini terjadi seiring dengan menurunnya jumlah kelurahan dengan tingkat bahaya SR dan R.

Untuk keseluruhan wilayah kajian, desa/kelurahan dengan indeks bahaya ST diperkirakan akan meningkat dari 10,7% di periode observasi menjadi 25%, 32,1% dan 38,9% berturut-turut untuk periode 2021-2025, 2026-2030, dan 2031-2035 berdasarkan prediksi dasawarsa. Sedangkan berdasarkan proyeksi skenario RCP4.5, peningkatan akan mencapai 26,2%, 38,1% dan 42,9% di periode 2031- berturut-turut untuk periode 2021-2025, 2026-2030, dan 2031-2035.



Indeks Bahaya Banjir Proyeksi Skenario RCP 4.5 (Tim Penyusun, 2020)

Tingkat Bahaya	Observasi	Dasawarsa				Observasi	Skenario (RCP4.5)			
	2015-2019	2021-2025	2026-2030	2031-2035		2015-2019	2021-2025	2026-2030	2031-2035	
Tidak Terdampak	17	5	12	21		17	4	3	4	
Sangat Ringan	38	43	33	24		38	38	37	33	
Ringan	12	3	4	1		12	6	5	4	
Sedang	6	2	3	3		6	4	4	4	
Tinggi	2	10	5	4		2	10	3	3	
Sangat Tinggi	9	21	27	31		9	22	32	36	

Jumlah Desa dan Tingkat Bahaya di Wilayah Kajian (Tim Penyusun, 2020)

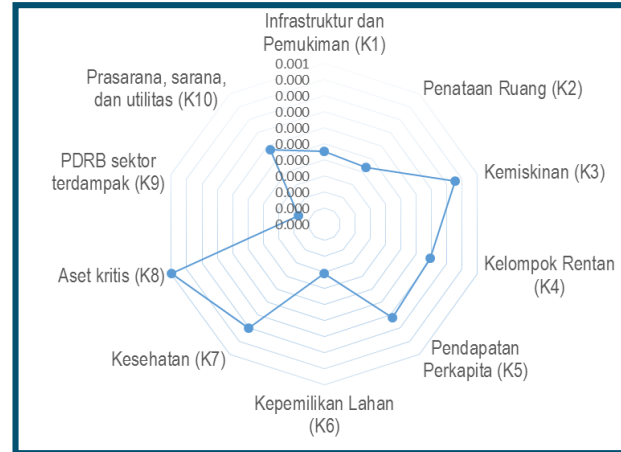
04 ANALISA KERENTANAN

4.1 Kondisi Baseline

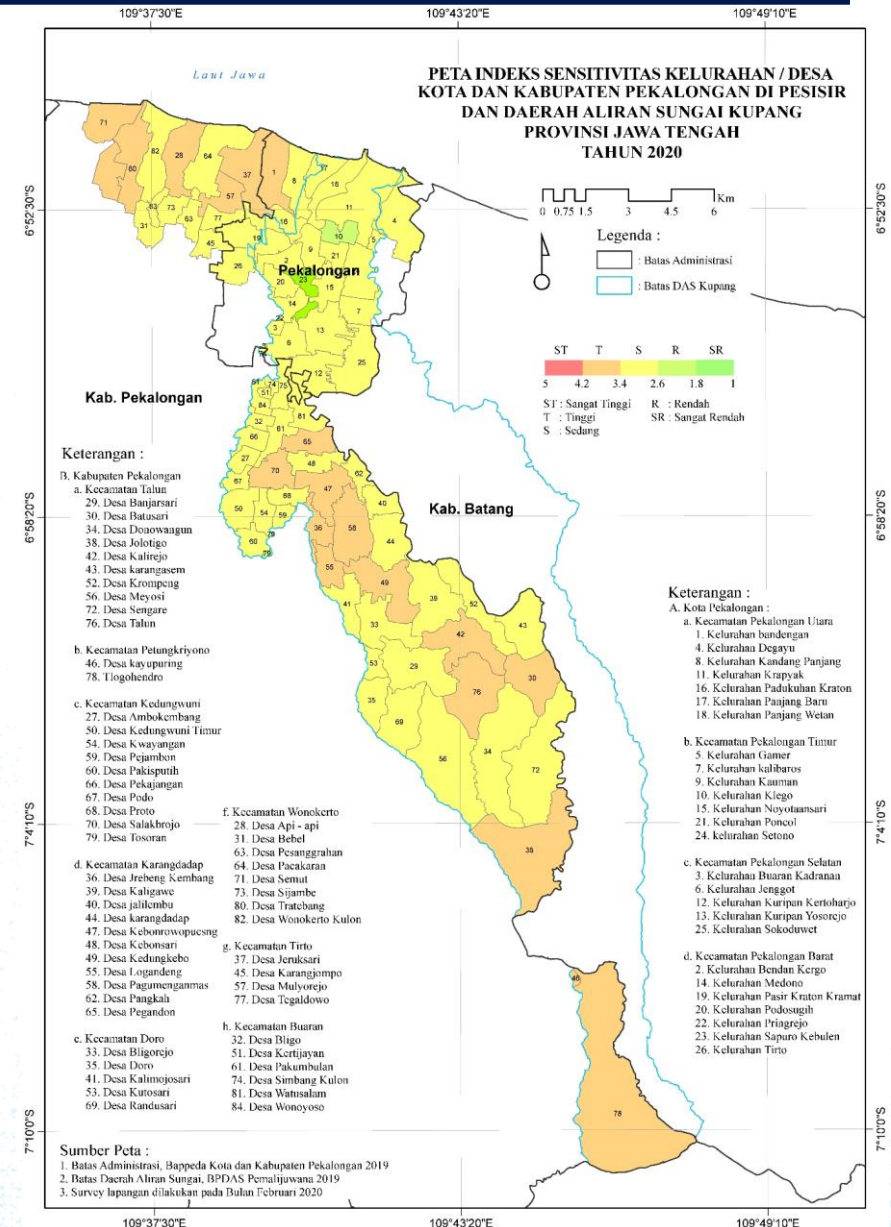
a. Analisa Sensitivitas

Tingkat sensitivitas di wilayah kajian secara umum berada pada kisaran sedang-tinggi, meskipun dapat ditemukan kelurahan dengan tingkat rendah (Klego) dan sangat rendah (Sapuro Kebulen). Di wilayah pesisir, hasil analisa menunjukan desa pesisir di Kabupaten Pekalongan cenderung memiliki tingkat sensitivitas yang lebih tinggi dibandingkan kelurahan pesisir di Kota Pekalongan (didominasi tingkat sensitivitas sedang, kecuali Kelurahan Bandengan).

Dari sisi komponen pembentuknya, tingkat sensitivitas pada wilayah kajian didominasi oleh komponen aset kritis yang diwakili oleh indikator jumlah aset kritis yang terdampak banjir. Dominasi komponen ini menunjukkan adanya sejumlah aset kritis di wilayah kajian yang berpotensi terdampak. Semakin banyak aset kritis yang berpotensi terdampak akan semakin meningkatkan beban daerah dalam mengatasi risiko bencana di kelurahan/desa tersebut.



Komponen lain yang memiliki pengaruh tinggi terhadap sensitivitas wilayah kajian adalah komponen kesehatan yang diwakili oleh indikator jumlah insidensi penyakit bawaan air per kecamatan. Insidensi ini erat kaitannya dengan frekuensi dan intensitas kejadian banjir di suatu wilayah. Adanya pengaruh besar dari komponen ini terhadap tingkat sensitivitas wilayah kajian menunjukkan insidensi penyakit bawaan air relatif sering terjadi, terutama di kecamatan terdampak banjir.

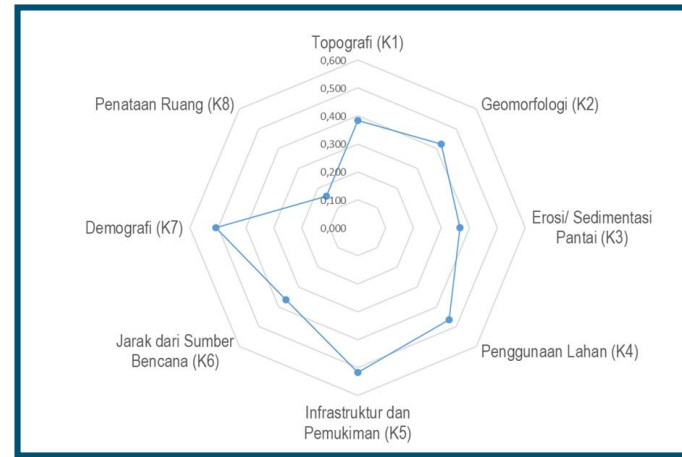


b. Analisa Keterpaparan

Distribusi spasial indeks keterpaparan menunjukkan wilayah kajian memiliki tingkat keterpaparan yang bervariasi dari sangat rendah hingga ke sangat tinggi, dengan tingkatan yang lebih tinggi di wilayah hilir dan pesisir.

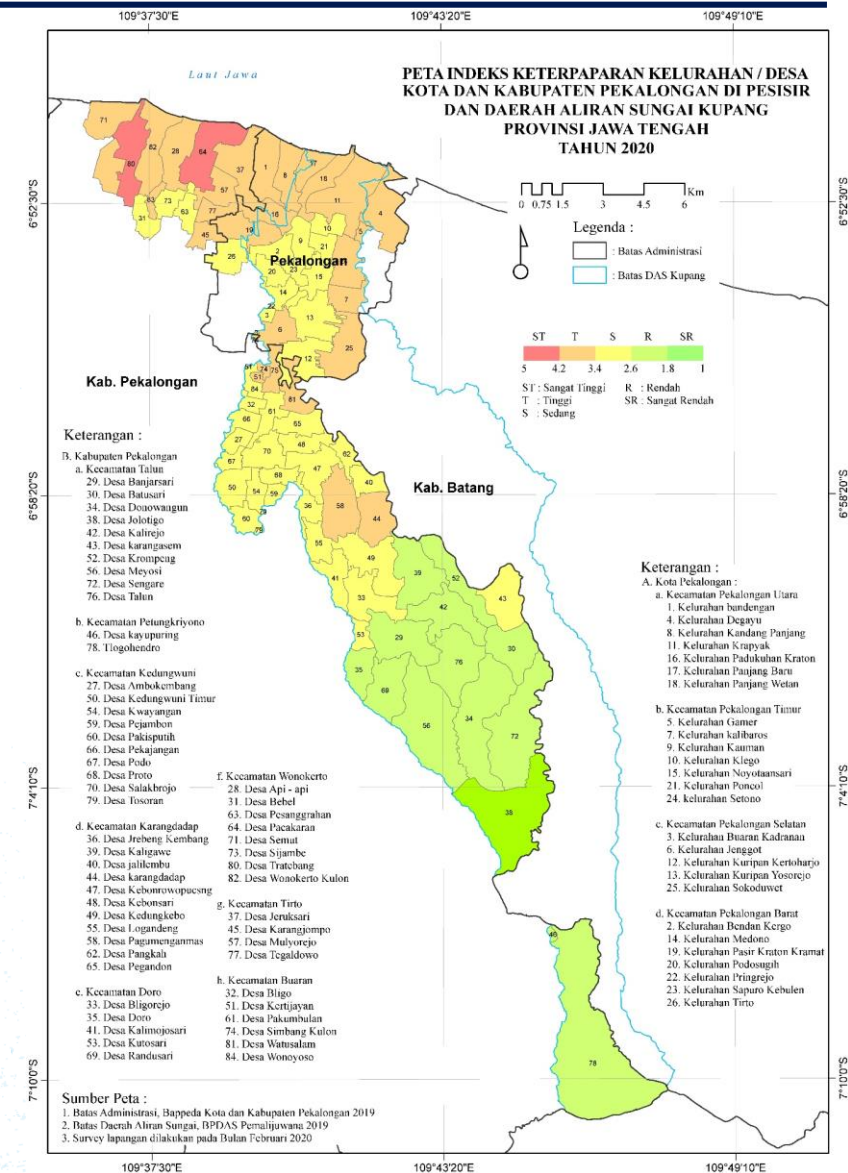
Tingkat keterpaparan tinggi dan sangat tinggi mendominasi wilayah hilir dan pesisir, terutama untuk desa/kelurahan pesisir (berbatasan dengan laut); dimana terdapat **dua desa dengan tingkat sangat tinggi yakni Desa Pacakaran dan Tratebang**. Dimensi keterpaparan erat kaitannya dengan potensi suatu daerah terekspos dengan potensi ancaman, sehingga bisa dilihat bahwa daerah pesisir yang selama ini terpapar oleh rob (dan banjir limpasan di hilir) dan dengan topografi relatif datar memiliki keterpaparan yang lebih tinggi dibanding daerah lainnya. Tingginya tingkat keterpaparan ini juga sangat dipengaruhi oleh kepadatan penduduk serta guna lahan terbangun yang tinggi di wilayah tersebut.

Untuk daerah tengah, tingkat keterpaparan didominasi oleh tingkat sedang, meskipun ditemukan juga desa-desa dengan tingkat keterpaparan tinggi.



Timbulnya daerah dengan tingkat keterpaparan tinggi di wilayah tengah umumnya disebabkan lokasinya yang berdekatan dengan badan air, penggunaan lahannya didominasi oleh lahan produktif dan permukiman, laju penurunan muka tanah serta juga pengaruh aspek topografi dan geomorfologi. Sementara untuk wilayah hulu, keterpaparan wilayah didominasi oleh tingkat rendah.

Analisa dominansi menunjukkan bahwa **komponen demografi serta infrastruktur dan permukiman adalah komponen yang paling mempengaruhi tingkat keterpaparan**. Yang perlu menjadi perhatian adalah **konektivitas antara komponen demografi dengan penggunaan lahan serta infrastruktur dan permukiman dengan topografi**. Perubahan kepadatan penduduk akan mempengaruhi perubahan guna lahan, dan perubahan topografi akan mempengaruhi infrastruktur dan permukiman. Keduanya akan mengubah potensi dampak dari kejadian bencana.



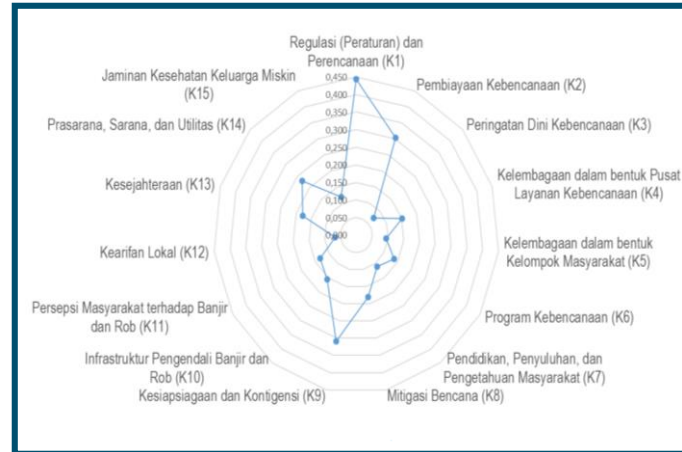
Peta Distribusi Spasial Indeks Keterpaparan Tahun 2020 (Tim Penyusun, 2020)

c. Analisa Kapasitas Adaptif

Tingkat kapasitas adaptif wilayah kajian memiliki kisaran rendah sampai tinggi, dimana wilayah kabupaten secara umum memiliki tingkat yang lebih rendah dibanding kota.

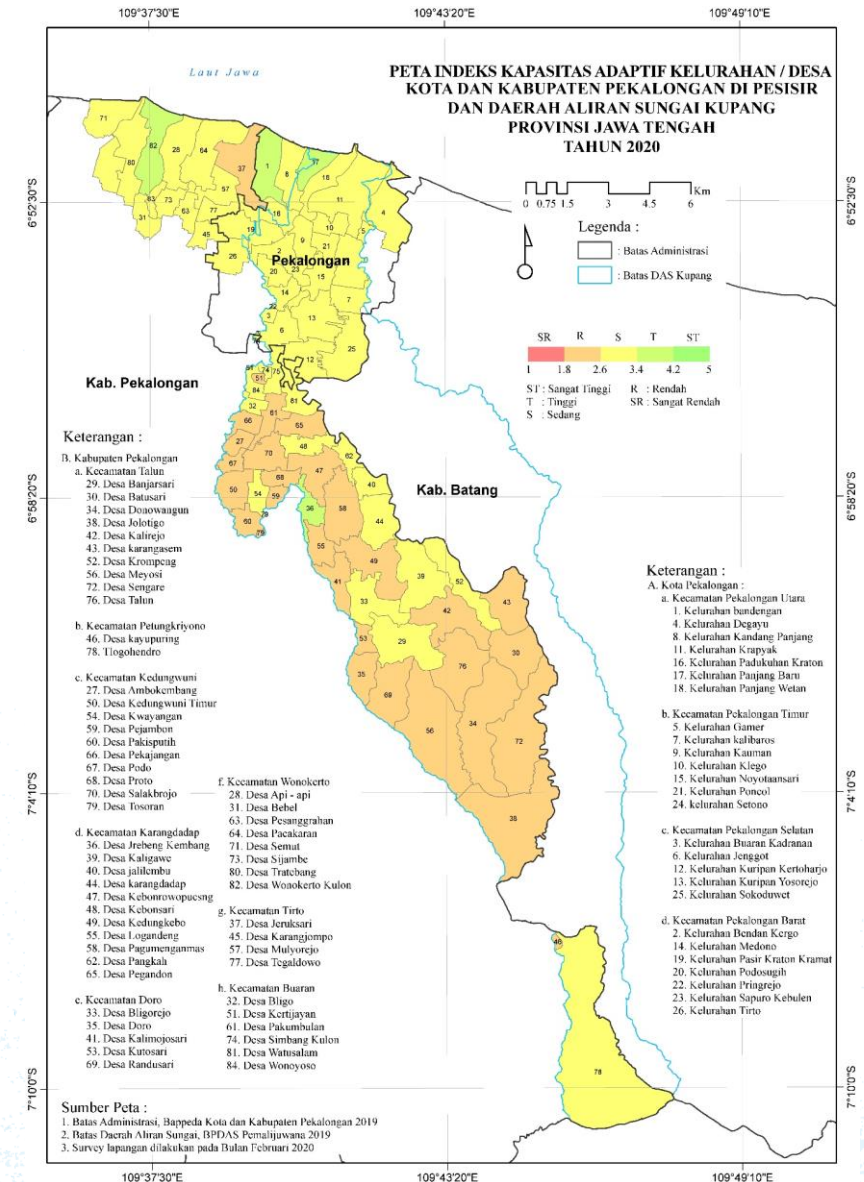
Kapasitas adaptif tingkat sedang mendominasi wilayah pesisir, terkecuali Desa Jeruksari dengan tingkat rendah serta Desa Wonokerto Kulon, Kelurahan Bandengan dan Kelurahan Panjang Baru dengan tingkat tinggi. Yang perlu diperhatikan adalah Desa Jeruksari dan Kelurahan Bandengan memiliki tingkat kapasitas adaptif yang cukup berbeda, meskipun posisinya berbatasan. Hal ini dikarenakan dari sisi aspek institusional (komponen regulasi, pembiayaan, dan peringatan dini), Kelurahan Bandengan memiliki tingkatan yang lebih baik dari Desa Jeruksari.

Untuk wilayah hilir, kapasitas adaptif didominasi oleh tingkat sedang. Semakin ke tengah dan hulu, kapasitas adaptif wilayah kajian semakin menurun hingga didominasi oleh tingkat rendah, terkecuali Desa Jrebeng Kembang (tinggi). Kondisi ini disebabkan oleh komponen pembangun kapasitas adaptif erat kaitannya dengan kerangka institusional pemerintah daerah untuk kejadian banjir serta 'pengalaman' masyarakat dalam menghadapi banjir.



Untuk wilayah tengah dan hulu yang hingga saat ini jarang atau belum mengalami banjir, maka sudah sewajarnya jika daerah tersebut belum menjadi perhatian utama pemerintah daerah dalam penanganan banjir. Begitu juga masyarakatnya, dari sisi kesiapsiagaan belum terlalu kuat.

Jika melihat komponen utama yang menentukan tingkat kapasitas adaptif di wilayah kajian, terlihat bahwa regulasi dan perencanaan, peringatan dini kebencanaan serta kesiapsiagaan dan kontigensi adalah 3 komponen utama yang mendominasi. Untuk regulasi dan perencanaan serta peringatan dini, secara umum memiliki tingkat sangat rendah-rendah (terkecuali regulasi untuk Kota Pekalongan yang memiliki tingkat tinggi), sementara komponen kesiapsiagaan dan kontigensi didominasi oleh tingkat tinggi-sangat tinggi.



Peta Distribusi Spasial Indeks Kapasitas Adaptif Tahun 2020 (Tim Penyusun, 2020)

d. Analisa Kerentanan

Tingkat kerentanan wilayah kajian dibangun dari tingkat sensitivitas, keterpaparan dan kapasitas adaptif wilayah. Semakin rendah kapasitas adaptif serta semakin tinggi sensitivitas dan keterpaparan, akan meningkatkan tingkat kerentanan daerah.

