



FORUM GURU BESAR
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

Orasi Ilmiah Guru Besar Institut Teknologi Bandung



PERANAN TATA RUANG DALAM ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM DI WILAYAH PESISIR DAN LAUT

Profesor Djoko Santoso Abi Suroso

**Sekolah Arsitektur, Perencanaan,
dan Pengembangan Kebijakan
Institut Teknologi Bandung**

**Aula Barat ITB
6 Agustus 2022**

**Orasi Ilmiah Guru Besar
Institut Teknologi Bandung**
06 Agustus 2022

Profesor Djoko Santoso Abi Suroso

**PERANAN TATA RUANG
DALAM ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM
DI WILAYAH PESISIR DAN LAUT**



Forum Guru Besar
Institut Teknologi Bandung

Hak cipta ada pada penulis

Judul: PERANAN TATA RUANG DALAM ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM
DI WILAYAH PESISIR DAN LAUT

Disampaikan pada sidang terbuka Forum Guru Besar ITB,
tanggal 06 Agustus 2022.

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama **7 (tujuh) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)**.
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama **5 (lima) tahun** dan/atau denda paling banyak **Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)**.

Hak Cipta ada pada penulis

Djoko Santoso Abi Suroso

PERANAN TATA RUANG DALAM ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM
DI WILAYAH PESISIR DAN LAUT

Disunting oleh Djoko Santoso Abi Suroso

Bandung: Forum Guru Besar ITB, 2022

viii+68 h., 17,5 x 25 cm

ISBN 978-602-6624-57-4

1. Perencanaan Adaptasi 1. Djoko Santoso Abi Suroso

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, bahwasanya atas berkat dan rahmatNya, saya dapat menyelesaikan naskah orasi ilmiah ini. Penghargaan dan rasa hormat serta terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pimpinan dan anggota Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung, atas perkenannya saya menyampaikan orasi ilmiah ini pada Sidang Terbuka Forum Guru Besar.

Fenomena perubahan iklim dapat berdampak negatif bagi ekosistem pesisir dan laut, juga terhadap berbagai kegiatan manusia, seperti perikanan, pariwisata, transportasi laut, industri lepas pantai, dan pengembangan perkotaan. Secara konseptual, perencanaan tata ruang dapat berperan sebagai perangkat yang efektif untuk mengurangi kerentanan perubahan iklim. Namun, kondisi kontradiktif dapat terjadi, dimana perencanaan tata ruang justru meningkatkan keterpaparan terhadap dampak perubahan iklim. Hal ini karena rencana yang dihasilkan menempatkan prioritas yang lebih tinggi pada pertumbuhan ekonomi. Semoga tulisan ini dapat memberikan wawasan, inspirasi dan pengayaan substantif bagi upaya penguatan adaptasi perubahan iklim di wilayah pesisir dan laut.

Bandung, 06 Agustus 2022

Prof. Ir. Djoko Santoso Abi Suroso, Ph.D.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
SINOPSIS	vii
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Perubahan Iklim di Pesisir dan Laut	2
1.2 Dampak Perubahan Iklim Pada Wilayah Pesisir dan Laut	11
1.3 Perencanaan Tata Ruang dan Adaptasi Perubahan Iklim	15
2 PENGEMBANGAN INTEGRASI ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM KE DALAM TATA RUANG DI WILAYAH PESISIR DAN LAUT..	22
2.1 Integrasi Adaptasi Perubahan Iklim ke dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Pesisir	22
2.2 Integrasi Adaptasi Perubahan Iklim ke dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Laut	29
2.2.1 Sektor Perikanan Tangkap (<i>Fishing Ground</i>)	29
2.2.2 Keselamatan Pelayaran	32
2.2.3 Konservasi Ekosistem Mangrove dan Terumbu Karang	33
3 UPAYA NORMATIF INTEGRASI ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM KE DALAM TATA RUANG	34
3.1 Upaya Integrasi Adaptasi Perubahan Iklim ke dalam Penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah	35
3.2 <i>Gap Analysis</i> Antara Dokumen RTRW Terhadap Pedoman Integrasi	38

4	MENUJU TATA RUANG ADAPTIF TERHADAP PERUBAHAN IKLIM	42
5	PENUTUP	46
6	UCAPAN TERIMA KASIH	47
7	DAFTAR PUSTAKA	50
	CURRICULUM VITAE	61