Pada kondisi *baseline*, hasil analisa menunjukkan bahwa wilayah kajian memiliki tingkat kerentanan sedang-sangat tinggi. **Kerentanan tingkat tinggi mendominasi wilayah kajian (38% desa/kelurahan)**, diikuti oleh tingkat sedang (28% desa/kelurahan). Meskipun apabila dilihat dari dimensi pembentuk kerentanannya, terlihat bahwa tingkat sedang memiliki porsi yang lebih tinggi (jumlah desa/kelurahan terbanyak) di dalam komponen sensitivitas, keterpaparan dan kapasitas adaptif, terutama untuk komponen sensitivitas. Namun saat diagregasi, tingkat kerentanan tinggimemiliki proporsi lebih besar

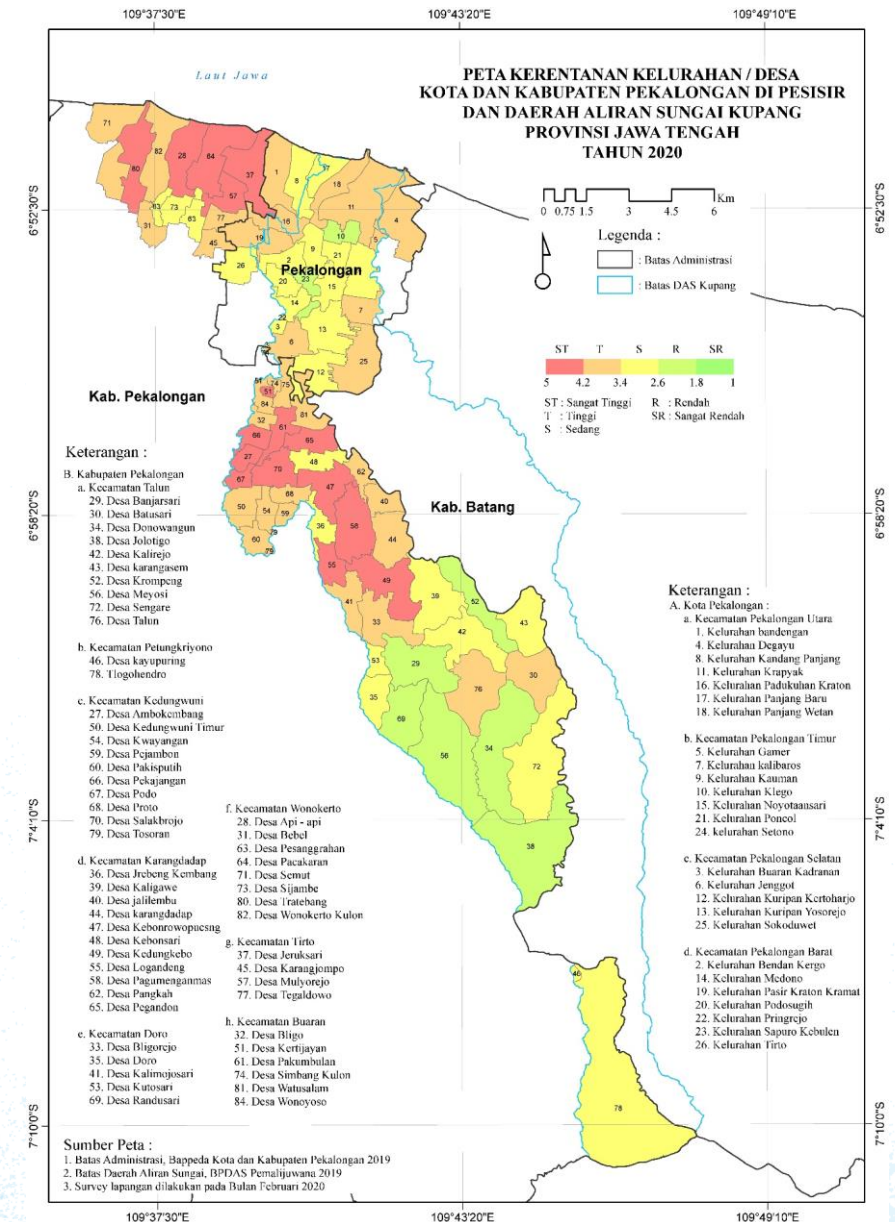
Tingkat kerentanan sangat tinggi hanya ditemukan di 16 desa di wilayah Kabupaten Pekalongan yang tersebar di wilayah pesisir dan tengah. Menunjukkan bahwa kerentanan yang tinggi tidak hanya dimiliki oleh daerah yang langsung terdampak oleh rob saja.

Untuk desa dengan **tingkat kerentanan sangat tinggi**, analisa menunjukkan terbentuknya tingkat ini **cenderung disebabkan oleh rendahnya tingkat kapasitas adaptif dan tingginya sensitivitas daerah**. Sekitar 75% desa/kelurahan dengan kerentanan sangat tinggi memiliki tingkat kapasitas adaptif yang rendah, dan 60% memiliki tingkat sensitivitas tinggi. Sementara tingkat keterpaparan tinggi dan sangat tinggi dimiliki oleh sekitar 31% dan 12,5% desa/kelurahan secara berurutan.

Adanya ketimpangan tingkat kapasitas adaptif antara Kabupaten Pekalongan dan Kota Pekalongan berdampak pada tingkatan kerentanan yang berbeda antara kedua wilayah.

Sehingga untuk menurunkan kerentanan desa/kelurahan di wilayah kajian, perlu meningkatkan kualitas dari komponen utama yang mempengaruhi tingkat kapasitas adaptif dan sensitivitas daerah, yakni aset kritis; kesehatan; regulasi dan perencanaan; serta peringatan dini bencana.

Yang perlu menjadi perhatian juga adalah adanya desa-desa dengan tingkatan kerentanan sedang dan tinggi di wilayah hulu.



Peta Distribusi Spasial Indeks Kerentanan Tahun 2020 (Tim Penyusun, 2020)

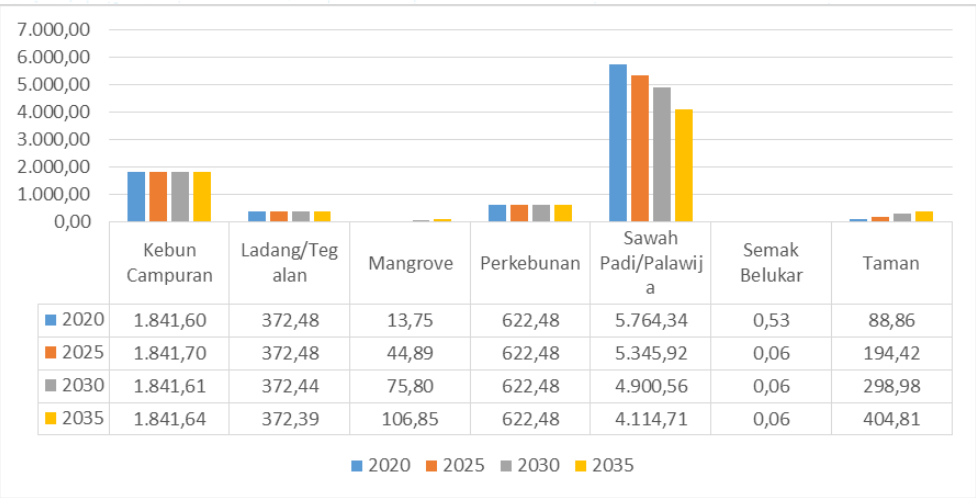
4.2 Elemen Proyeksi

a. Proyeksi Sensitivitas

Komponen yang diproyeksikan secara dinamis untuk sensitivitas adalah penataan ruang, kemiskinan, kelompok rentan, pendapatan perkapita dan PDRB sektor terdampak.

□ Penataan Ruang

Premis dari proyeksi komponen ini adalah dinamika perkembangan kota akan menekan perkembangan kawasan hijau di wilayah kajian. Semakin rendah luasan kawasan hijau, maka kemampuan penyerapan airnya akan semakin rendah, sehingga menurunkan tingkat sensitivitas daerah. Proyeksi perubahan luas kawasan hijau secara time series dilakukan menggunakan model *spatial dynamic* dengan *cellular automata*.



Proyeksi Perubahan Luasan Kawasan Hijau (Tim Penyusun, 2020)

Hasil pemodelan secara umum menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan luasan untuk klasifikasi kebun campuran, ladang/tegalan, perkebunan. Sementara **penurunan luasan lahan dapat diidentifikasi pada klasifikasi sawah padi / palawija yang salah satunya disebabkan oleh kawasan terbangun (permukiman, industri, dan lainnya).** Peningkatan luasan lahan bisa ditemukan pada klasifikasi mangrove dan taman, yang mencerminkan upaya konservasi yang optimis dari pemerintah daerah.

□ Angka Kemiskinan

Angka kemiskinan akan mempengaruhi kemampuan penduduk dalam menghadapi risiko banjir. Proyeksi angka kemiskinan akan dilakukan dengan melihat tren perkembangan angka kemiskinan secara time series historis, target pengentasan kemiskinan pada dokumen dan kebijakan daerah serta pengaruh dari potensi pertumbuhan penduduk. Hasil proyeksi menunjukkan angka kemiskinan di Kabupaten Pekalongan dan Kota Pekalongan akan menurun hingga mencapai angka 3,81% dan 3,1% secara berurutan.

□ Kelompok Rentan

Kelompok rentan (perempuan, anak-anak, lansia, dan kaum disabilitas) merupakan kelompok masyarakat dengan daya tahan dan kemampuan untuk menghadapi banjir yang relatif lebih rendah dari kelompok penduduk lainnya. Proyeksi kelompok rentan dilakukan dengan metode statistik geometris dengan melihat tren historis pertumbuhannya. Hasil proyeksi menunjukkan bahwa ke depannya jumlah penduduk kelompok rentan di Kabupaten dan Kota Pekalongan cenderung akan meningkat, terkecuali pertumbuhan kelompok anak-anak di Kota Pekalongan yang relatif stabil. Perbedaan tren pertumbuhan ini akan sedikit mempengaruhi tingkat sensitivitas kedua wilayah.

❑ **Pendapatan Per Kapita**

Proyeksi pendapatan perkapita dilakukan menggunakan data dasar berupa data statistik kecamatan dalam angka untuk aspek pendapatan perkapita per desa / kelurahan serta statistik Desa Dalam Angka 5 tahun ke belakang. Metode proyeksi yang digunakan adalah Metode ETS.

Dari hasil proyeksi diketahui bahwa pendapatan per kapita untuk Kota Pekalongan akan memiliki tren yang positif, dan mencapai angka Rp. 70.147 di tahun 2035. Tren yang positif juga ditemukan di Kabupaten Pekalongan, namun dengan *slope* yang relatif landai. Di tahun 2035, pendapatan per kapita Kabupaten Pekalongan diperkirakan menyentuh angka Rp. 49.422.

❑ **PDRB Sektor Terdampak**

Seperti halnya pendapatan per kapita, proyeksi PDRB sektor terdampak juga dilakukan dengan metode ETS menggunakan data historis PDRB per sektor dari dokumen kebijakan daerah. Sektor terdampak di dalam kajian ini meliputi sektor pertanian, kehutanan dan perikanan. Dari hasil proyeksi diketahui bahwa PDRB sektor terdampak untuk Kabupaten dan Kota Pekalongan secara berurutan adalah sebesar Rp. 2.767.409 dan Rp. 380.718.

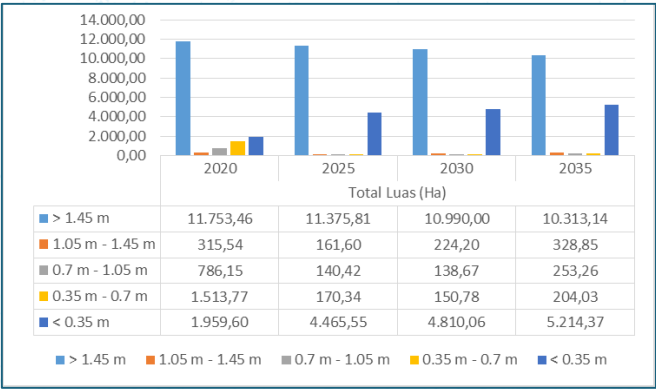
b. Proyeksi Keterpaparan

Komponen yang diproyeksikan secara dinamis untuk keterpaparan adalah topografi, demografi dan penataan ruang.

❑ **Topografi**

Premis untuk proyeksi komponen ini adalah bahwa desa/kelurahan yang berlokasi pada tingkat kelerengan kecil dan tinggi muka tanah yang relatif rendah akan lebih terpapar terhadap banjir karena aliran air di area tersebut akan cenderung lambat atau terhambat serta daerah berpotensi tergenang oleh rob. Proyeksi kelerengan dan tinggi muka tanah dilakukan dengan proses rekonstruksi data DTM menggunakan data *land subsidence* hasil pengolahan data InSAR dari satelit Sentinel-1 untuk setiap periode proyeksi.

Hasil proyeksi menunjukkan akan terjadi perubahan kelerengan untuk setiap level, dengan pertumbuhan luasan terbesar ada pada tingkat kelerengan <2°; sementara tingkat kelerengan lain akan mengalami penurunan luasan. Dari sisi elevasi muka tanah, terlihat penurunan luasan yang signifikan untuk area dengan ketinggian muka tanah >1,45 m dan 0,35-0,7m, dengan perubahan luasan mencapai 1,300-1,400 Ha hingga tahun 2035. Sementara untuk ketinggian <0,35 m terjadi peningkatan luasan yang sangat signifikan, dengan angka perubahan mencapai 3,300 Ha di tahun 2035, dari kondisi di tahun 2020. Hal ini mengindikasikan daerah yang berpotensi terpapar banjir dan rob semakin tinggi.



Proyeksi Perubahan Luasan per Kelas Ketinggian Tanah di Wilayah Kajian (Tim Penyusun, 2020)

❑ Demografi

Proyeksi demografi dilakukan dengan menggunakan metode statistik geometris terhadap tren historis kepadatan penduduk per desa/kelurahan. Proyeksi menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kepadatan penduduk yang linier untuk Kota maupun Kabupaten Pekalongan, namun angka kepadatan penduduk di kedua wilayah memiliki perbedaan yang cukup signifikan. Kepadatan penduduk di Kota Pekalongan pada tahun 2035 diperkirakan sebesar 13.667 jiwa/km², sementara Kabupaten Pekalongan sebesar 3.641 jiwa/km². Perbedaan ini disebabkan secara pola spasial wilayah perkotaan memiliki karakter yang lebih padat dibandingkan area dipedesaan. Selain itu ketersediaan lahan di kota lebih terbatas, sehingga tingkat kepadatan hunian akan cenderung semakin tinggi

❑ Penataan Ruang

Pada komponen ini dilakukan untuk melihat perubahan luasan permukiman yang berlokasi di sempadan pantai/sungai. Proyeksi dilakukan dengan menggunakan model *spatial dynamic*. Dari pemodelan terlihat bahwa hingga tahun 2035 terdapat peningkatan luasan permukiman sebesar 1,000 Ha di wilayah kajian. Namun peningkatan ini terjadi seiring dengan peningkatan luasan lahan tergenang dan terdampak rob. Yang mengindikasikan adanya potensi luasan permukiman yang akan tergenang atau terdampak rob. Hal ini perlu menjadi perhatian dalam perencanaan kawasan, dimana adanya pertumbuhan peningkatan permukiman akibat dari pertumbuhan penduduk dapat terpegaruh oleh keterbatasan lahan yang dapat dikembangkan akibat genangan.

c. Proyeksi Kapasitas Adaptif

Komponen yang diproyeksikan secara dinamis untuk kapasitas adaptif adalah program kebencanaan, infrastruktur pengendalian banjir dan rob serta jaminan kesehatan keluarga miskin.

❑ Program Kebencanaan

Yang dimaksud dengan proses proyeksi untuk komponen program kebencanaan adalah melihat program pemerintah Kabupaten dan Kota Pekalongan terkait kebencanaan dan konservasi yang direncanakan untuk diimplementasikan di setiap periode proyeksi. Kebijakan yang menjadi rujukan proses ini adalah Rencana Tata Ruang Wilayah untuk masing-masing wilayah.

❑ Infrastruktur Pengendalian Banjir dan Rob

Seperti halnya program kebencanaan, proses proyeksi untuk komponen ini dilakukan dengan mengkaji indikasi program terkait pembangunan/peningkatan infrastruktur pengendali banjir dan rob di masing-masing wilayah, seperti tanggul, polder, kolam retensi, pompa dan lain-lain. Kebijakan yang menjadi rujukan proses ini adalah Rencana Tata Ruang Wilayah untuk masing-masing wilayah.

❑ Jaminan Kesehatan Keluarga Miskin

Proyeksi jaminan kesehatan menggunakan data historis proporsi masyarakat miskin yang memiliki KIS dengan menggunakan metode regresi linier, dengan fokus utama pada penggunaan BPJS bersubsidi. Hasil proyeksi menunjukkan bahwa ada tren menurun secara periodik untuk proporsi masyarakat yang menggunakan BPJS Bersubsidi. Kondisi ini mengindikasikan kesejahteraan masyarakat ke depannya akan semakin meningkat.

4.3 Proyeksi Kerentanan (2021-2035)

Proyeksi kerentanan dan dimensi pembangunnya diperoleh dari proses proyeksi statis dan dinamis terhadap komponen-komponen pembentuknya.

a. Tren Sensitivitas

Melihat hasil pengolahan data untuk keseluruhan periode proyeksi, terlihat bahwa **tingkat sensitivitas wilayah kajian secara umum memiliki tren yang menurun** sehingga dapat dikatakan kondisi sensitivitas wilayah kajian semakin membaik. Pada kondisi *baseline*, tingkat sensitivitas di wilayah kajian umumnya berada pada rentang sedang-tinggi. **Di akhir periode proyeksi (tahun 2035), tingkat sensitivitas didominasi oleh tingkat rendah dan sedang**, dengan hanya 2 desa yang memiliki tingkat sensitivitas tinggi (di Kabupaten Pekalongan).

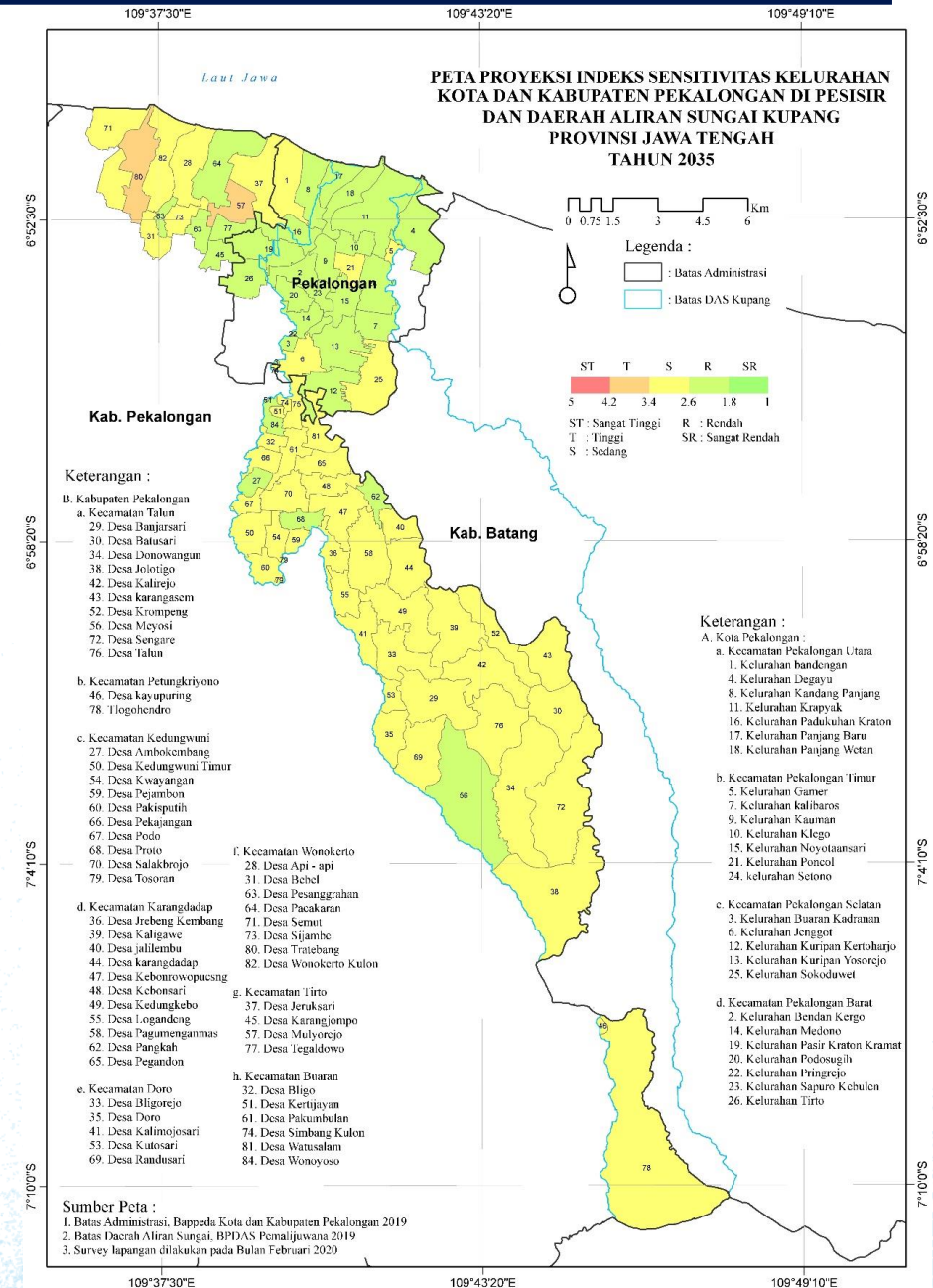
Perubahan ini dipengaruhi terutama oleh **tren yang positif pada komponen kemiskinan dan pendapatan per kapita**, dimana di akhir periode proyeksi tidak ada desa/kelurahan yang memiliki tingkat tinggi dan sangat tinggi untuk kedua komponen. Pada kondisi *baseline*, 54 desa/kelurahan memiliki rentang tersebut pada komponen kemiskinan, dan 25 desa/kelurahan untuk pendapatan per kapita.

Namun perlu dicermati bahwa **kedua komponen ini memiliki limitasi berupa potensi bias untuk wilayah yang karakteristiknya variatif karena sifatnya yang men-generalisasi**.

Membandingkan antara kondisi Kota Pekalongan dan Kabupaten Pekalongan, terlihat bahwa baik pada kondisi *baseline* maupun proyeksi, Kota Pekalongan memiliki tingkat sensitivitas yang lebih rendah dibandingkan Kabupaten Pekalongan.

Tingkat sensitivitas Kota Pekalongan di akhir periode proyeksi didominasi oleh tingkat rendah; dimana hanya ada 5 kelurahan dengan tingkat sedang yakni: Kelurahan Bandengan, Gamer, Jenggut, Poncol dan Sokoduwet. Untuk kelurahan Jenggut dan Sokoduwet, keduanya tidak mengalami perubahan tingkat sensitivitas dari kondisi *baseline*.

Untuk Kabupaten Pekalongan, di akhir periode proyeksi, tingkat sensitivitasnya didominasi oleh tingkat sedang, terutama di wilayah tengah dan hulu. Di wilayah pesisirnya, terdapat dua desa dengan tingkat sensitivitas tinggi, yaitu Desa Tratebang dan Mulyorejo yang tidak mengalami perubahan indeks dari kondisi *baseline*. Terdapat juga 1 desa dengan tingkat sensitivitas rendah di pesisir kabupaten, yakni Desa Pacakaran.



b. Tren Keterpaparan

Di akhir periode proyeksi, tingkat keterpaparan di wilayah kajian bervariasi antara rendah-sangat tinggi. Secara umum terdapat tren yang meningkat untuk tingkat keterpaparan desa/kelurahan di wilayah kajian, terutama di pesisir dan daerah yang dekat dengan sungai.

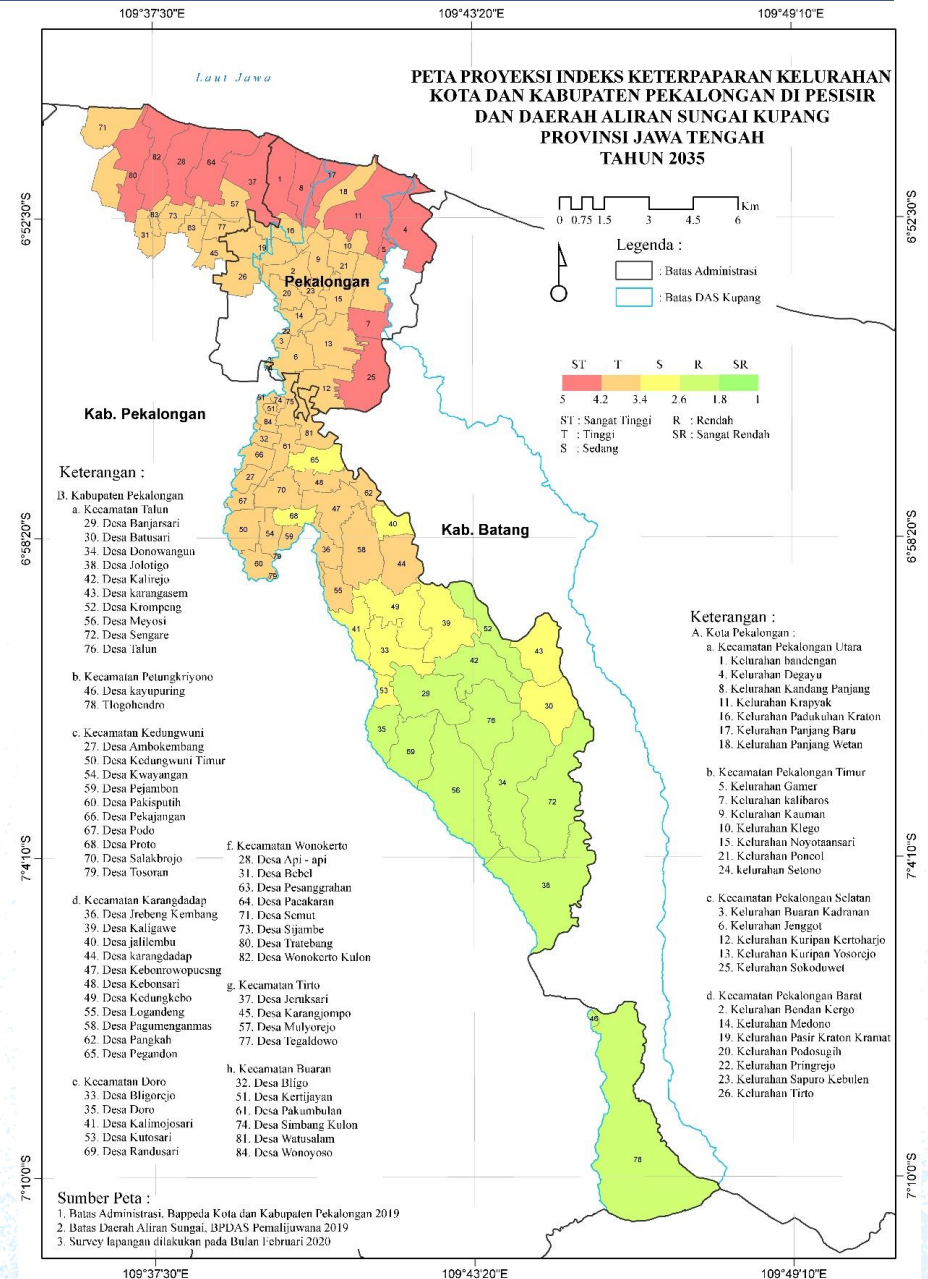
Peningkatan jumlah desa/kelurahan yang memiliki tingkat tinggi-sangat tinggi untuk komponen topografi dan demografi memberikan pengaruh utama terhadap peningkatan keterpaparan. Tingginya indeks topografi merupakan dampak dari meluasnya daerah dengan ketinggian $<0,35$ m akibat penurunan muka tanah, sehingga daerah yang berpotensi terpapar banjir pun semakin luas. Selain itu, perubahan ini juga dipengaruhi oleh komponen penggunaan lahan yang proyeksinya mengakibatkan lebih banyak desa yang berpindah ke tingkat tinggi-sangat tinggi.

Peningkatan keterpaparan ini terlihat relatif signifikan di wilayah hilir dan pesisir. Tingkat keterpaparan sangat tinggi mendominasi kondisi wilayah pesisir, dimana dari 2 desa/kelurahan di kondisi *baseline*, di tahun 2035 terdapat 10 desa/kelurahan dengan tingkat sangat tinggi.

Untuk wilayah hilir, jika pada awalnya didominasi oleh tingkat sedang-tinggi, di tahun 2035 menjadi tinggi-sangat tinggi dimana tingkat sangat tinggi dimiliki oleh Kelurahan Kalibaros dan Sokoduwet. Sementara untuk wilayah tengah, terjadi perubahan dominasi dari tingkat sedang pada kondisi *baseline* menjadi tingkat tinggi di akhir periode proyeksi.

Untuk wilayah hulu, perubahan yang terjadi relatif tidak terlalu signifikan. Tingkat rendah tetap mendominasi wilayah ini, namun dengan tambahan 1 desa memiliki tingkat tinggi (awalnya sedang di *baseline*; Desa Batusari) dan 1 desa tingkat rendah (awalnya sangat rendah di *baseline*; Desa Jolotigo).

Perubahan kondisi di hilir dan pesisir menjadi terlihat mencolok jika dipandang dari sisi wilayah administratif. Kota Pekalongan yang di kondisi *baseline* memiliki tingkat keterpaparan sedang dan tinggi, di akhir periode proyeksi memiliki tingkat tinggi dan sangat tinggi. Untuk Kabupaten Pekalongan, perubahan tingkat keterpaparan bisa dikatakan mencapai wilayah tengah. Namun mempertimbangkan munculnya desa dengan tingkat tinggi di hulu, ada potensi distribusi spasial tingkat keterpaparan tinggi akan bergeser ke arah hulu.



Peta Distribusi Spasial Indeks Keterpaparan Tahun 2035 (Tim Penyusun, 2020)

c. Tren Kapasitas Adaptif

Hasil proyeksi di berbagai periode menunjukkan bahwa **perubahan tingkat kapasitas adaptif di wilayah kajian relatif tidak mengalami perubahan yang signifikan**. Namun dapat ditemukan **tren yang cenderung positif** yang diindikasikan oleh peningkatan kapasitas adaptif di beberapa desa/kelurahan.

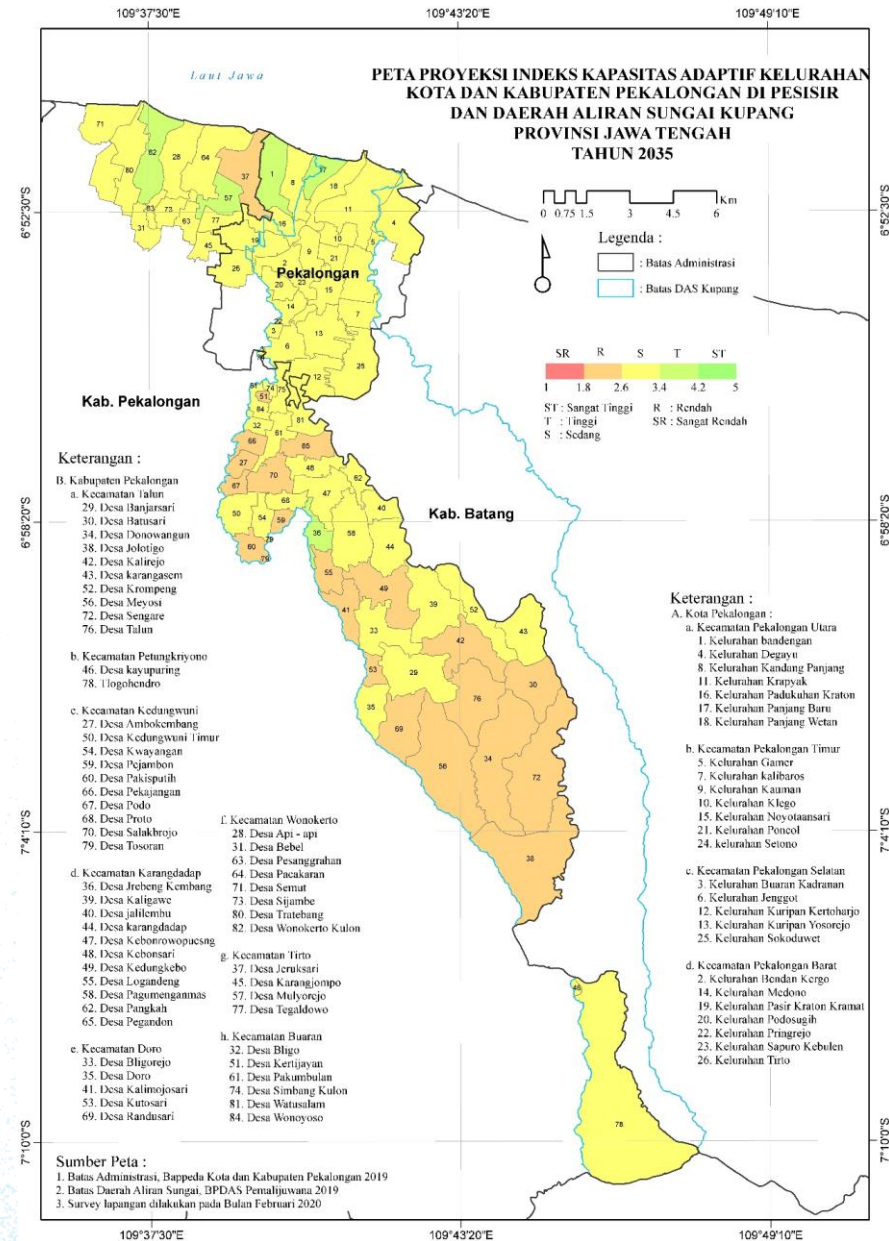
Perubahan ini cenderung disebabkan oleh tren positif pada komponen program jaminan kesehatan keluarga miskin, yang pada kondisi baseline didominasi oleh tingkat rendah (dengan ditemukan juga tingkat sangat tinggi), menjadi tingkat sedang untuk seluruh desa/kelurahan.

Secara umum, seperti halnya kondisi *baseline*, **wilayah kajian tetap didominasi oleh tingkat kapasitas adaptif sedang sampai rendah**, dengan jumlah desa/kelurahan yang meningkat untuk tingkat kapasitas adaptif sedang. Tercatat ada 7 desa/kelurahan yang berubah dari tingkat rendah ke sedang, yakni: Desa Pakumbulan, Kedungwuni Timur, Proto, Kebonrowopucung, Pagumenganmas, Doro dan Karangasem. Dan ketujuh desa ini berada di wilayah tengah dari wilayah kajian.

Untuk wilayah hilir, ditemukan 1 desa yang mengalami perubahan tingkat kapasitas adaptif dari sedang menjadi tinggi, yakni Desa Mulyorejo.

Dari kacamata wilayah administratif, Kota Pekalongan secara umum memiliki tingkat kapasitas adaptif yang lebih tinggi dibandingkan Kabupaten Pekalongan, dimana hampir seluruh kelurahan yang termasuk di dalam wilayah kajian memiliki tingkat kapasitas adaptif sedang, dan ada 2 yang memiliki tingkat tinggi yaitu Kelurahan Bandengan dan Kelurahan Panjang Baru.

Sementara untuk Kabupaten Pekalongan cenderung berada pada tingkat rendah-sedang, dengan tiga desa memiliki tingkat tinggi, yaitu: Desa Jrebeng Kembang, Mulyorejo dan Wonokerto Kulon. **Untuk Desa Jeruksari, di akhir periode proyeksi, tingkat kapasitas adaptif desa ini diproyeksikan masih berada pada tingkat rendah**. Hal ini perlu menjadi perhatian mengingat desa ini secara historis sering terkena rob.

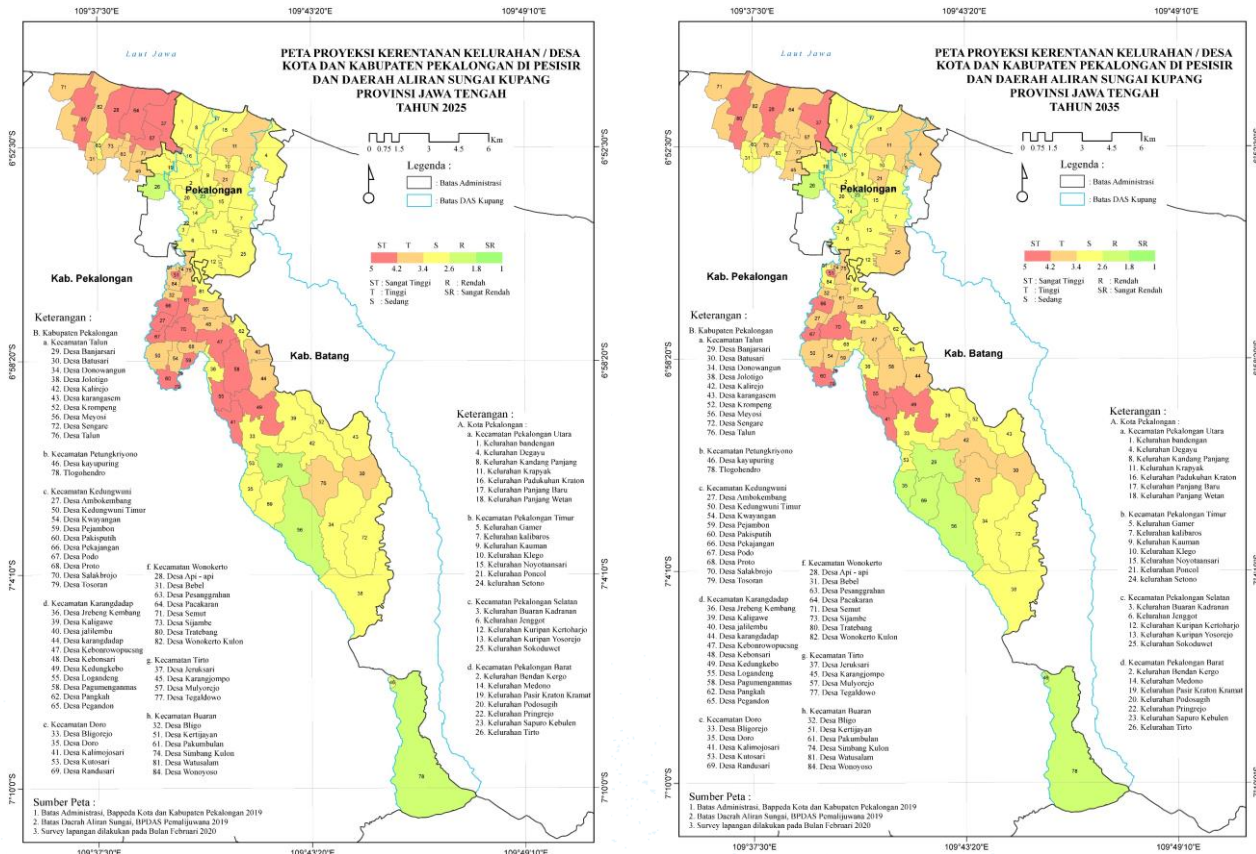


d. Tren Kerentanan

Hasil proyeksi tingkat kerentanan di tiap periode menunjukkan tren yang sedikit berbeda untuk setiap segmen wilayah kajian, namun secara umum perubahan yang terjadi tidak terlalu signifikan.

Untuk wilayah hulu dapat ditemukan beberapa daerah dengan tingkat kerentanan yang meningkat dari rendah menjadi sedang, Keempat desa ini ada di bawah wilayah Kecamatan Talun. Namun di wilayah hulu dapat ditemukan juga desa yang mengalami penurunan tingkat kerentanan dari sedang menjadi rendah yaitu Desa Tlogohendro. Hasil analisa menunjukkan **peningkatan kerentanan di wilayah hulu ini cenderung disebabkan oleh adanya peningkatan keterpaparan di area tersebut**, dengan perubahan sensitivitas dan kapasitas adaptif yang relatif kecil.

Tren tingkat kerentanan untuk wilayah tengah cenderung menurun dari tahun *baseline* hingga akhir periode proyeksi. Di tahun 2035, terdapat 4 desa yang mengalami perubahan tingkat kerentanan dari sangat tinggi di tahun *baseline* menjadi tinggi, dan 3 desa yang mengalami perubahan dari tinggi menjadi sedang. Meskipun bisa ditemukan juga 3 desa yang mengalami peningkatan kerentanan dari tinggi menjadi sangat tinggi, yaitu Desa Pakisputih, Tosoran dan Kalimojosari. **Perubahan kerentanan di wilayah tengah ini cenderung dipengaruhi oleh penurunan sensitivitas dan peningkatan kapasitas adaptif**, meskipun di beberapa daerah bisa ditemukan peningkatan keterpaparan terutama dari kondisi *baseline* ke kondisi proyeksi di tahun 2025.



Peta Distribusi Spasial Indeks Kerentanan Tahun 2025 (kiri) dan 2035 (kanan) (Tim Penyusun, 2020)

Wilayah hilir dan pesisir juga memiliki tren yang cenderung menurun. Desa Pecakaran dan Mulyorejo mengalami perubahan dari tingkat kerentanan sangat tinggi pada kondisi *baseline*, menjadi tinggi pada akhir periode proyeksi. Penurunan tingkat kerentanan dialami juga oleh Kelurahan Bandengan, Panjang Wetan dan Tirta. Namun di wilayah ini dapat ditemukan juga peningkatan kerentanan, yaitu di Kelurahan Poncol. **Menurunnya tingkat kerentanan di wilayah ini cenderung dipengaruhi oleh penurunan tingkat sensitivitas dan peningkatan kapasitas adaptif** di wilayah-wilayah yang berubah tersebut. Tingkat keterpaparan di beberapa daerah di wilayah tersebut juga sebenarnya mengalami peningkatan, namun pengaruhnya terlihat relatif kecil dibandingkan dengan sensitivitas dan kapasitas adaptif.

05 ANALISA RISIKO

Pembahasan tingkat risiko akan dipisahkan untuk kawasan pesisir dan non pesisir. Untuk analisa ini, lingkup kawasan pesisir di wilayah kajian terdiri atas 22 desa/Kelurahan (13 desa di Kabupaten Pekalongan dan 9 kelurahan di Kota Pekalongan) seperti tersaji pada gambar di samping.

5.1 Kondisi Baseline

a. Konteks Banjir Pekalongan

Hasil analisa pada tahapan sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan tinggi muka laut, bukanlah satu-satunya kontributor bagi peningkatan genangan di pesisir Pekalongan. Tingginya laju penurunan permukaan tanah juga berkontribusi besar terhadap semakin cepatnya peningkatan wilayah tergenang permanen dan terjauh di kawasan pesisir wilayah ini.

Kondisi ini diperparah oleh kejadian berulang gelombang dan pasang air laut serta curah hujan ekstrim. Hasil analisa dan permodelan iklim di bawah kajian ini menunjukkan bahwa secara historis telah terjadi perubahan pada variabilitas iklim, dan ke depannya perubahan ini akan terus terjadi, termasuk untuk curah hujan ekstrim dan frekuensi kejadiannya.

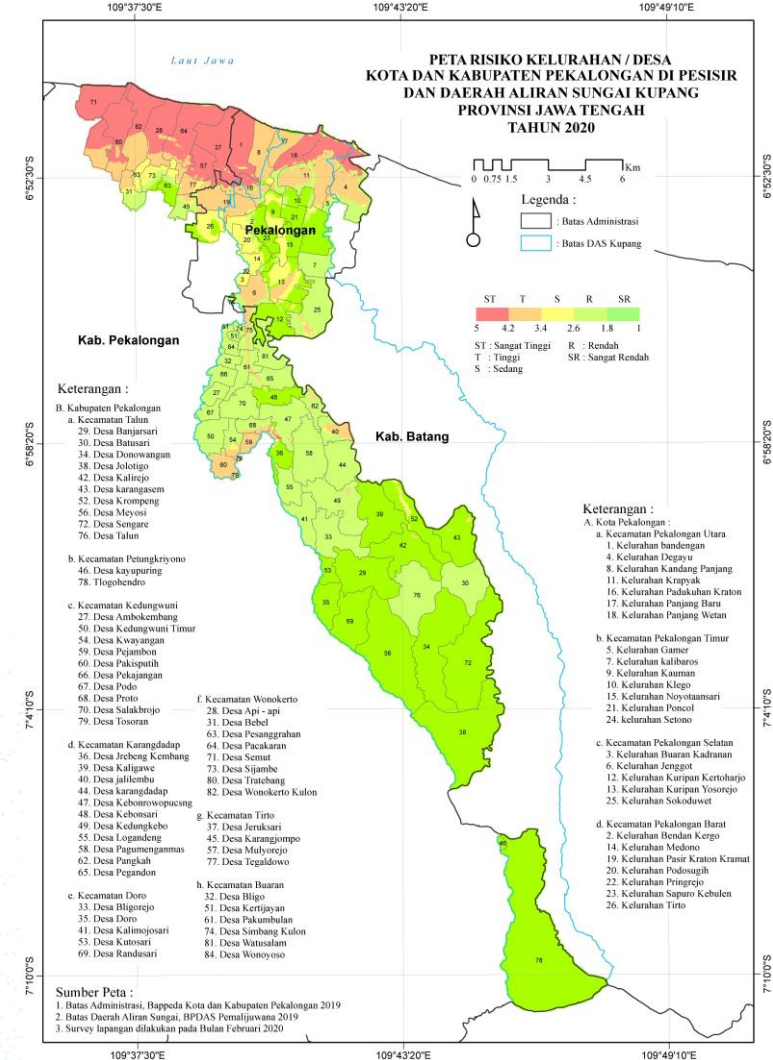
Khusus untuk hujan ekstrim, data historis BNPB menunjukkan bahwa bahaya banjir akibat kejadian ini tidak hanya berpengaruh terhadap wilayah pesisir tetapi juga di wilayah tengah dan hulu, terutama di sepanjang aliran sungai, dan wilayah lain dengan elevasi lebih rendah atau berupa cekungan.