SINOPSIS

Kenaikan suhu permukaan bumi atau pemanasan global (*global warming*) telah meningkat semakin drastis sejak tahun 1960-an hingga saat ini, dapat dilihat dari observasi yang menunjukkan terjadinya kenaikan suhu lebih dari 1°C pada kurun waktu 2010-2019 relatif terhadap kurun waktu 1850-1900. Pemanasan global tersebut dipicu oleh meningkatnya emisi gas rumah kaca di atmosfer yang berkontribusi terhadap perubahan iklim global. Di laut, pemanasan global yang terjadi di atmosfer juga dapat mendorong berubahnya iklim dalam bentuk kenaikan suhu permukaan, penurunan salinitas, berkurangnya kandungan oksigen di dekat permukaan laut, serta menipisnya lapisan es di kedua kutub dan peningkatan ekspansi termal yang menyebabkan kenaikan muka air laut global (*global sea level rise*). Seiring dengan pemanasan global, frekuensi kejadian variabilitas iklim regional seperti fenomena El Niño dan La Niña (ENSO - *El Niño Southern Oscillation*) juga diperkirakan terus meningkat yang akan memperparah bahaya penggenangan pesisir (banjir rob) serta meningkatnya intensitas abrasi yang dapat meningkatkan kerusakan di wilayah pesisir di Indonesia. Dampak perubahan iklim global dan variabilitas iklim dapat memicu bahaya yang secara kumulatif dapat menimbulkan risiko pada berbagai aktivitas manusia di wilayah pesisir dan laut termasuk sektor transportasi, pemukiman, industri, perikanan dan pariwisata. Di sisi lain, faktor antropogenik terutama peningkatan lahan terbangun di wilayah pesisir dapat menaikkan keterpaparan

terhadap bahaya perubahan iklim. Seiring dengan meningkatnya intensitas bahaya perubahan iklim seperti kenaikan muka air laut, banjir pesisir dan gelombang ekstrem, maka diperlukan strategi adaptasi perubahan iklim yang mampu meningkatkan kapasitas adaptif wilayah pesisir dan laut. Dalam konteks ini, perencanaan tata ruang dapat berperan sebagai perangkat yang sangat efektif untuk mengatur distribusi spasial dan temporal aktivitas manusia yang adaptif terhadap perubahan iklim di masa depan. Pada realitanya, melalui kajian mendalam pada proses perencanaan dan analisis konten dokumen rencana tata ruang wilayah pesisir dan laut, baik pada level nasional dan provinsi, serta rencana tata ruang wilayah pesisir kabupaten dan kota menunjukkan bahwa meskipun aspek adaptasi perubahan iklim mulai dipertimbangkan, namun belum cukup mendalam untuk dapat mencapai tujuan penurunan risiko akibat perubahan iklim. Bahkan masih dijumpai, dalam konteks wilayah pesisir sepanjang Pantai Utara Jawa, implementasi rencana tata ruang justru dapat menaikkan keterpaparan terhadap ancaman bahaya banjir pesisir (*coastal inundation*). Pengarusutamaan adaptasi perubahan iklim ke dalam perencanaan tata ruang menjadi penting untuk dilakukan melalui pengintegrasian kajian risiko dan adaptasi perubahan iklim ke dalam penyusunan tujuan, kebijakan dan strategi pengembangan wilayah, rencana struktur ruang, rencana pola ruang, serta rencana kawasan strategis yang dapat merespon dampak perubahan iklim.

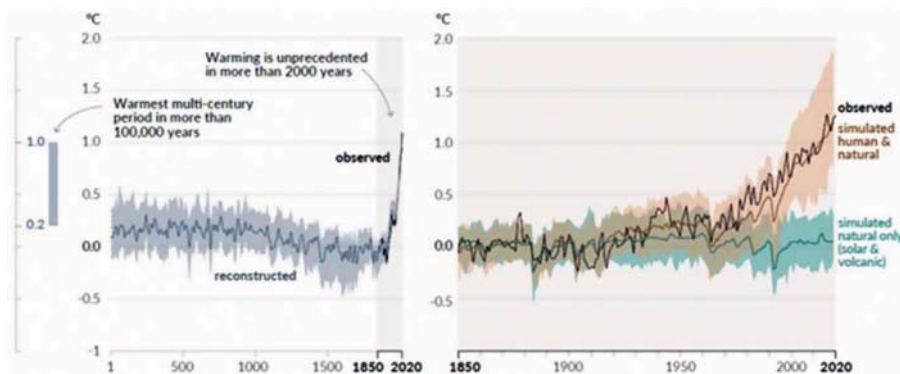
PERANAN TATA RUANG DALAM ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM DI WILAYAH PESISIR DAN LAUT