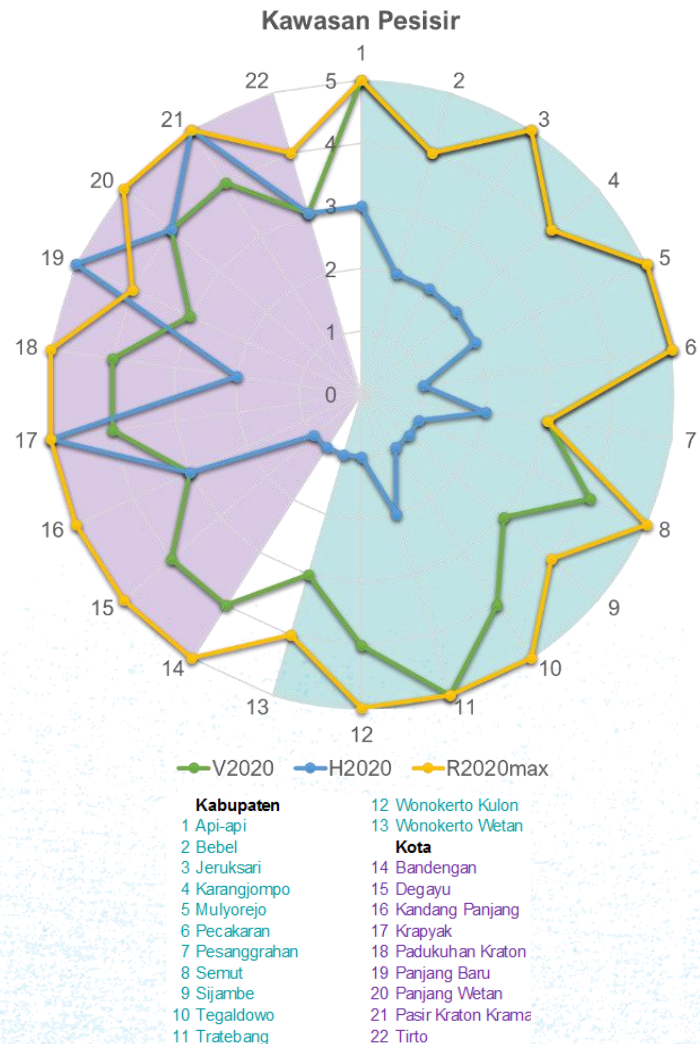
Analisa kerentanan juga mengindikasikan bahwa tingkat keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptif wilayah kajian juga dapat mempengaruhi risiko banjir.

b. Tingkat Risiko Baseline Kawasan Pesisir

Naiknya tingkat bahaya banjir di kawasan pesisir akan meningkatkan risiko di wilayah tersebut, terutama di area dengan tingkat kerentanan tinggi.

Membandingkan seluruh desa/kelurahan pesisir di wilayah kajian dari dimensi bahaya, kerentanan dan risikonya menunjukkan bahwa **secara umum desa/kelurahan tersebut memiliki tingkat risiko tinggi dan sangat tinggi, kecuali untuk Desa Pesanggrahan**. Hal ini dikarenakan desa tersebut memiliki tingkat bahaya sangat rendah dan tingkat kerentanan sedang. Desa lainnya seperti Desa Bebel dan Karangjampo juga memiliki tingkat bahaya yang tergolong sangat rendah, namun memiliki tingkat risiko tinggi disebabkan level kerentanannya yang juga masuk kategori tinggi.





Visualisasi Indeks Kerentanan (V2020) dan Bahaya (H2020) yang Menyusun Risiko Banjir (R2020max) di Kawasan Pesisir (Tim Penyusun, 2020)

Tingkat kerentanan ini diketahui sejalan dengan keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas adaptif wilayah ini yang juga berada pada tingkat sedang-tinggi. Seperti halnya dengan kondisi di Kabupaten Pekalongan, sebagian besar kelurahan di Kota Pekalongan menunjukkan tingkat kapasitas adaptif sedang.

Analisa lebih dalam dilakukan terhadap tingkat kerentanan dari kawasan pesisir ini untuk melihat pengaruh setiap komponen kerentanan terhadap tingkat risiko banjirnya serta melihat upaya non-mitigasi bahaya apa yang dapat dilakukan untuk menurunkan risiko.

Tingginya risiko banjir di wilayah pesisir Kabupaten Pekalongan terlihat tidak hanya disebabkan dari tingginya tingkat keterpaparan, tetapi juga dari tingkat sensitivitasnya yang berada pada tingkatan sedang-tinggi; dengan tingkat kapasitas adaptif yang secara umum berada di bawah atau setara dengan tingkat keterpaparan atau sensitivitasnya, kecuali untuk Desa Wonokerto Kulon.

Desa dengan tingkat kerentanan sangat tinggi seperti desa Api-api, Jeruksari dan Tratebang, teridentifikasi memiliki tingkat keterpaparan dan sensitivitas tinggi, dengan kapasitas adaptif yang rendah-sedang. Maka idealnya, kapasitas adaptif di desa-desa tersebut harus dibangun untuk menurunkan tingkat risiko.

Untuk Kota Pekalongan, tingginya risiko banjir di kawasan pesisir juga dipengaruhi oleh tingkat kerentanan kawasan yang berkisar antara sedang-tinggi. Kelurahan Kandang Panjang, Panjang Baru dan Tirta memiliki tingkat kerentanan sedang, sedangkan kelurahan lainnya memiliki tingkat kerentanan tinggi.

Tidak adanya desa di kawasan pesisir Kota dan Kabupaten Pekalongan dengan tingkat kerentanan rendah dan sangat rendah menunjukkan perlunya perhatian lebih. Upaya adaptasi yang terencana sangat diperlukan untuk meningkatkan kapasitas adaptif masyarakat, apalagi dalam menghadapi semakin meningkatnya bahaya banjir.

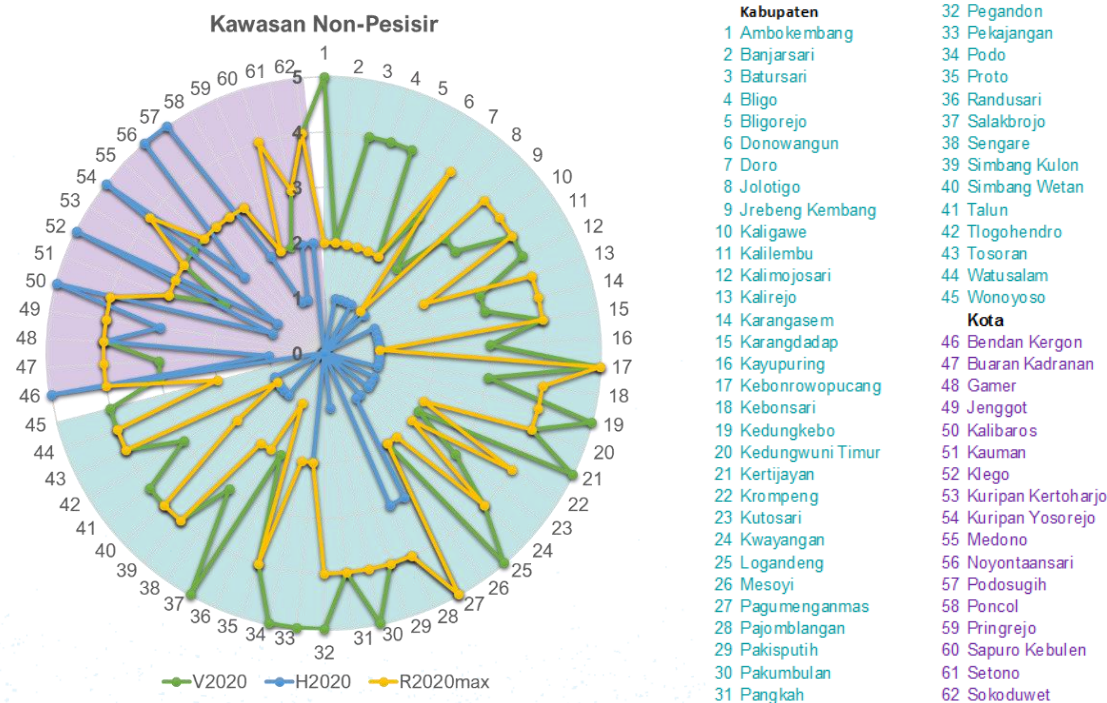
Tidak hanya itu, potensi terjadinya genangan permanen di wilayah pesisir membutuhkan pemilihan opsi adaptasi yang lebih menyeluruh, yang tidak hanya berfokus pada peningkatan kapasitas adaptif, tetapi juga perumusan dan implementasi kebijakan yang berkaitan dengan dukungan aktivitas ekonomi, dukungan infrastruktur, dan lainnya.

c. Tingkat Risiko Baseline Kawasan Non Pesisir

Kawasan non-pesisir di sini mencakup bagian tengah, hulu dan hilir dari DAS Kupang, yang sebagian besar didominasi oleh wilayah Kabupaten Pekalongan.

Tingkat kerentanan desa non-pesisir di Kabupaten Pekalongan secara umum berada pada kondisi tinggi, meskipun dapat ditemukan juga desa-desa dengan tingkat kerentanan sangat tinggi seperti Ambokembang, Kebonrowopucang, Kedungkebo, Kertijayan, Logandeng, Pagumenganmas, Pakumbulan, Pegandon, Pekajangan, Podo dan Salakbrojo. Kondisi ini terbentuk dari tingkat sensitivitas dan keterpaparan yang umumnya sedang dan kapasitas adaptif yang rata-rata rendah.

Tingkat kerentanan yang rata-rata tinggi ini kemudian mengakibatkan desa non pesisir di Kabupaten Pekalongan memiliki tingkat risiko yang tinggi secara umum. Namun demikian, hasil perhitungan risiko juga memperlihatkan bahwa terdapat beberapa desa dengan tingkat kerentanan tinggi-sangat tinggi yang justru memiliki tingkat risiko rendah, seperti misalnya desa Batusari, Bligo, Talun, Wonoyoso, Ambokembang, Kertijayan, dan Pekajangan. Rendahnya tingkat risiko di desa-desa ini merupakan kontribusi dari sangat rendahnya tingkat bahaya banjir di wilayah tersebut.



Visualisasi Indeks Kerentanan (V2020) dan Bahaya (H2020) yang Menyusun Risiko Banjir (R2020max) di Kawasan Non- Pesisir (Tim Penyusun, 2020)

Rata-rata tingkat risiko tinggi juga ditemukan pada kelurahan non-pesisir di Kota Pekalongan, meskipun terdapat juga kelurahan dengan tingkat risiko rendah dan sedang. Tingkat risiko ini muncul dari kombinasi relatif tingginya bahaya banjir di kawasan tersebut dan relatif sedangnya tingkat kerentanan wilayah. Tingkat kerentanan yang sedang terbentuk dari sensitivitas, keterpaparan dan kapasitas adaptif kawasan yang rata-rata sedang.

Namun demikian, dapat ditemukan juga kelurahan dengan tingkat kerentanan rendah dan sangat rendah, dimana kondisi ini cenderung dipengaruhi oleh tingkat sensitivitas kelurahan tersebut yang berada pada kisaran rendah-sangat rendah. Disisi lain, terdapat pula kelurahan yang memiliki tingkat kerentanan tinggi yaitu Kelurahan Gamer, Jenggot dan Kalibaros.

Kelurahan Pringrejo merupakan satu-satunya kelurahan yang memiliki tingkat risiko rendah. Rendahnya tingkat risiko kelurahan ini dikontribusikan oleh tingkat kerentanannya yang rendah, meskipun dari sisi bahaya banjir memiliki tingkat sedang.

Dilihat dari sisi bahaya banjir, kawasan non-pesisir Kota Pekalongan memiliki tingkat bahaya banjir yang lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan non-pesisir Kabupaten Pekalongan. Hal ini dikarenakan beberapa area memiliki kemungkinan terdampak banjir rob sekaligus banjir limpasan akibat curah hujan ekstrem.

Yang perlu menjadi perhatian pada kondisi *baseline* di kawasan non-pesisir ini adalah adanya wilayah yang memiliki tingkat risiko rendah dengan tingkat kerentanan tinggi. Mempertimbangkan relatif rendahnya kapasitas adaptif di area tersebut, diperlukan upaya-upaya peningkatan kapasitas untuk memperkuat kemampuan masyarakat dalam menghadapi berbagai kemungkinan bahaya (tidak hanya banjir).

Perhatian juga perlu diberikan pada adanya wilayah dengan tingkat risiko rendah, meskipun memiliki tingkat bahaya sedang, seperti Kelurahan Pringrejo. Sehingga dalam penanganan risiko banjir, utamanya yang berkaitan dengan mitigasi bahaya, kelurahan ini perlu menjadi salah satu prioritas penanganan.

5.2 Proyeksi Risiko (2021-2035)

Pemahaman akan kondisi historis dari bahaya banjir serta informasi terkait prediksi atau proyeksinya di masa depan merupakan hal yang penting dalam proses analisa risiko. Informasi kondisi *baseline* dan proyeksi ini akan membantu dalam merumuskan strategi adaptasi dan penanganan yang tepat ke depannya.

Mengikuti pendekatan analisis risiko yang dilakukan untuk kondisi *baseline* pada bagian sebelumnya, maka pembahasan hasil analisis proyeksi risiko juga dilakukan dengan menggunakan pendekatan analisis dengan membedakan kawasan pesisir dan non-pesisir.

a. Proyeksi Tingkat Risiko Kawasan Pesisir

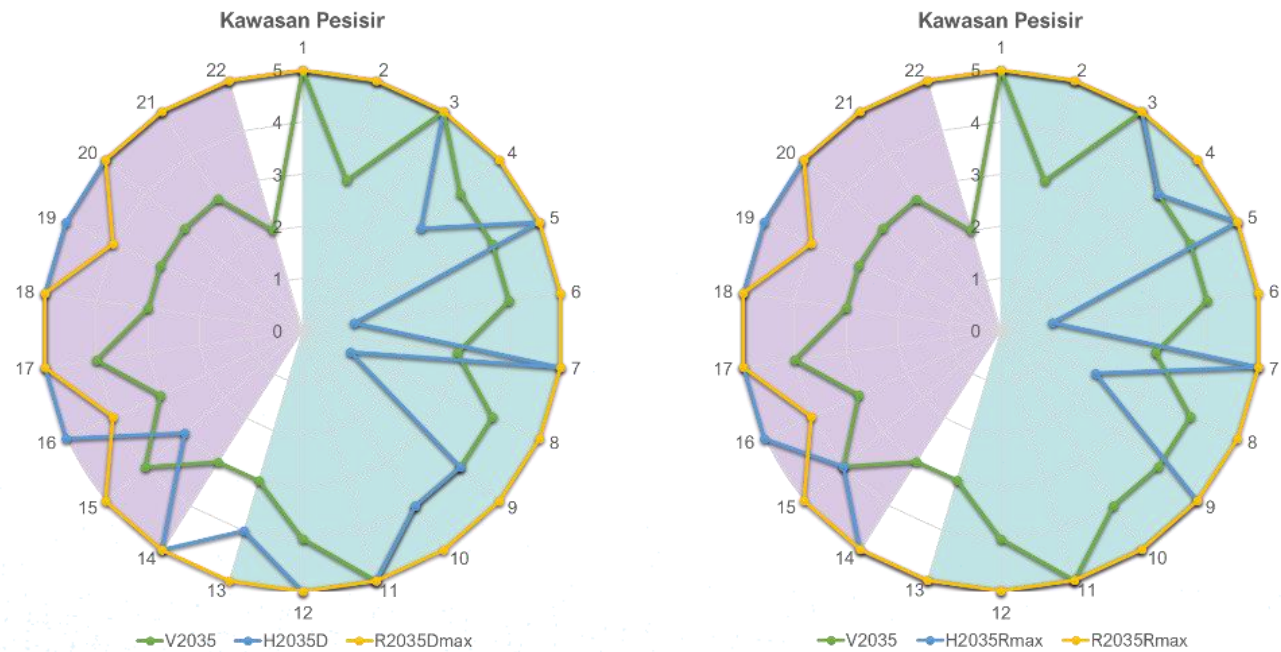
Pada periode *baseline*, mayoritas desa/kelurahan kawasan pesisir sudah berada pada tingkat risiko tinggi dan sangat tinggi, kecuali untuk Desa Pesanggrahan yang memiliki tingkat sedang. Perubahan tingkat bahaya dan kerentanan di masa yang akan datang tentunya akan mempengaruhi tingkat risiko ke depannya.

Hasil proyeksi risiko baik yang dihasilkan oleh analisa bahaya berbasis prediksi dekadal maupun proyeksi skenario RCP 4.5, hampir semuanya secara konsisten **menunjukkan peningkatan tingkat risiko di berbagai periode proyeksi, terutama dari tingkat risiko tinggi menjadi sangat tinggi,** walaupun dapat dilihat adanya penurunan kerentanan di berbagai area.

Peningkatan risiko ini terutama disebabkan oleh cenderung meningkatnya tingkat bahaya menjadi sangat tinggi untuk sebagian besar desa/kelurahan di pesisir, seperti di Kelurahan Bandengan, Degayu, Kandang Panjang, Krapyak, Padukuhan Kraton, Panjang Wetan dan Pasir Kraton Kramat; serta Desa Api-api, Jeruksari, Mulyorejo, Pecakaran, Semut, Tegaldowo, Tratebang, dan Wonokerto Kulon. Sementara untuk Kelurahan Kandang Panjang justru mengalami penurunan dari tingkat sangat tinggi menjadi tinggi.

Kombinasi laju peningkatan muka air laut ($\pm 0,81$ cm/tahun) dan laju penurunan tanah (mencapai 34,5 cm/tahun) sebagai faktor utama peningkatan tingkat bahaya di masa depan. Kondisi ini diperparah dengan adanya perubahan indeks ekstrem basah.

Lebih lanjut, proyeksi genangan menunjukkan bahwa terdapat potensi peningkatan luasan genangan di pesisir yang tentunya berkontribusi dalam peningkatan risiko banjir. Perubahan tingkat risiko menjadi sangat tinggi di hampir seluruh desa/kelurahan di kawasan pesisir serta potensi peningkatan luasan genangan menunjukkan pentingnya pemilihan dan penguatan strategi adaptasi.



Visualisasi Tingkat Kerentanan (V2035) dan Bahaya (H2035) yang Menyusun Risiko Banjir (R2035max) di Kawasan Pesisir Tahun 2035 dengan Prediksi Dekadal (kiri) dan Proyeksi RCP 4.5 (kanan) Tim Penyusun, 2020)

Wilayah ini harus menjadi fokus utama dalam program pengurangan risiko bencana dan adaptasi perubahan iklim. Peningkatan risiko banjir dan luasan tentunya dapat menekan sendi-sendi kehidupan masyarakat, mulai dari peningkatan jumlah penduduk yang terpapar, hilangnya lahan produkti dan permukiman, terganggunya aktivitas ekonomi, hingga terganggunya layanan infrastruktur di kawasan pesisir

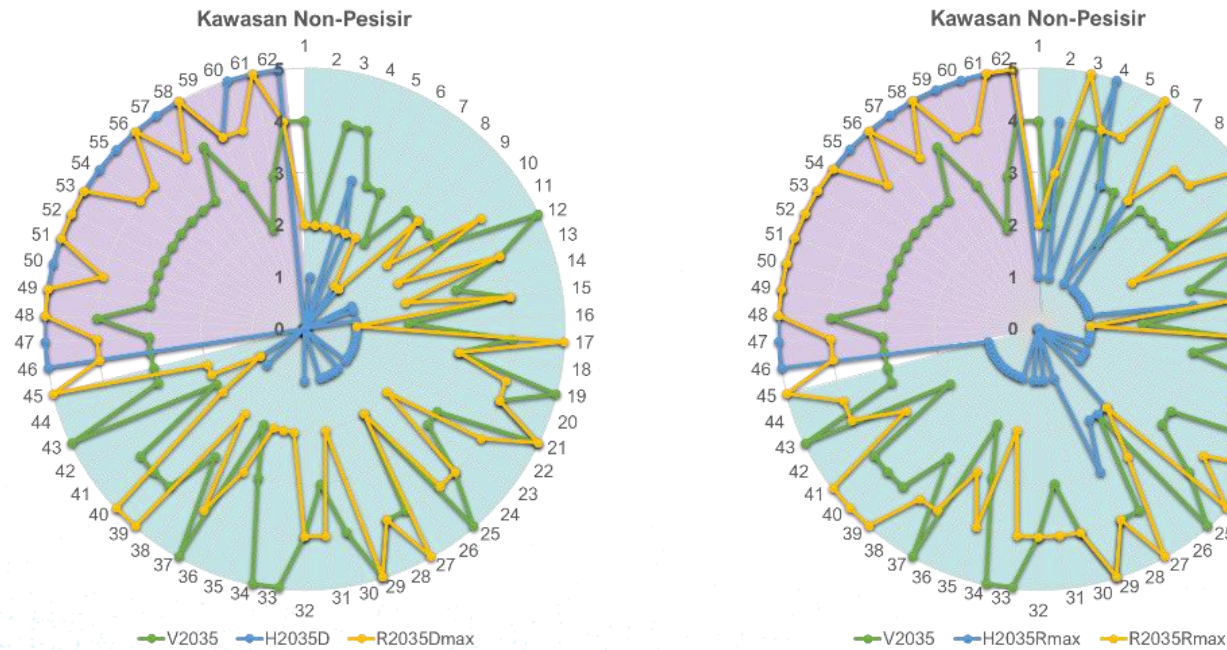
b. Proyeksi Tingkat Risiko Kawasan Non-Pesisir

Proyeksi tingkat risiko untuk kawasan non-pesisir menunjukkan hasil yang cukup variatif dan dengan faktor dominan yang berbeda untuk kedua wilayah administratif. Untuk Kabupaten Pekalongan, faktor tingkat kerentanan cenderung lebih dominan dalam mempengaruhi tingkat risiko; sementara untuk Kota Pekalongan, tingkat risiko lebih dipengaruhi oleh tingkat bahaya.

Secara umum, kawasan non-pesisir Kota Pekalongan diproyeksikan untuk memiliki tingkat risiko tinggi. Kondisi ini cenderung terbentuk dari kerentanan yang didominasi tingkat sedang dan bahaya yang berada pada tingkatan sangat tinggi.

Sementara tingkat kerentanan kawasan non-pesisir **Kabupaten Pekalongan** sebagian besar berada di tingkat tinggi-sangat tinggi, dengan tingkat bahaya banjir umumnya di tingkat tidak terdampak-sangat rendah; sehingga **dapat diidentifikasi beberapa desa dengan tingkat risiko tinggi-sangat tinggi. Namun masih dapat ditemukan juga desa dengan tingkat risiko rendah dan sangat rendah.**

Variasi tingkat risiko dalam satu desa/kelurahan akibat penggunaan unit analisa grid dalam proses analisa risiko sangat jelas terlihat untuk wilayah non-pesisir dibandingkan pada wilayah pesisir, khususnya yang berada di dekat aliran sungai. Sebagai contoh di Desa Pagumenganmas dan Kalilembu, tingkat risiko tinggi-sangat tinggi hanya dimiliki oleh grid area yang memiliki tingkat bahaya tinggi-sangat tinggi; sementara daerah lainnya memiliki risiko rendah.



Visualisasi Tingkat Kerentanan (V2035) dan Bahaya (H2035) yang Menyusun Risiko Banjir (R2035max) di Kawasan Non-Pesisir Tahun 2035 dengan Prediksi Dekadal (kiri) dan Proyeksi RCP 4.5 (kanan) Tim Penyusun, 2020)

Dengan menggunakan pendekatan analisa yang berbasis nilai maksimum, signifikansi kondisi Desa Pagumenganmas dan Kalilembu dapat muncul, dan dapat menjadi salah satu lokasi indikatif untuk penanganan risiko banjir dari sisi mitigasi bahaya. Apabila penilaian risiko diambil menggunakan nilai rata-rata, besar kemungkinan kedua desa akan memiliki risiko yang lebih rendah, dan tingkat bahayanya yang tinggi dapat terabaikan.

b. Proyeksi Tingkat Risiko Wilayah Kajian

Hasil analisa menunjukkan bahwa di tahun *baseline* untuk total wilayah kajian terdapat 36 dan 17 desa/kelurahan yang memiliki tingkat risiko tinggi dan sangat tinggi secara berurutan. Jumlah desa/kelurahan dengan kedua tingkat risiko ini akan terus meningkat hingga mencapai 23 dan 35 desa/kelurahan secara berturut-turut untuk tingkat tinggi dan sangat tinggi di tahun 2035 pada prediksi dekadal.

Sementara untuk skenario RCP 4.5, tingkat risiko tinggi dan sangat tinggi akan dimiliki oleh 25 dan 49 desa/kelurahan secara berurutan di tahun 2035.

Jika melihat lingkup wilayah administratif, **untuk Kota Pekalongan** terlihat jumlah kelurahan yang mengalami peningkatan tingkat risiko bertambah secara konsisten. bahwa di akhir tahun proyeksi, **keseluruhan kelurahan yang berada di dalam wilayah kajian memiliki tingkat risiko tinggi-sangat tinggi baik pada skenario prediksi dekadal ataupun proyeksi RCP 4.5**; sementara di tahun *baseline* persentase kelurahan dengan tingkat risiko tersebut adalah $\pm 65\%$.

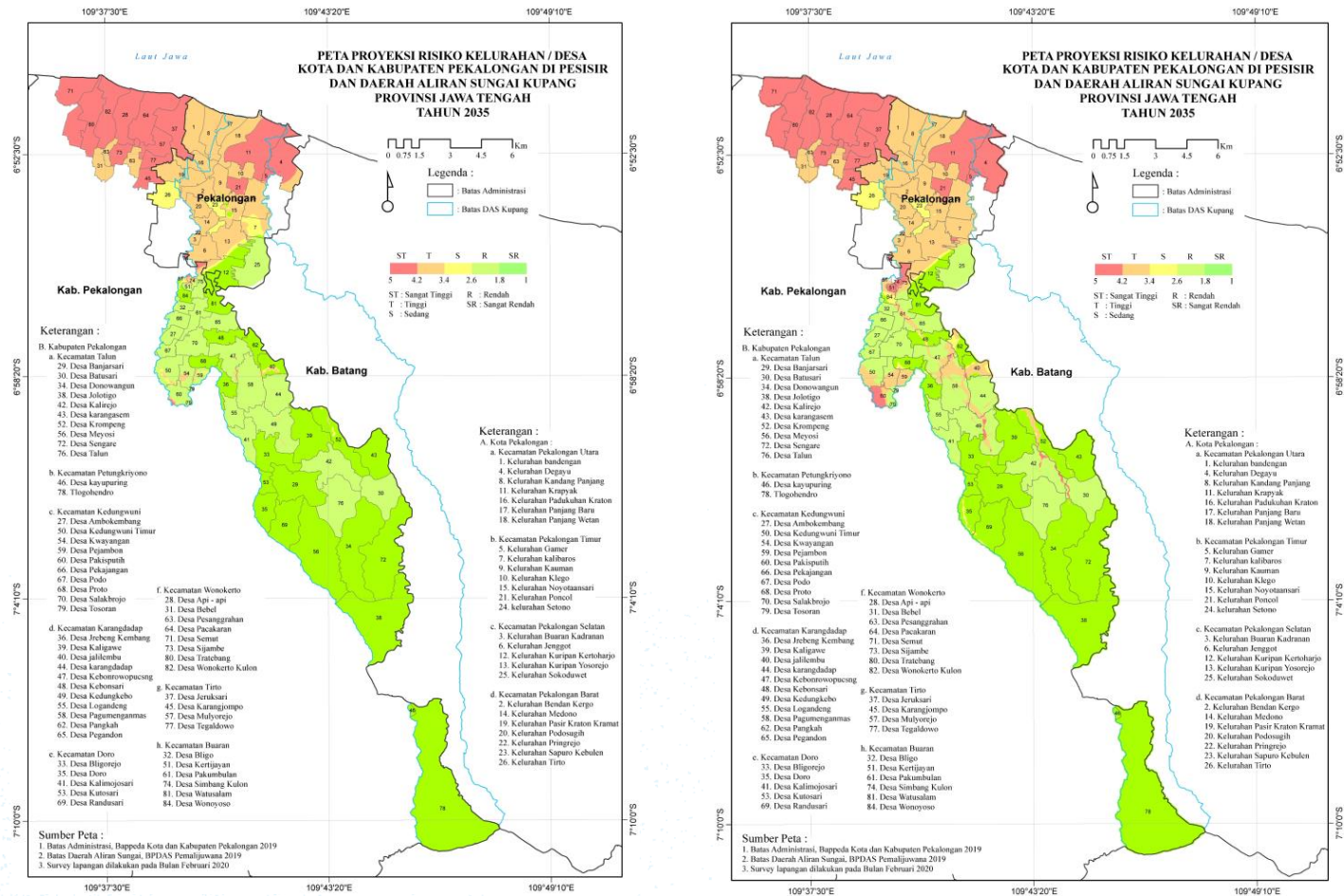
Untuk Kabupaten Pekalongan, terlihat perbedaan hasil proyeksi antara prediksi dekadal dengan proyeksi RCP4.5. Di tahun *baseline*, 36 dari 58 desa memiliki tingkat risiko tinggi-sangat tinggi. Di akhir periode proyeksi, angka ini berubah menjadi 32 desa dan 48 desa untuk prediksi dekadal dan proyeksi RCP 4.5 secara berurutan. Terlihat bahwa prediksi dekadal memperlihatkan penurunan jumlah desa dengan tingkat risiko tinggi-sangat tinggi, sementara RCP 4.5 menunjukkan peningkatan. Pada prediksi dekadal, peningkatan lebih terlihat pada tingkat risiko sedang. Perbedaan perubahan tingkat risiko pada kondisi dekadal dan RCP 4.5 **menunjukkan bahwa perubahan curah hujan yang merupakan faktor pembentuk tingkat bahaya memberikan pengaruh pada tingkat risiko di Kabupaten Pekalongan.**

Membandingkan kawasan pesisir dan non-pesisir serta wilayah Kota dan Kabupaten Pekalongan menunjukkan adanya perbedaan yang jelas terkait karakteristik tingkat kerentanan, bahaya dan risiko banjir antar wilayah-wilayah yang diperbandingkan. Perbedaan karakteristik kerentanan dan bahaya sangat terlihat jelas antara kota dan kabupaten terutama di kawasan non-pesisir.

Sebaran tingkat risiko dan faktor pembentuknya ini memberikan indikasi pentingnya memperhatikan berbagai faktor penyusun tingkat kerentanan serta faktor yang mempengaruhi tingkat bahaya dalam rangka pengambilan strategi adaptasi untuk pengurangan risiko banjir di masa depan.

Perbedaan karakteristik tingkat kerentanan dan bahaya tersebut dapat digunakan untuk menentukan prioritas opsi adaptasi apakah berfokus pada pengurangan tingkat keterpaparan dan sensitivitas atau pada peningkatan kapasitas adaptif, walaupun pada dasarnya kedua hal ini perlu dilakukan secara bersamaan.

Selain itu, distribusi spasial yang menggunakan unit analisa grid juga dapat membantu mengarahkan lokus area yang tepat untuk implementasi program dan kegiatan yang dirumuskan.



Distribusi Spasial Tingkat Risiko Kawasan Risiko Tahun 2035 dengan Prediksi Dekadal (kiri) dan Proyeksi RCP 4.5 (kanan) (Tim Penyusun)

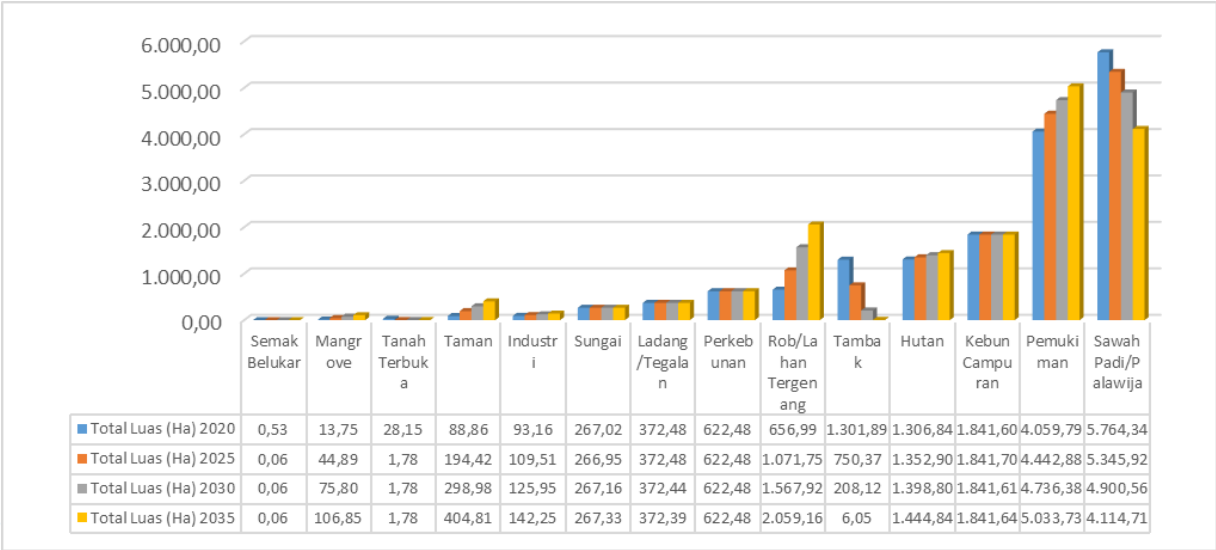
5.3 Keterkaitan Perubahan Guna Lahan dan Genangan

Analisa ini dilakukan untuk melihat dampak secara spasial dari perubahan luasan genangan (permanen maupun terjauh) terhadap guna lahan di wilayah kajian, sehingga kebijakan dan program yang dirumuskan untuk daerah tersebut dapat tepat guna dan tepat sasaran.

Klasifikasi guna lahan yang digunakan dalam proyeksi sama dengan pada kondisi *baseline*. Salah satu klasifikasi guna lahan yang digunakan adalah rob/lahan tergenang. Hal ini mengacu pada kondisi eksisting dimana sudah ada area-area di wilayah kajian yang tergenang permanen. Lokus guna lahan ‘rob/lahan tergenang’ dari hasil proyeksi guna lahan ini berbeda dengan ‘genangan permanen’ dan ‘genangan terjauh’ yang dihasilkan dari proses analisa bahaya.

Di dalam kajian ini diambil premis bahwa area yang beririsan antara guna lahan ‘rob/lahan tergenang’ dengan ‘genangan permanen’ adalah area yang memiliki probabilitas tertinggi untuk tergenang permanen di masa depan, karena dua proses analisa yang berbeda menunjukkan hasil yang sama.

Overlay antara genangan permanen dan genangan terjauh di klasifikasi guna lahan selain rob/lahan tergenang akan mengindikasikan klasifikasi guna lahan yang berpotensi terdampak.



Perubahan Guna Lahan Wilayah Kajian Tahun 2020-2035 (Tim Penyusun, 2020)

a. Tren Perubahan Guna Lahan

Proyeksi menunjukkan hingga akhir periode proyeksi, guna lahan di wilayah kajian masih didominasi oleh permukiman dan sawah padi, selain juga hutan. Ini menunjukkan bahwa aktivitas pertanian masih tetap akan berjalan sebagai salah satu sumber pendapatan masyarakat.

Jika melihat tren perubahannya, perubahan luasan lahan yang cukup signifikan terlihat pada klasifikasi permukiman, sawah, tambak dan rob/lahan tergenang.

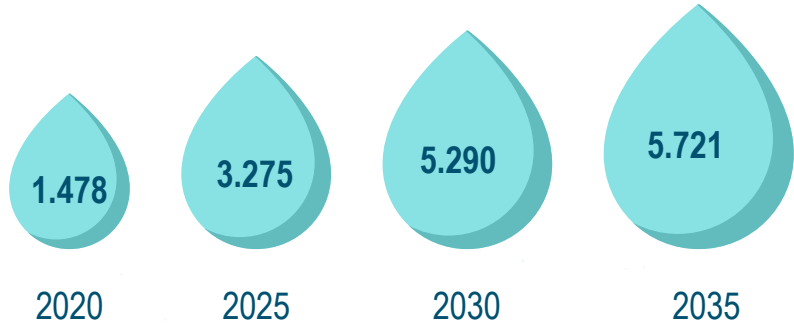
Terjadi tren yang meningkat untuk luasan permukiman (± 1.000 Ha) dan rob/lahan tergenang (± 1.400 Ha), sementara untuk sawah dan tambak terlihat tren yang menurun dengan perubahan luas lahan sekitar 1.600 Ha dan 1.300 Ha secara berurutan. Jika melihat angka perubahan ini, bisa diasumsikan bahwa perluasan lahan rob/lahan tergenang dan permukiman terjadi dengan mengubah bentuk guna lahan sawah dan tambak.

Analisa lebih lanjut dilakukan dengan melihat perubahan guna lahan pada segmen wilayah pesisir dan non-pesisir untuk menunjukkan *trade-off* guna lahan yang terjadi. Untuk **wilayah pesisir terlihat bahwa peningkatan luas rob/lahan tergenang terjadi seiring dengan penurunan luas lahan tambak**; sementara permukiman di wilayah ini luasnya sedikit meningkat. Menunjukkan tambaklah yang umumnya berubah menjadi lahan tergenang.

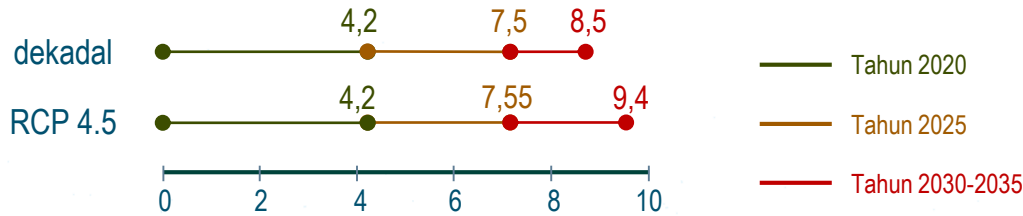
Untuk wilayah non pesisir, **peningkatan luasan terbesar ada pada guna lahan permukiman**. Sementara untuk **penurunan luasan yang terbesar terjadi pada lahan sawah**. Sehingga dapat dikatakan bahwa pengembangan permukiman di wilayah ini terjadi umumnya dengan mengkooptasi lahan sawah.

b. Genangan Permanen dan Genangan Terjauh

Genangan permanen merupakan jenis genangan yang memberikan dampak berupa terendahnya guna lahan di atasnya secara permanen. Genangan ini terbentuk apabila ketinggian tanah di area tersebut berada di bawah muka laut rata-rata, sehingga air yang masuk tidak dapat keluar kembali. Untuk prediksi dekadal dan proyeksi RCP 4.5 tidak akan ada perbedaan luasan genangan permanen. Sementara genangan terjauh merupakan distribusi spasial potensi genangan yang mungkin terjadi akibat banjir dan rob, namun dengan karakter yang dapat surut.



Perubahan Luasan Genangan Permanen di Wilayah Kajian Tahun 2020-2035 (dalam Ha) (Tim Penyusun, 2020)



Perubahan Jarak Genangan Terjauh di Wilayah Kajian Tahun 2020-2035 (dalam km) (Tim Penyusun, 2020)

Hasil pemodelan genangan secara spasial menunjukkan bahwa akan terjadi **perubahan genangan permanen yang signifikan di wilayah kajian**, yang pada kondisi baseline seluas 1.478 Ha, akan mencapai 5.721 Ha di akhir periode proyeksi.

Pada tahun 2025, **perluasan genangan permanen akan terjadi ke arah timur dan selatan wilayah kajian**. Terlihat bahwa genangan akan mencapai Kelurahan Tirto di selatan dan sebagian Kelurahan Padukuhan Kraton dan Pasir Kraton Kramat di timur.

Di tahun 2035, penambahan genangan permanen terlihat semakin ke selatan hingga menjangkau sebagian Desa Kertijayan dan Desa Simbangkulon di Kabupaten Pekalongan serta Kelurahan Kalibaros dan Kuripan Yosorejo di Kota Pekalongan.

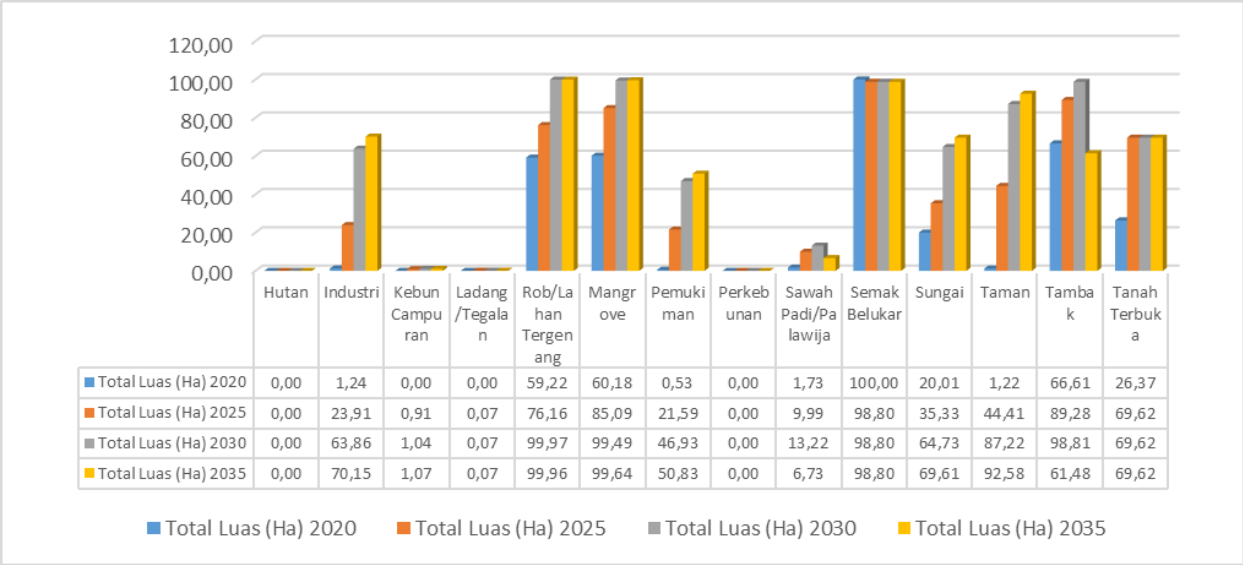
Laju penurunan muka tanah yang sangat tinggi di wilayah pesisir dan hilir memberi pengaruh yang signifikan terhadap terbentuknya genangan permanen ini, selain juga kontribusi dari kenaikan muka air laut dan gelombang.

Untuk genangan terjauh, hasil proyeksi menunjukkan bahwa di tahun 2035, luasan yang akan tergenang mencapai 5.700-5.900 Ha (menggunakan prediksi dekadal dan proyeksi RCP 4.5). Timbulnya genangan ini merupakan interaksi dari faktor penurunan muka tanah, intensitas hujan, gelombang serta juga peningkatan muka air laut.

Khusus untuk skenario proyeksi RCP 4.5, tidak ada perubahan luasan genangan terjauh dari periode 2025-2030 dan 2030-2035. Pada periode tersebut juga tidak terjadi perubahan pada jarak terjauh yang terdampak untuk prediksi dekadal maupun proyeksi RCP 4.5.

Jarak terdampak genangan terjauh pada tahun *baseline* diketahui sejauh 4,2 km dari bibir pantai. **Di tahun 2025, jarak genangan terjauh untuk prediksi dekadal dan proyeksi RCP 4.5** menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu signifikan di antara keduanya, yakni **7,5 km dan 7,55 km dari bibir pantai secara berurutan**. Kedua model menunjukkan bahwa genangan dapat mencapai Kelurahan Degayu, Kuripan Yosorejo, Noyontaansari dan Jenggot.

Di tahun 2035, jarak terjauh yang terdampak ini meningkat hingga 8,5 km dan 9,4 km dari bibir pantai secara berurutan untuk prediksi dekadal dan proyeksi RCP 4.5. Di periode ini, untuk prediksi dekadal, terlihat bahwa genangan permanen dan terjauh berhimpitan secara spasial; dengan titik terjauh genangan mencapai Desa Simbangwetan, Desa Wonoyoso, Kelurahan Sokoduwet, dan Kelurahan Kuripan Kertoharjo.