1. PENDAHULUAN

Laporan kajian terbaru (*Assessment Report, AR6*) dari *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) tahun 2021 mengenai basis saintifik (*Physical Science Basis*) mengungkapkan proses rekonstruksi iklim purba (*paleo-climate*) dari deret-waktu perubahan suhu permukaan bumi sejak tahun 1 Masehi dan dikombinasi dengan hasil observasi sejak tahun 1850 hingga 2020 Masehi semakin mempertegas fakta bahwa suhu rata-rata permukaan atmosfer secara global telah mengalami kenaikan sejak tahun 1900-an. Gambar 1 menunjukkan bahwa kenaikan suhu permukaan bumi atau yang dikenal sebagai pemanasan global meningkat lebih dari 1°C pada kurun waktu 2010 - 2019 relatif terhadap kurun waktu 1850 - 1900. Hasil simulasi menunjukkan bahwa faktor aktivitas manusia semakin signifikan terhadap faktor alam dalam peningkatan gas rumah kaca.

Pemanasan global akibat peningkatan gas rumah kaca dalam beberapa dekade ini mengakibatkan iklim di bumi berubah secara gradual serta kejadian cuaca dan iklim ekstrem semakin intensif, dimana pengaruh aktivitas manusia menjadi faktor penentu kelanjutan perubahannya di masa mendatang (IPCC, 2021). Oleh karena itu diperlukan strategi adaptasi perubahan iklim sebagai tindakan untuk menyesuaikan diri dan mengantisipasi dampak negatif perubahan iklim.

Rencana tata ruang yang berfungsi mengarahkan konfigurasi infrastruktur serta guna lahan masa mendatang agar menjauh dari zona yang terpapar bahaya terkait iklim dapat berperan penting sebagai perangkat adaptasi perubahan iklim (Suroso & Firman, 2018).



Gambar 1. Perubahan Deret-Waktu Suhu Permukaan Global melalui Rekonstruksi Iklim Purba (1 - 2000) dan Observasi (1850 - 2020)

Sumber : IPCC, 2021

Pada bagian awal dari orasi ilmiah ini akan diuraikan mengenai basis ilmiah perubahan iklim di wilayah pesisir dan laut beserta dampaknya secara global maupun nasional. Kemudian dilengkapi dengan landasan teori mengenai peranan tata ruang dalam merespon perubahan iklim.

1.1 Perubahan Iklim di Pesisir dan Laut

Pemanasan global di atmosfer dapat memicu atau mendorong perubahan iklim yang berdampak pada lautan, misalnya dalam bentuk kenaikan muka laut (*sea-level rise*, SLR). Secara total perubahan relatif muka air laut di suatu wilayah merupakan kombinasi antara fenomena

global tersebut yang dapat dipicu oleh ekspansi termal air laut serta mencairnya glasier dan es di kutub utara dan kutub selatan, serta fenomena di tingkat lokal atau regional misalnya penurunan muka tanah (IPCC, 2019).

Pengaruh perubahan iklim atmosfer pada lautan juga disebutkan dalam laporan IPCC AR6 (2021), dimana pada iklim atmosfer, curah hujan rata-rata global pada wilayah daratan dan laut telah meningkat sejak 1950 yang berakibat pada penurunan salinitas (kadar garam) di level kedalaman dekat permukaan lautan, emisi karbon dioksida di atmosfer juga berdampak pada proses pengasaman (*acidification*) di permukaan laut secara global, di samping itu kandungan oksigen di dekat permukaan laut juga berkurang sejak pertengahan abad 20. Pada skala global, suhu di level bawah permukaan laut (kedalaman 0 - 700 m) mengalami pemanasan sejak 1970-an, dampaknya berkontribusi pada kenaikan permukaan laut global sekitar 0.20 [0.15 ke 0.25] m antara 1901 dan 2018, dengan laju rata-rata kenaikannya adalah 1.3 [0.6 tke 2.1] mm per tahun antara 1901 dan 1971, lalu semakin meningkat menjadi 1.9 [0.8 ke 2.9] mm per tahun antara 1971 dan 2006, dan peningkatan berlanjut menjadi 3.7 [3.2 ke 4.2] mm per tahun antara 2006 dan 2018 (IPCC, 2021).

Menurut kajian IPCC (2019), pengaruh perubahan iklim terhadap kenaikan permukaan air laut global adalah melalui proses ekspansi termal dari massa air laut dan penambahan massa air laut akibat pencairan massa es di kedua kutub bumi. Laporan IPCC (2019) mengestimasi melalui

observasi bahwa ekspansi termal global sebesar 0,89 (0,84-0,94) mm per tahun pada kurun 1993-2015, dan meningkat menjadi 1,40 (1,08-1,72) mm per tahun pada kurun 2006-2015. Faktor kedua terbesar yang menyebabkan terjadinya kenaikan permukaan air laut global adalah pencairan es di kedua kutub yang diestimasi sekitar 0,77 (0.72-0.82) mm per tahun.