Proporsi Luasan Lahan Terdampak Genangan Permanen terhadap Luasan Total Per Klasifikasi Lahan (Tim Penyusun, 2020)

Sementara proyeksi RCP 4.5 di periode yang sama menunjukkan genangan terluasnya dapat mencapai Kelurahan Kuripan Kertoharjo, Kelurahan Sokoduwet dan Desa Wonoyoso.

C. Guna Lahan yang Terdampak Genangan

Jika membandingkan antara distribusi spasial guna lahan dengan sebaran genangan permanen, terlihat bahwa **secara periodik terlihat peningkatan luasan area yang terdampak, terutama untuk guna lahan rob, mangrove, semak belukar dan taman**. Bahkan di akhir periode proyeksi, **>90% area dari keempat guna lahan tersebut akan tertutup genangan permanen**.

Yang perlu menjadi perhatian juga adalah tingginya proporsi **area terdampak (>50%) untuk guna lahan permukiman, tambak, tanah terbuka dan industri**.

Peningkatan luas kawasan permukiman yang terdampak meningkat secara bertahap dari 0,53% di 2020, 21,59% di 2025, 46,9% di 2030, hingga **50,83% di tahun 2035** menunjukkan bahwa area yang diproyeksikan akan berkembang menjadi **kawasan permukiman berpotensi berada di kawasan yang rawan terhadap genangan permanen**.

Mengingat permukiman merupakan kebutuhan dasar bagi penduduk, yang jumlahnya akan terus bertambah setiap waktu, diperlukan perencanaan pola ruang untuk permukiman yang tepat, ataupun rencana mitigasi yang memadai.

Urgensi pengendalian dan penanganan untuk perkembangan kawasan permukiman ini semakin mengemuka jika melihat distribusi spasial genangan terjauh dan guna lahan, terutama pada periode 2020-2025 dan 2025-2030. Pada kedua periode tersebut, **genangan terjauh dapat menggenangi sekitar 48-49% guna lahan permukiman, sementara genangan permanen berkisar antara 21-46%**. Langkah mitigasi diperlukan untuk menjaga keberlanjutan aktivitas domestik dan non domestik di area permukiman yang terdampak genangan terjauh.

Rencana mitigasi, pengendalian ataupun pengaturan zonasi juga dibutuhkan untuk area-area yang diproyeksikan sebagai guna lahan tambak dan industri. Hal ini menjadi penting mengingat kedua guna lahan tersebut erat kaitannya dengan sumber penghidupan masyarakat, selain juga berkontribusi terhadap PDRB daerah.

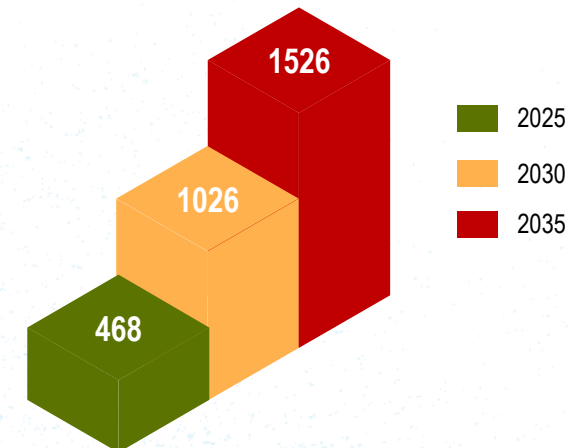
Sementara untuk tanah terbuka, lazimnya guna lahan ini digunakan untuk pengembangan kawasan terbangun dan non terbangun. Namun melihat kondisi bahwa >60% guna lahan ini berpotensi tergenang permanen di tahun 2035, diperlukan rencana pengembangan yang tepat untuk lokasi-lokasi tanah terbuka yang berpotensi tergenang.

Sebelumnya telah disebutkan bahwa >90% guna lahan rob akan tergenang permanen di akhir tahun 2035. Luasan yang tergenang ini mengalami kenaikan secara bertahap di setiap periode proyeksi. **Daerah yang beririsan antara lahan rob dan genangan permanen ini merupakan lahan dengan probabilitas tinggi** untuk tergenang di sepanjang periode.

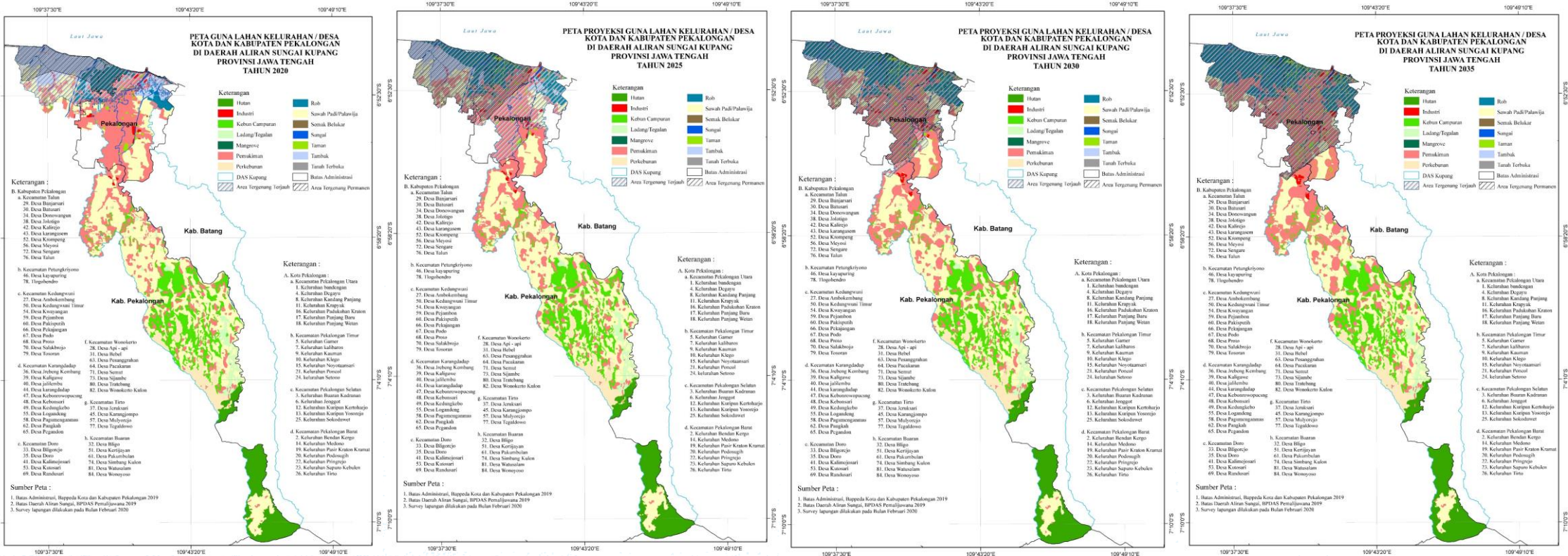
Analisa memperlihatkan bahwa **468 Ha lahan memiliki probabilitas tinggi untuk tergenang secara menyeluruh sepanjang periode di tahun 2025**. Guna lahan yang berpotensi tinggi berubah menjadi tergenang umumnya adalah **permukiman, tambak dan taman**, selain kondisi eksisting lahan yang merupakan lahan tergenang permanen di kondisi *baseline*. **Di tahun 2030, genangan dengan probabilitas tertinggi berpotensi meluas menjadi 1.026 Ha**, dengan penambahan guna lahan yang tergenang terbesar adalah **tambak di sisi barat, selain juga sawah, permukiman dan industri di pesisir dan sisi timur** wilayah kajian.

Di tahun 2035, luasan genangan probabiitas tinggi ini akan meningkat menjadi 1.526 Ha dengan menggenangi lahan **sawah dan tambak di sisi barat serta sawah di sisi timur** wilayah kajian.

Area-area dengan probabilitas tinggi ini perlu menjadi lokasi prioritas pengendalian banjir limpasan dan rob. Dari jenis lahan yang mengalami peningkatan luasan tergenang di tiap periode, terlihat bahwa tambak dan sawah adalah 2 jenis guna lahan yang dominan. Oleh karena itu, diperlukan strategi terkait bidang ekonomi, agar pertumbuhan ekonomi penduduk dan wilayah tidak terganggu akibat hilangnya lahan ini.



Perubahan Luasan Genangan dengan Probabilitas Tinggi di Wilayah Kajian (dalam Ha) (Tim Penyusun, 2020)



Potensi Dampak Genangan Permanen dan Genangan Terjauh terhadap Guna Lahan pada kondisi Baseline (kiri), Tahun 2025 (tengah) dan Tahun 2035 (kanan) dengan Prediksi Dekadal (Tim Penyusun, 2020)

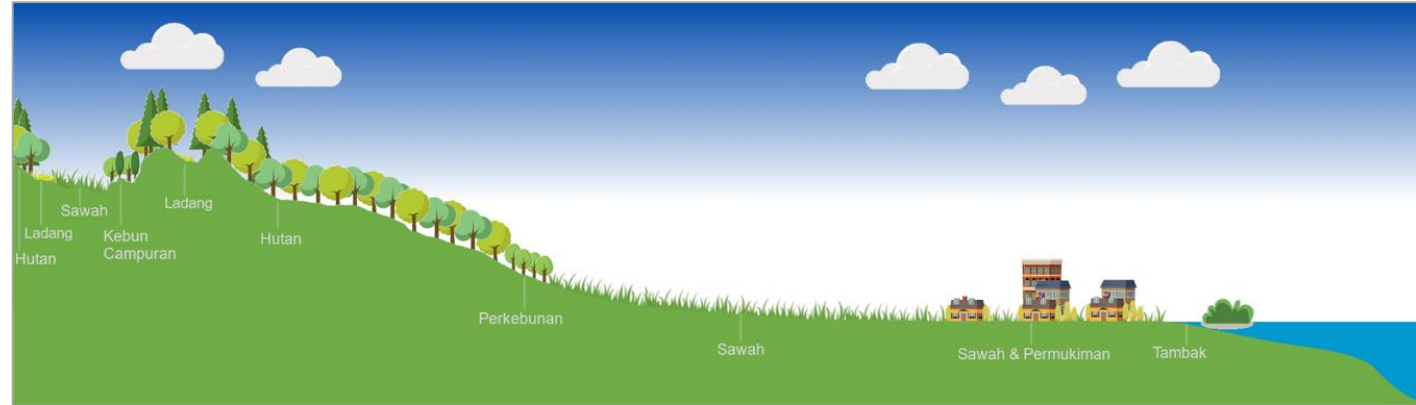


5.4 Risiko pada Konteks Lansekap

Analisa risiko pada konteks lansekap di dalam kajian ini dilakukan untuk melihat pengaruh dari perubahan lansekap terhadap risiko yang dialami oleh wilayah kajian, utamanya yang berkaitan dengan isu pengelolaan sumber daya air. Bagaimana variabilitas iklim dan perubahan fungsi wilayah tangkapan air dalam satu sistem DAS akan mempengaruhi sistem hidrologi pada DAS tersebut.

Dalam melakukan analisa risiko ini, lansekap yang menjadi lingkup kajian tidak hanya yang berada di dalam DAS Kupang saja, tetapi juga keseluruhan wilayah Kabupaten dan Kota Pekalongan agar dapat menangkap interaksi di dalam sistem dengan lebih komprehensif.

Dengan melihat dominasi tutupan lahan per segmen lansekap, terlihat bahwa wilayah hulu secara spasial masih didominasi oleh hutan yang tentunya memiliki laju infiltrasi cukup tinggi, sehingga dapat dikatakan kemampuan segmen hulu dalam meresapkan air masih cukup baik. Proyeksi guna lahan pun menunjukkan bahwa hingga tahun 2035, guna lahan hutan masih tetap akan mendominasi kawasan hulu. Kondisi ini mengakibatkan peningkatan luasan wilayah dengan nilai limpasan lebih rendah dibandingkan kondisi baseline.

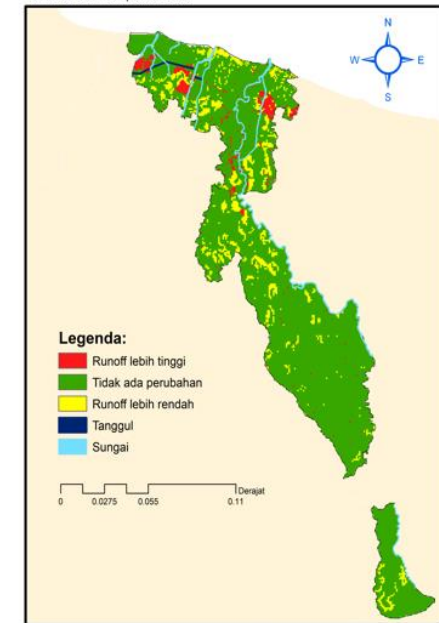


Bentang Alam di Tiap Segmen Pada Kondisi Baseline (Tim Penyusun, 2020)

Yang perlu menjadi perhatian di segmen ini adalah adanya wilayah-wilayah yang didominasi oleh guna lahan sawah padi/palawija. Nilai limpasan permukaan pada lahan ini lebih tinggi dibandingkan hutan. Kondisi ini tidak hanya akan mengakibatkan peningkatan potensi banjir di wilayah tengah dan hilir pada saat terjadi hujan ekstrim, tetapi juga menurunkan jumlah air yang terinfiltrasi menjadi cadangan air tanah. Sehingga isu tidak hanya akan timbul pada saat musim hujan, tetapi juga musim kemarau. Prediksi iklim menunjukkan ada tahun-tahun dimana indeks R20mm di daerah hulu berada di bawah normal, sehingga ada peluang penurunan intensitas hujan meskipun nilai proyeksi CDD relatif tidak mengalami perubahan yang signifikan.

Untuk mengantisipasi kondisi ini, perlu dilakukan upaya pengelolaan kawasan hulu agar skenario yang berkebalikan dengan skenario proyeksi guna lahan tidak terjadi. Luas kawasan hutan harus tetap dijaga agar tidak terkooptasi oleh guna lahan lain, yang selanjutnya mengganggu fungsi ekologis wilayah hulu.

Perubahan Runoff
Tahun 2035 terhadap tahun 2020

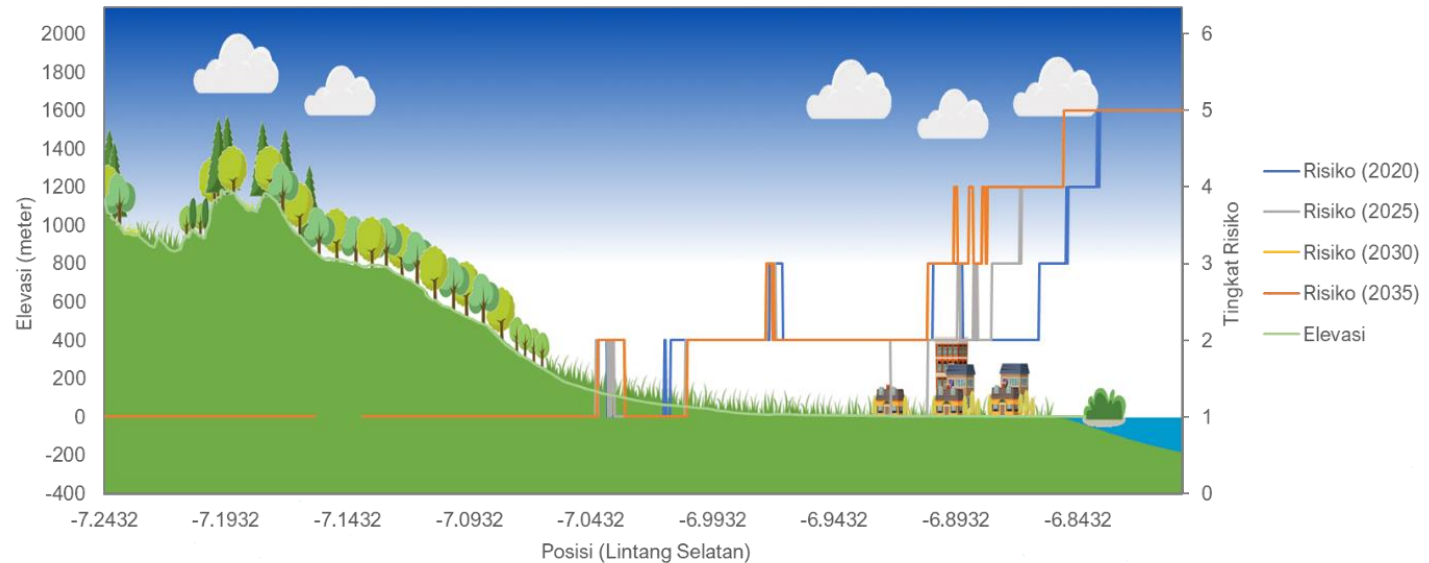


Perubahan Nilai Limpasan di Tahun 2035 (Tim Penyusun, 2020)

Pada segmen peralihan hulu dan tengah, guna lahan didominasi oleh perkebunan; sementara **wilayah tengah didominasi oleh sawah**, dengan dapat ditemukan juga sebaran wilayah permukiman. Telah disebutkan sebelumnya bahwa sawah memiliki koefisien limpasan yang lebih tinggi dibandingkan hutan, sehingga terdapat potensi kejadian banjir di segmen ini, yang kemudian dapat berdampak pada wilayah di bawahnya. Kejadian banjir ini sendiri dapat memberikan dampak negatif pada aktivitas ekonomi yang berlangsung di dalam kawasan. **Banjir dapat menyebabkan gagal panen dan kerusakan tanaman, sehingga produktivitas sawah pun menurun.**

Peningkatan risiko untuk segmen tengah yang didominasi oleh sawah juga **dipengaruhi oleh potensi ancaman kekeringan**, yang untuk Indonesia umumnya berkorelasi dengan adanya **kejadian El Nino atau IOD positif**. Peningkatan bahaya kekeringan ini akan berdampak pada penurunan produktivitas pertanian dan kesejahteraan petani.

Untuk segmen tengah, penanganan dapat difokuskan pada desa-desa dengan tingkat kerentanan tinggi atau sangat tinggi, tanpa melihat tingkat risiko banjirnya. Hal ini dikarenakan klasifikasi desa tersebut akan lebih mudah mengalami risiko tinggi terhadap berbagai kejadian bencana (tidak hanya banjir), seperti kekeringan, tanah longsor atau lainnya; sehingga sangat krusial untuk menyiapkan desa tersebut dalam menghadapi berbagai ancaman.



Bentang elevasi dan profil tingkat risiko dari hulu hingga pesisir Pekalongan (Tim Penyusun, 2020)

Perubahan pola lansekap tidak hanya mempengaruhi kuantitas air yang mengalami infiltrasi dan melimpas di sepanjang bentang DAS, tetapi juga kualitas air yang melimpas di setiap segmen. Perubahan ini dapat meningkatkan bahan pencemar dan mendorong turunnya kualitas air sungai karena **pola lansekap berkontribusi dalam mengontrol proses biogeokimia dan fisik di suatu DAS**. Di DAS Kupang sendiri penurunan kualitas air sungai terjadi akibat cemaran air limbah dan limbah padat dari kegiatan industri dan permukiman.

Sebagai ujung dari suatu DAS, **isu peningkatan limpasan dan penurunan kualitas air ini memberikan dampak tertinggi di segmen hilir dan pesisir**. Segmen ini akan menerima limpasan banjir dari wilayah atas, dan juga terkendala isu keterbatasan sumber air permukaan.

Di wilayah kajian, **segmen hulu ini didominasi oleh guna lahan permukiman dan sawah; dengan konsentrasi permukiman tertinggi di wilayah perkotaan**. Proyeksi guna lahan menunjukkan bahwa akan terjadi peningkatan alih fungsi lahan dari lahan sawah menjadi permukiman, industri dan tambak

Potensi **perubahan guna lahan** ini tentunya akan **menimbulkan beragam dampak** terutama apabila melihat **tren risiko banjir yang meningkat di segmen hilir dan pesisir**. Di akhir periode proyeksi, tingkat risiko di segmen ini didominasi oleh tingkat tinggi dan sangat tinggi. Dampak yang dihadapi antara lain semakin meningkatnya limpasan permukaan di dalam kawasan karena peningkatan kawasan terbangun, semakin meluasnya area genangan, serta juga semakin bertambahnya jumlah penduduk yang terdampak.

Melihat keterkaitan antara kondisi hulu, tengah dan hilir; maka penanganan di segmen hilir dan pesisir ini tidak dapat berdiri sendiri, melainkan harus terintegrasi dengan pengelolaan segmen di atasnya.

5.5 Rekomendasi Awal

Dengan mempertimbangkan analisa risiko yang telah dilakukan, kajian ini melihat bahwa upaya pengendalian terhadap risiko banjir tidaklah dapat dilakukan secara parsial di masing-masing segmen DAS. Adanya keterkaitan antara kondisi di hulu, tengah dan hilir mempertegas kebutuhan penerapan pendekatan holistik dan integratif dalam menyusun kerangka kebijakan ataupun program pengendalian risiko banjir di DAS Kupang. Pengendalian risiko banjir tidak dapat dilakukan hanya menggunakan pendekatan kebencanaan, tetapi perlu melihat perspektif lansekap secara menyeluruh dari wilayah hulu hingga pesisir.

Berbekal dari perspektif tersebut, maka pengendalian risiko banjir di DAS Kupang perlu:

- ❑ Menerapkan pendekatan yang bersifat holistik seperti *Integrated Water Resource Management* (IWRM) *Ecosystem Management* (EM) ataupun *Sustainable Landscape Planning* (SLP). Ketiga pendekatan ini mempertimbangkan semua aspek permasalahan terkait sumber daya air secara simultan; termasuk di dalamnya ekologi lanskap, manajemen adaptif, serta perubahan guna lahan
- ❑ Memperhatikan karakteristik lansekap di masing-masing segmen, potensi perubahan guna lahan yang mungkin terjadi serta dampak dari interaksi antara guna lahan dengan ancaman bahaya (termasuk di dalamnya variabilitas iklim) di segmen tersebut.
- ❑ Variabilitas iklim yang harus diperhatikan tidak hanya kondisi ekstrim basah yang dapat menyebabkan banjir, tetapi juga potensi kekeringan yang mempengaruhi ketersediaan air di wilayah Kabupaten dan Kota Pekalongan. Tidak seperti banjir yang mempengaruhi area terbatas, kekeringan memiliki dampak yang lebih luas dan dapat mempengaruhi wilayah-wilayah yang tidak terdampak oleh banjir. Sehingga, apabila suatu daerah memiliki tingkat kerentanan cukup tinggi, daerah tersebut berpotensi memiliki risiko tinggi terhadap kekeringan.

- ❑ Mengembangkan sistem peringatan dini informasi prediksi cuaca dan iklim berbasis dampak dan risiko. Sistem ini perlu dikembangkan simultan dengan upaya peningkatan kesadaran masyarakat terhadap pemanfaatan informasi tersebut, sebagai bagian dari upaya peningkatan kapasitas adaptif masyarakat
- ❑ Memberikan perhatian lebih pada daerah dengan tingkat kerentanan tinggi dan sangat tinggi baik di area pesisir maupun non pesisir, melalui peningkatan kapasitas adaptif yang paralel dengan penurunan tingkat sensitivitas dan keterpaparan. Upaya ini harus dilakukan sejalan dengan pembangunan infrastruktur atau upaya lainnya untuk mengurangi risiko bencana
- ❑ Memperkuat fungsi ekologi wilayah pesisir, khususnya di wilayah dengan ekosistem mangrove untuk menjaga fungsi fisik, kimia, biologi, ekonomi, dan fungsi lainnya yang diberikan kawasan pesisir dan perairan.

Untuk memperoleh rekomendasi yang lebih tepat sasaran serta sejalan dengan kepentingan dan urgensi daerah, arahan rekomendasi awal ini akan diperdalam melalui serangkaian proses diskusi dengan pemangku kepentingan dan analisa lanjutan. Hasil pengayaan terhadap rekomendasi ini akan dituangkan pada dokumen Rekomendasi Strategi dan Kebijakan yang terpisah dengan dokumen kajian ini.

06 TINDAK LANJUT

- **Validasi asumsi** dalam kajian kerentanan, bahaya dan risiko banjir, dengan **finalisasi kajian** di Awal Oktober 2020
- **Perumusan rekomendasi strategi adaptasi** serta keterkaitannya dengan kebijakan ekisting pada periode Oktober 2020-Maret 2021
- Pendampingan dalam inklusi hasil kajian ke kebijakan terkait hingga Desember 2021

KAJIAN RISIKO IKLIM DAN REKOMENDASI KEBIJAKAN

- **Penyepakatan lingkup analisa** (sektoral dan spasial) untuk kajian dampak ekonomi dan non-ekonomi pada Oktober 2020
- **Pengumpulan data dan analisa awal** ditargetkan selesai pada Desember 2020
- **Finalisasi kajian dampak** serta perumusan aksi adaptasi prioritas pada periode Januari-April 2021
- Pendampingan dalam inklusi hasil kajian ke kebijakan terkait hingga Desember 2021

KAJIAN DAMPAK DAN KERUGIAN EKONOMI SERTA NON-EKONOMI

- Mengawal **Kota dan Kabupaten Pekalongan sebagai daerah sub-prioritas RAN API** untuk sektor pesisir, air dan pertanian
 - Memastikan **kepentingan daerah** dipertimbangan dalam strategi implementasi RAN API
- Memastikan **dipertimbangkannya informasi dari hasil kajian risiko di dalam perumusan strategi implementasi roadmap Land Subsidence** (dan kaitannya dengan program IWRM di Pekalongan Raya) melalui keterlibatan di Pokja *Land Subsidence*

FASILITASI KETERKAITAN DENGAN KEBIJAKAN NASIONAL

Lampiran A Input Data Analisa Bahaya

Lampiran B Pemodelan Genangan 2026-2030 untuk Prediksi Dekadal (kiri) dan Proyeksi RCP 4.5 (kanan)

Lampiran C Indeks Tingkat Bahaya Banjir Per-Desa di Kabupaten Pekalongan untuk Prediksi Dekadal (kiri) dan Proyeksi RCP 4.5 (kanan)

Lampiran D Indeks Tingkat Bahaya Banjir Per-Desa di Kabupaten Pekalongan untuk Prediksi Dekadal (kiri) dan Proyeksi RCP 4.5 (kanan)

Lampiran E Komponen dan Indikator Penyusun Sensitivitas

Lampiran F Komponen dan Indikator Penyusun Keterpaparan

Lampiran G Komponen dan Indikator Penyusun Kapasitas Adaptif

Lampiran H Indikator Proyeksi Guna Lahan

Lampiran I Tren Perubahan Guna Lahan Tahun 2020-2035

Lampiran J Proyeksi Risiko Banjir Prediksi Dekadal (2025-2035)

Lampiran K Proyeksi Risiko Banjir Proyeksi RCP 4.5 (2025-2035)

Lampiran L Jumlah Desa/Kelurahan di Wilayah Kajian per Tingkat Risiko

LAMPIRAN A

Input Data Analisa Bahaya

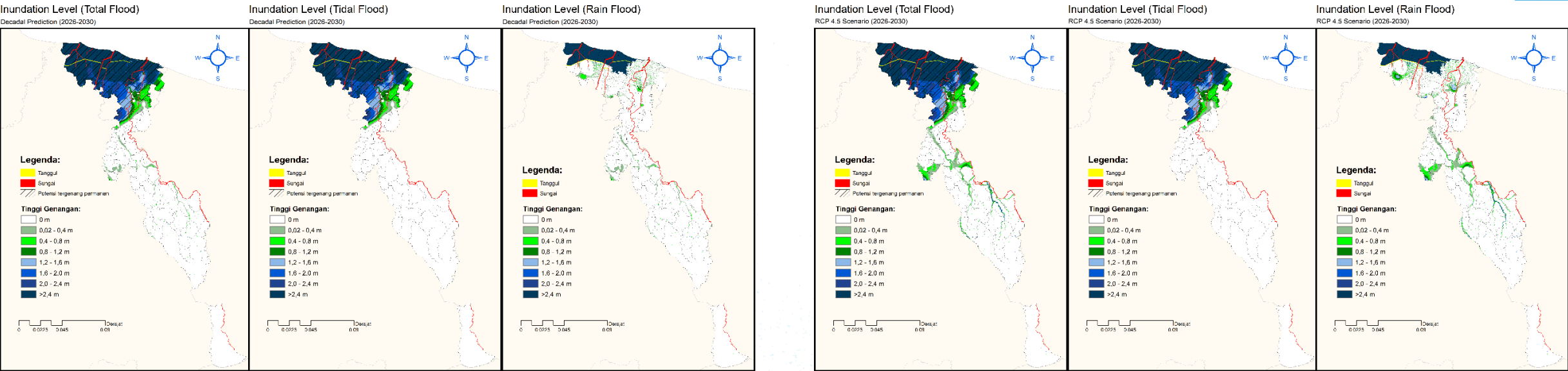
NO	DATA	SUMBER	JENIS DATA
Model Banjir			
1	DTM (20 x 20 m di-resample menjadi 30 x 30 m)	CoREM	Spasial
2	– Peta Tutupan Lahan – Peta Tata Guna Lahan	CoREM	
3	SHP DAS Kupang	BPDAS Pekalongan	
4	Data Meteorologi: – Curah Hujan (CH)	Pusdatanu Kota Pekalongan, BMKG, CHIRPS (Funk et al., 2015), POWER NASA/ECMWF	Tabular
5	Parameter Land dan Parameter Soil	Kajian Pustaka	
6	Land subsidence rate	CoREM	
7	- Ketinggian Pasang Surut – Long Term Mean Sea Level – Proyeksi Mean Sea Level tahunan	CoREM, Copernicus BIG	
8	Pasut Harian	CoREM	
9	Data Kejadian Banjir (Spasial, titik, dan Temporal)	BPBD Kota, Survei lapangan	
Simulasi Proyeksi Iklim			
10	Global Climate Model	https://climexp.knmi.nl/selectfield_cmip5.cgi?id=someone@somewhere	Spasial
11	Regional Climate Model (RegCM)	Faqih et al. (2016), TNC Indonesia (2017), BIG	
12	CHIRPS: Rainfall Estimates from Rain Gauge and Satellite Observations	Data CHIRP yang telah dikoreksi dengan data observasi (1981 – 2019),	

Model GCM CMIP5

NAMA MODEL	INSTITUSI	RESOLUSI SPASIAL	REFEREN SI
ACCESS1.0	Australian Community Climate and Earth System Simulator coupled model (ACCESS-CM)	1,25°×1,875°	(Bi et al. 2013)
CanESM2	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis (CCCma), Canada	2,8°×2,8°	Chylek et al. 2011
CMCC-CM	Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC), Italy	0,75°×0,75°	Scoccimarro et al. 2011
CMCC-CMS	Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC), Italy	1,875°×1,875°	Scoccimarro et al. 2011
CSIRO-Mk3-6-0	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), Australia	1,875°×1,875°	Jeffrey et al. 2013
FGOALS-s2	State Key Laboratory of Numerical Modeling for Atmospheric Sciences and Geophysical Fluid Dynamics (LASG), China	2,8°×1,4°	Qing et al. 2013
GFDL-ESM2G	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL), USA	2,5°×2,0°	Dunne et al. 2013
HadGEM2-ES	Met Office Hadley Centre, UK	1,875°×1,25°	(Martin et al. 2011)
IPSL-CM5B-LR	L'Institut Pierre-Simon Laplace (IPSL), France	3,75°×1,875°	Dufresne et al. 2013
MIROC5	Model for Interdisciplinary Research on Climate (MIROC), Japan	1,4°×1,4°	(Tatebe et al. 2012)
MIROC-ESM-CHEM	Model for Interdisciplinary Research on Climate (MIROC), Japan	2,8125°×2,8125°	Watanabe et al. 2011
MPI-ESM-LR	Max Planck Institute, Germany	1,875°×1,875°	Block dan Mauritsen 2013

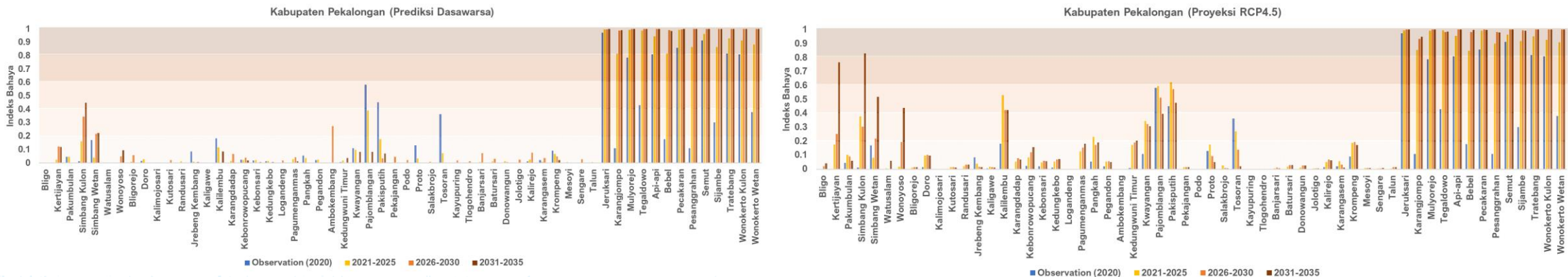
LAMPIRAN B

Pemodelan Genangan 2026-2030 untuk Prediksi Dekadal (kiri) dan Proyeksi RCP 4.5 (kanan)



LAMPIRAN C

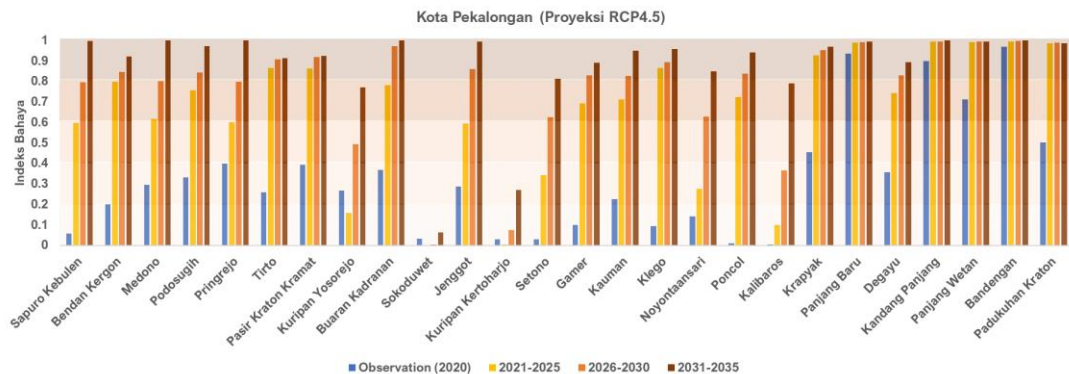
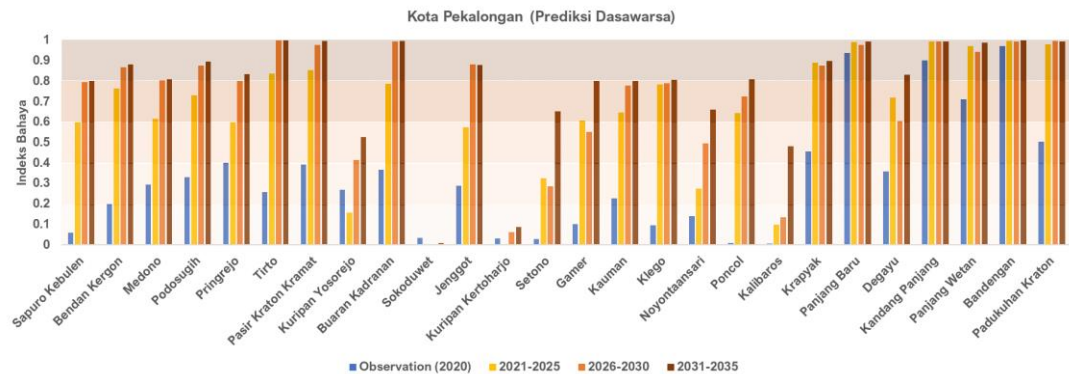
Indeks Tingkat Bahaya Banjir Per-Desa di Kabupaten Pekalongan untuk Prediksi Dekadal (kiri) dan Proyeksi RCP 4.5 (kanan)



a) Kabupaten Pekalongan								
Tingkat Bahaya	Observasi	Dasawarsa			Observasi	Skenario (RCP4.5)		
	2015-2019	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2015-2019	2021-2025	2026-2030	2031-2035
Tidak Terdampak	17	4	11	21	17	4	3	4
Sangat Ringan	28	40	31	22	28	34	35	32
Ringan	3	1	3	1	3	4	4	3
Sedang	3	0	0	1	3	2	3	4
Tinggi	1	0	0	0	1	1	0	1
Sangat Tinggi	6	13	13	13	6	13	13	14

LAMPIRAN D

Indeks Tingkat Bahaya Banjir Per-Kelurahan di Kota Pekalongan untuk Prediksi Dekadal (kiri) dan Proyeksi RCP 4.5 (kanan)



b) Kota Pekalongan								
Tingkat Bahaya	Observasi	Dasawarsa			Observasi	Skenario (RCP4.5)		
	2015-2019	2021-2025	2026-2030	2031-2035	2015-2019	2021-2025	2026-2030	2031-2035
Tidak Terdampak	0	1	1	0	0	0	0	0
Sangat Ringan	10	3	2	2	10	4	2	1
Ringan	9	2	1	0	9	2	1	1
Sedang	3	2	3	2	3	2	1	0
Tinggi	1	10	5	4	1	9	3	2
Sangat Tinggi	3	8	14	18	3	9	19	22

Lampiran E

Komponen dan Indikator Penyusun Sensitivitas (1)

NO	KOMPONEN	INDIKATOR	DESKRIPSI
1	Infrastruktur dan Permukiman (K1)	Persen jumlah rumah yang tidak kuat menahan bencana per desa	Bangunan non permanen memiliki kemampuan yang lebih rendah dalam menerima dampak dari variabilitas dan iklim ekstrim seperti banjir dan banjir pasang
2	Penataan ruang (K2)	Persen luas Kawasan hijau per desa	Semakin luas kawasan hijau, maka semakin luas daerah penyerapan air, sehingga kelurahan/desa tersebut memiliki sensitivitas yang rendah terhadap banjir/ banjir pasang
3	Kemiskinan (K3)	Rasio penduduk miskin	Penduduk miskin dengan kemampuan finansial yang rendah akan merasakan dampak yang lebih tinggi pada variabilitas dan iklim ekstrim seperti banjir/banjir pasang, dan memerlukan waktu yang lebih panjang dalam pemulihannya
4	Kelompok Rentan (K4)	- Rasio jumlah penduduk perempuan (Gender) - Rasio jumlah penduduk manula (>60 tahun) - Rasio jumlah penduduk anak-anak (<12 tahun) - Rasio jumlah penduduk disabilitas	Penduduk rentan memiliki daya tahan dan kemampuan mengatasi banjir/banjir pasang yang lebih rendah
5	Pendapatan Perkapita (K5)	Persen RT yang anggotanya bertani, bertambak, atau nelayan terhadap total mata pencaharian per desa	semakin rendah pendapatan penduduk di suatu kelurahan/desa maka semakin besar dampak banjir/ banjir pasang yang dirasakan penduduk

Komponen dan Indikator Penyusun Sensitivitas (2)

NO	KOMPONEN	INDIKATOR	DESKRIPSI
6	Kepemilikan Lahan (K6)	Presentase jumlah RT yang tidak memiliki legalitas (kepemilikan) lahan per desa (%)	Semakin tinggi persentase jumlah RT yang tidak memiliki legalitas (kepemilikan) lahan suatu kelurahan/desa, maka semakin tinggi pula nilai sensitivitas kelurahan/desa
7	Kesehatan (K7)	Jumlah insidensi penyakit bawaan air per kecamatan.	Variabilitas dan iklim ekstrim akan berpengaruh pada frekwensi dan intensitas kejadian banjir/banjir pasang yang berdampak pada semakin meningkatnya jumlah insidensi penyakit bawaan air yang ada di wilayah tersebut
8	Aset Kritis (K8)	Jumlah fasilitas aset kritis/ aset penting yang rusak/ terdampak banjir dan rob (kesehatan, infrastruktur, pasar, energy, transportasi, dll).	Semakin banyak aset kritis yang rusak karena terdampak akan semakin menambah beban penduduk dan pemerintah daerah dalam mengatasi dan melakukan pemulihan akibat bencana di kelurahan/desa tersebut.
9	PDRB sektor terdampak (K9)	Presentase kontribusi PDRB per sektor terdampak (budidaya tambak dan pertanian sawah) per kecamatan.	Semakin banyak sektor yang terdampak banjir/ banjir pasang maka akan berpengaruh terhadap tingginya indeks sensitivitas
10	Prasrana, sarana dan utilitas (K10)	Kelas jalan (transportasi) yang sering terdampak.	Semakin sering sarana transportasi terdampak menyebabkan terganggunya arus transportasi yang akan berdampak pada banyak aspek lain yang terkait

Lampiran F

Komponen dan Indikator Penyusun Keterpaparan (1)

NO	KOMPONEN	INDIKATOR	DESKRIPSI
1	Topografi(K1)	• Kelerengan • Morfologi Lahan • Elevasi	Wilayah dengan kelerengan rendah, morfologi lahan yang datar serta elevasi yang rendah relative memiliki keterpaparan yang lebih tinggi terhadap banjir dan banjir pasang
2	Geomorfologi (K2)	Dataran Aluvial	Kelurahan / desa yang sebagian besar wilayahnya berada pada dataran alluvial menyebabkan wilayah tersebut memiliki tingkat keterpaparan yang lebih tinggi
3	Erosi / Sedimentasi Pantai(K3)	Area erosi pantai	Pantai yang tererosi akan semakin tinggi tingkat erosinya karena dampak iklim ekstrim yang dapat menyebabkan energi gelombang dan arus laut menjadi semakin kuat dan meningkatkan laju erosi pada wilayah tersebut
4	Penggunaan Lahan (K4)	• Proporsi guna lahan produktif (%) • Jenis guna lahan dominan per desa	Kelurahan / desa yang memiliki proporsi penggunaan lahan produktif dan dominan yang berupa pemukiman dan industri relative memiliki tingkat keterpaparan tinggi
5	Infrastruktur dan Permukiman (K5)	Proporsi luas area yang mengalami land subsidence per desa (%)	Wilayah yang mengalami penurunan muka tanah akan meningkatkan potensi genangan banjir dan banjir pasang pada wilayah tersebut.

Komponen dan Indikator Penyusun Keterpaparan 2

NO	KOMPONEN	INDIKATOR	DESKRIPSI
6	Jarak dari Sumber Bencana (K6)	Jarak dari sungai dan kanal yang berpotensi menjadi penyebab banjir dan rob	Semakin dekat jarak wilayah dengan sungai dan pantai, semakin besar potensinya terpapar oleh banjir, karena wilayah tersebut berada semakin dekat dengan sumber bencana
7	Demografi (K7)	Kepadatan penduduk per desa	Kelurahan / desa yang memiliki penduduk lebih padat, akan berakibat oada semakin banyaknya jumlah penduduk yang terpapar bencana iklim yang memicu terjadinya banjir dan banjir pasang
8	Penataan Ruang (K8)	Luas area pemukiman yang berada di sepadan sungai / pantai (%)	Pemukiman yang berada pada lokasi tersebut memiliki nilai keterpaparan lebih tinggi karena berada pada daerah yang berpotensi terjadinya banjir dan banjir pasang surut laut, dan mengurangi peran perlindungan kawasan hijau

Lampiran G

Komponen dan Indikator Penyusun Kapasitas Adaptif (1)

NO	KOMPONEN	INDIKATOR	DESKRIPSI
1	Regulasi (Peraturan) dan Perencanaan	- Dukungan regulasi dari aspek perencanaan tata ruang - Penanganan bencana banjir dan rob pada RPJM	Kapasitas adaptif sangat ditentukan oleh arahan kebijakan spasial terkait kebencanaan, dan juga pemrograman penanganan bencana dalam RPJM
2	Pembiayaan Kebencanaan	- Dukungan pembiayaan daerah dalam penanganan banjir dan rob - Keberadaan sistem peringatan dini untuk banjir - Keberadaan sistem peringatan dini untuk banjir pasang/ rob	semakin adanya sumber ekonomi yang tersedia maka dapat meningkatkan kapasitas adaptif di Kawasan tersebut
3	Peringatan Dini Kebencanaan	- Keberadaan sistem peringatan dini untuk banjir - Keberadaan sistem peringatan dini untuk banjir pasang/ rob	Pentingnya keberadaan sistem peringatan dini yang berhubungan dengan bencana, hal itu dikarenakan kapasitas adaptif yang baik yaitu dapat mendorong tindakan masyarakat
4	Kelembagaan dalam bentuk Pusat Layanan Kebencanaan	- Keberadaan pusat informasi bencana rob - Kualitas layanan pemerintah dalam kesiapsiagaan bencana rob	Dapat ditunjukan melalui kapasitas lembaga atau badan terkait dapat dalam melakukan adaptasi terhadap bencana banjir yang sering melanda di kawasan tertentu.
5	Kelembagaan dalam bentuk PokMas	- Keberadaan kelompok masyarakat Tangguh (siaga) bencana - Latar belakang pembentukan kelompok masyarakat tersebut	Melalui fasilitasi pemerintah, kelompok masyarakat dapat menjadi parameter ketangguhan bencana, dikarenakan factor pendukung aksi dan inisiatif ketangguhan bencana dapat memicu perubahan jangka pendek dan panjang

Komponen dan Indikator Penyusun Kapasitas Adaptif (2)

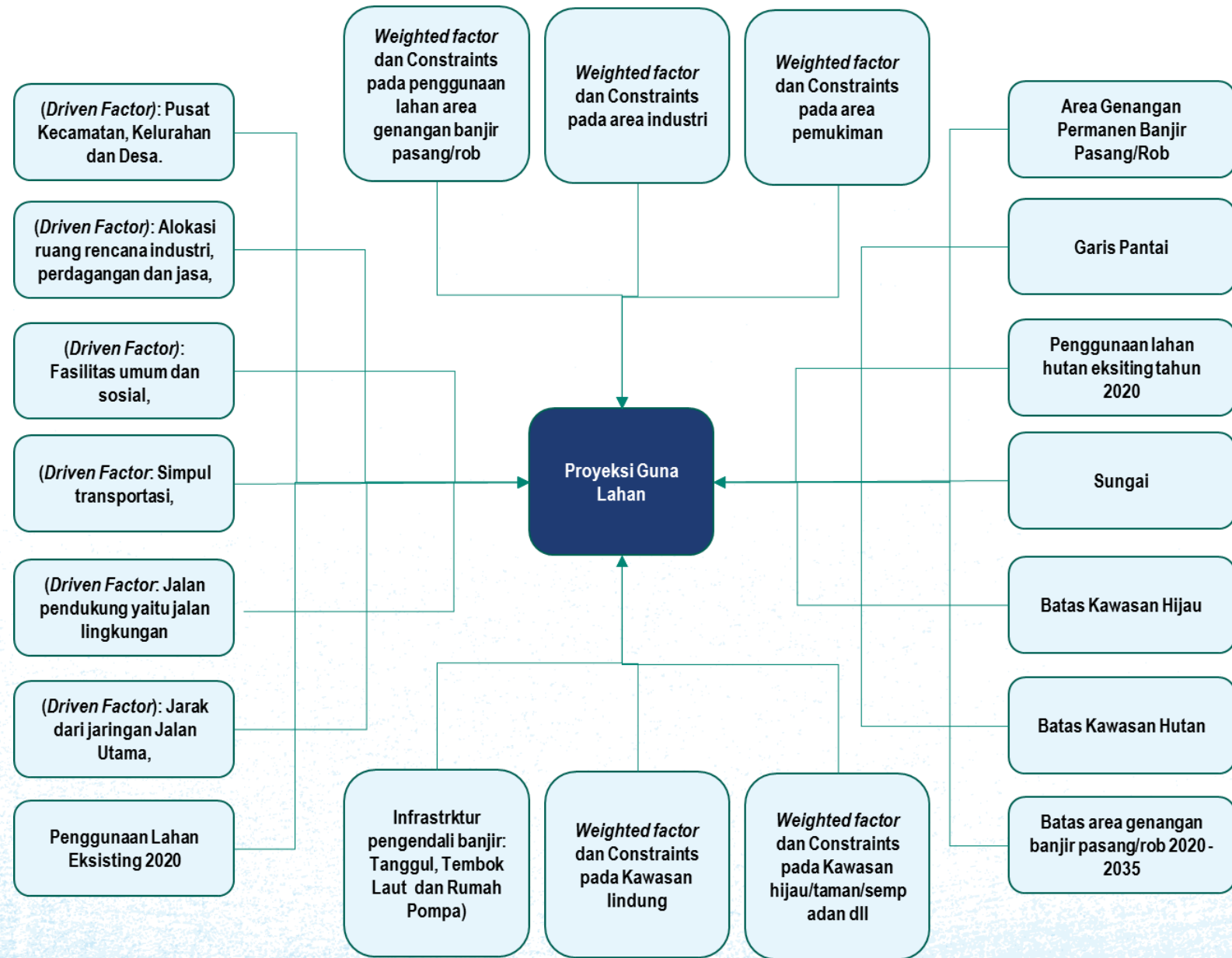
NO	KOMPONEN	INDIKATOR	DESKRIPSI
6	Program Kebencanaan	- Keberadaan program mitigasi bencana - Keberadaan program konservasi/rehabilitasi untuk mengatasi banjir dan rob	Keberadaan suatu program kebencanaan dapat meningkatkan kapasitas adaptif sebuah kota dan atau wilayah
7	Pendidikan, Penyuluhan, dan Pengetahuan Masyarakat	- Rasio tingkat Pendidikan tinggi - Penyuluhan dan pendampingan terkait banjir rob	Kapasitas adaptif sangat bergantung pada pelatihan - pelatihan dan informasi mengenai kebencanaan
8	Mitigasi Bencana	- Dokumen rencana kebencanaan skala desa - Dokumen implementasi RAD PRB	Dokumen perencanaan kebencanaan serta aksi implementasi yang tersistem merupakan salah satu potret kapasitas yang baik dalam menghadapi banjir rob
9	Kesiapsiagaan dan Kontigensi	- Rencana dan tahapan kesiapsiagaan menghadapi banjir - Keberadaan SOP dalam keadaan darurat (kontigensi) bencana - Tingkat kecepatan implementasi tanggap darurat (kontigensi) - Rencana dan tahapan kesiapsiagaan menghadapi banjir rob	Tactical ability sebuah instansi pemerintah terkait kondisi kebencanaan dalam tingkatan darurat merupakan gambaran kapasitas adaptif menghadapi banjir dan rob
10	Infrastruktur Pengendali Banjir dan Rob	Keberadaan polder, kolam retensi, tanggul laut dll.	Ketersediaan infratraktur yang berkaitan dengan pengendali banjir dan rob akan meningkatkan kapasitas adaptif

Komponen dan Indikator Penyusun Kapasitas Adaptif (3)

NO	KOMPONEN	INDIKATOR	DESKRIPSI
11	Persepsi Masyarakat terhadap (Program) Banjir dan Rob	Persepsi (tanggapan / penerimaan) langsung) masyarakat terhadap program penanganan banjir dan rob	Persepsi masyarakat terkait keberlangsungan program banjir rob dapat mempengaruhi ketahanan sebuah komunitas
12	Kearifan Lokal	Kearifan lokal terkait bencana banjir dan rob	tindakan kreatifitas masyarakat (kearifan lokal) dapat mempengaruhi kapasitas adaptif dalam suatu kawasan.
13	Kesejahteraan	Prosentase jumlah keluarga sejahtera	Persentase keluarga sejahtera menunjukkan tingkatan kelenturan (volatilitas) sebuah komunitas dalam menghadapi shock dan stress akibat hantaman bencana banjir rob
14	Prasarana, Sarana, dan Utilitas	- Ketersediaan sarana dan prasarana pendukung pendidikan - Prosentase Rumah Tangga dalam penggunaan bahan bakar utama' untuk memasak per desa (%) - Terbatasnya fasilitas sumber air bersih. (prosentase jumlah keluarga yang tidak menggunakan sumber air PAM/PDAM)	Keberadaan sarana dan prasarana pendukung kehidupan social dan umum merupakan factor yang menjaga keberlangsungan kehidupan dan ketahanan dari sebuah komunitas terdampak bencana
15	Jaminan Kesehatan Keluarga Miskin	Proporsi masyarakat miskin yang memiliki KIS (Kartu Indonesia Sehat)/ BPJS	Adapun limitasi berupa tidak adanya jaminan kesehatan bagi keluarga miskin mampu menurunkan kapasitas adaptif sebuah kelompok masyarakat, karena kecilnya harapan hidup yang ditimbulkan.

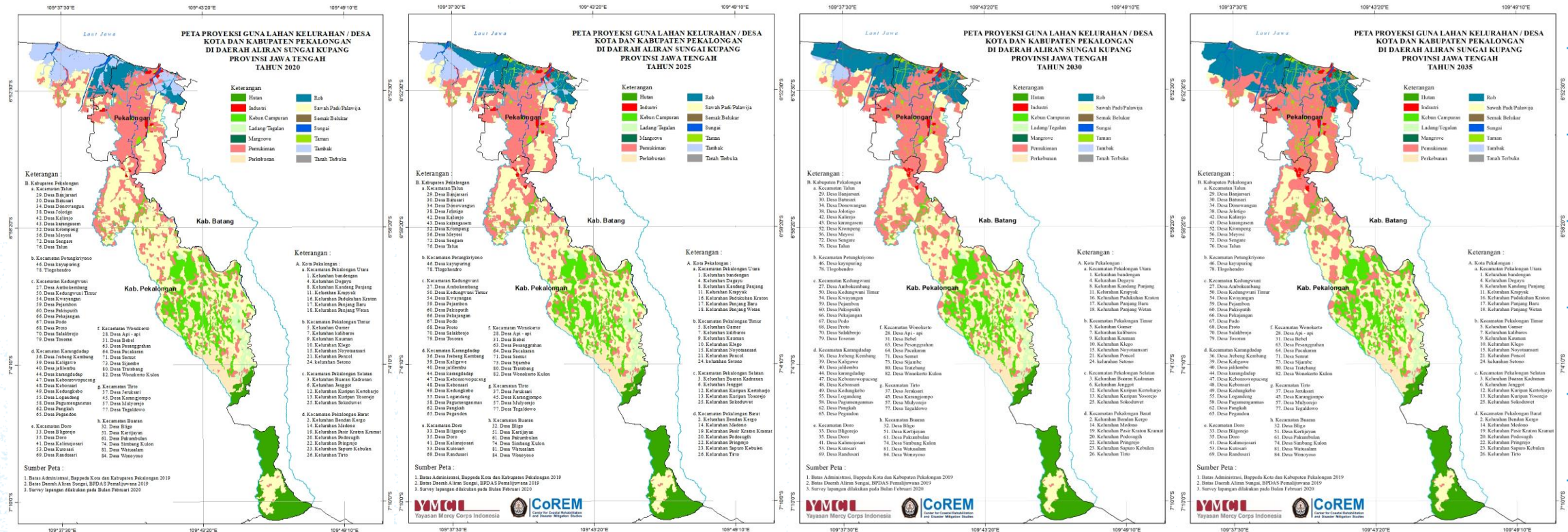
LAMPIRAN H

Indikator Proyeksi Guna Lahan



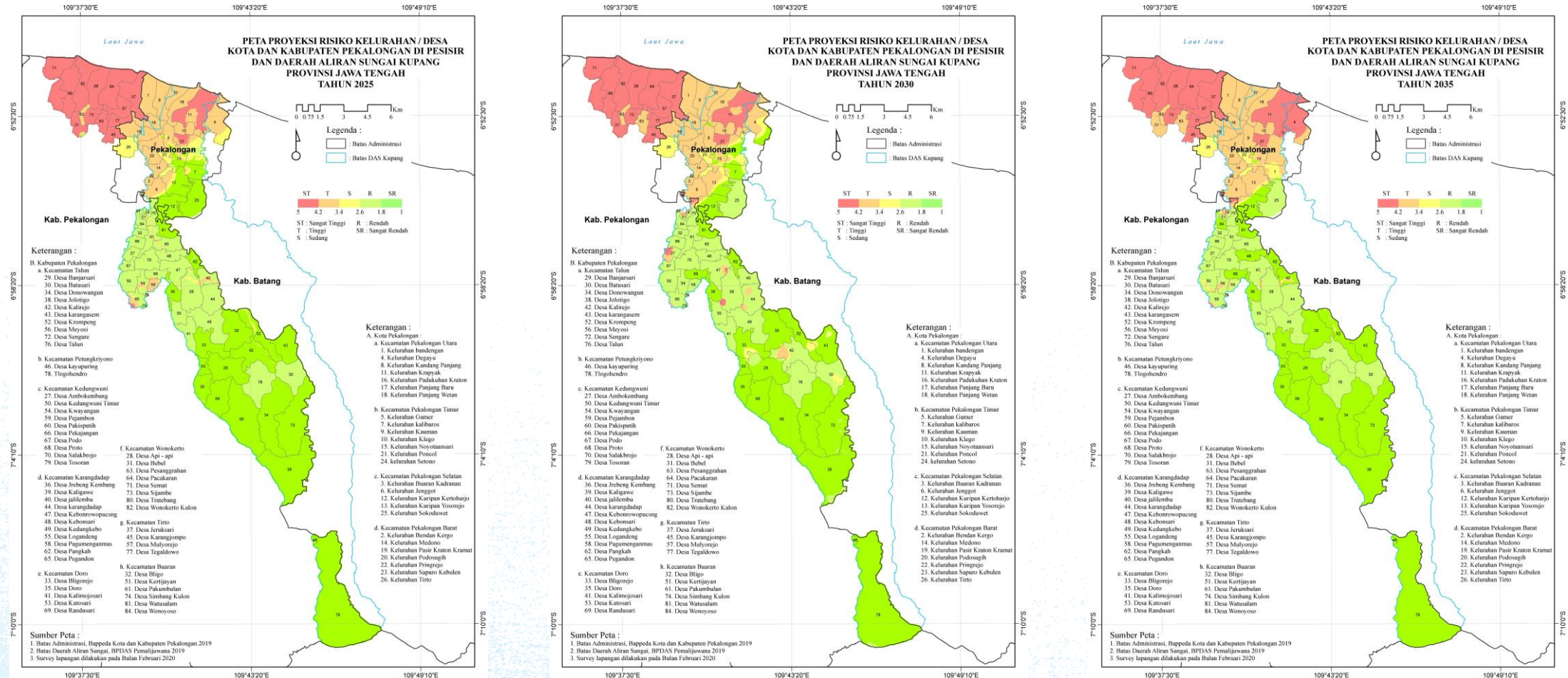
LAMPIRAN I

Tren Perubahan Guna Lahan Tahun 2020-2035



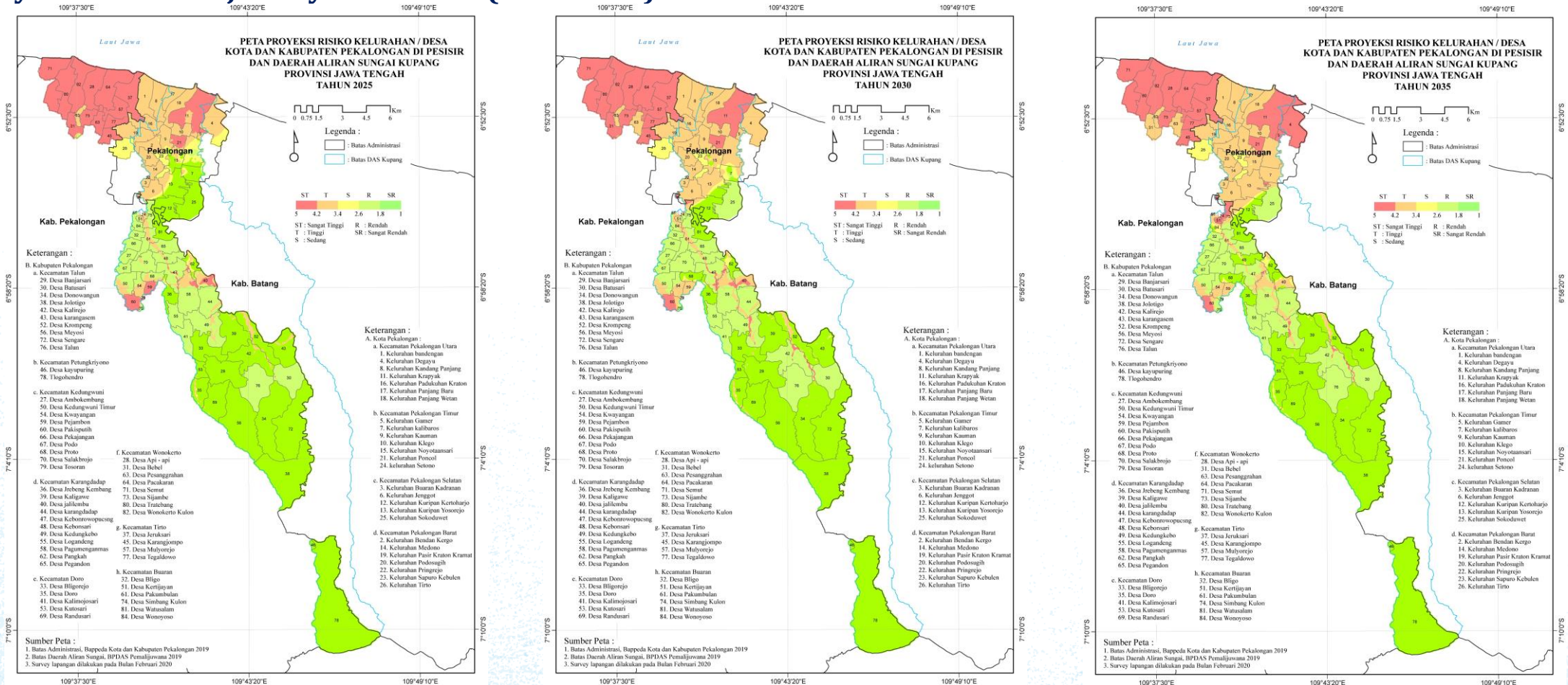
LAMPIRAN J

Proyeksi Risiko Banjir Prediksi Dekadal (2025-2035)



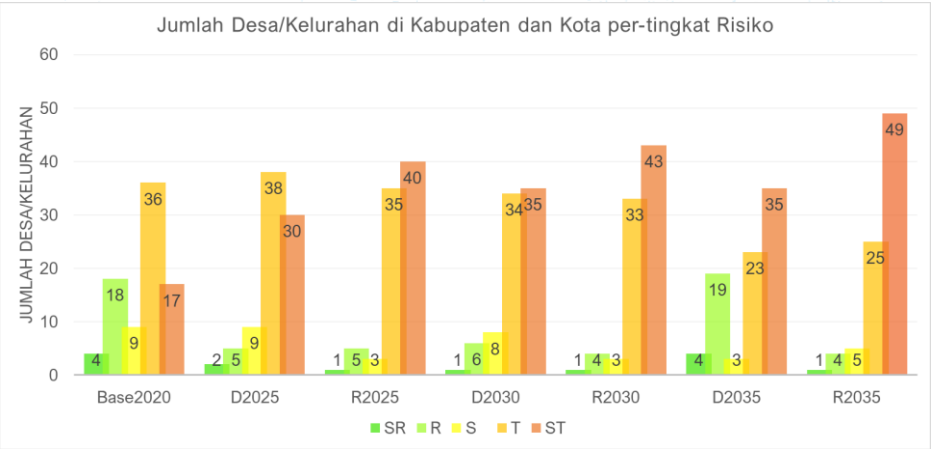
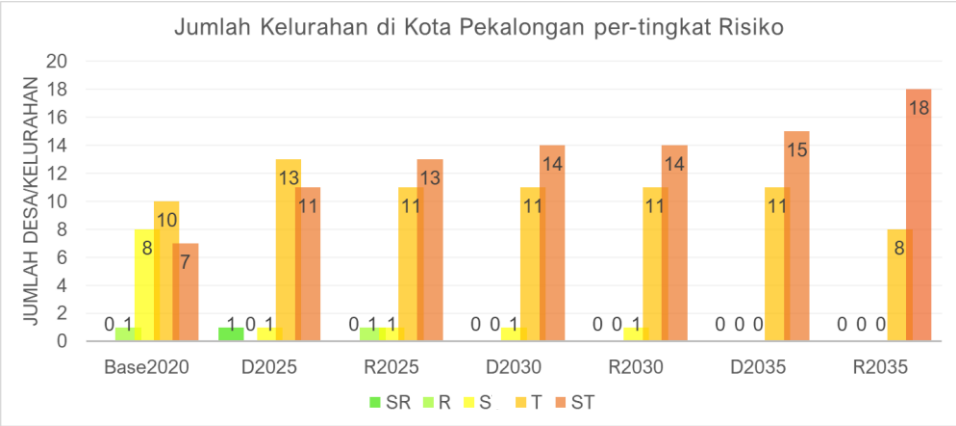
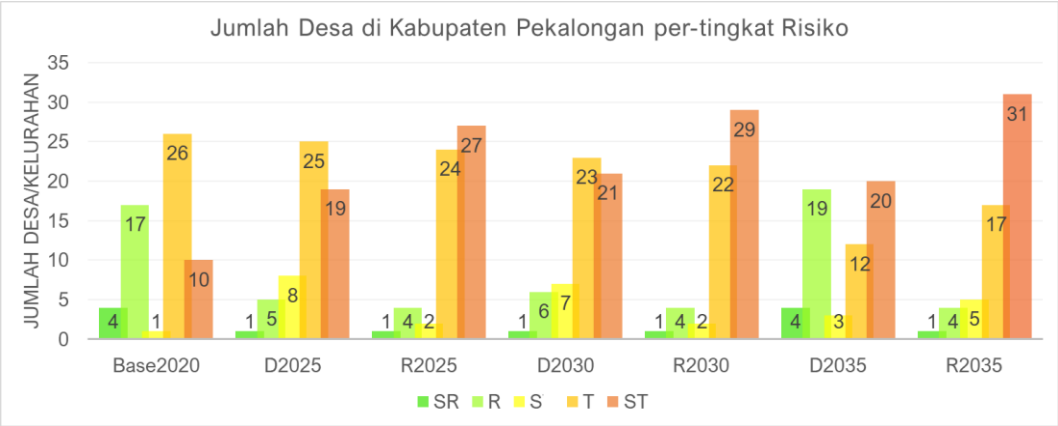
LAMPIRAN K

Proyeksi Risiko Banjir Proyeksi RCP 4.5 (2025-2035)



LAMPIRAN L

Jumlah Desa/Kelurahan di Wilayah Kajian per Tingkat Risiko





Terima Kasih

Mercy Corps Indonesia



In partnership
with:

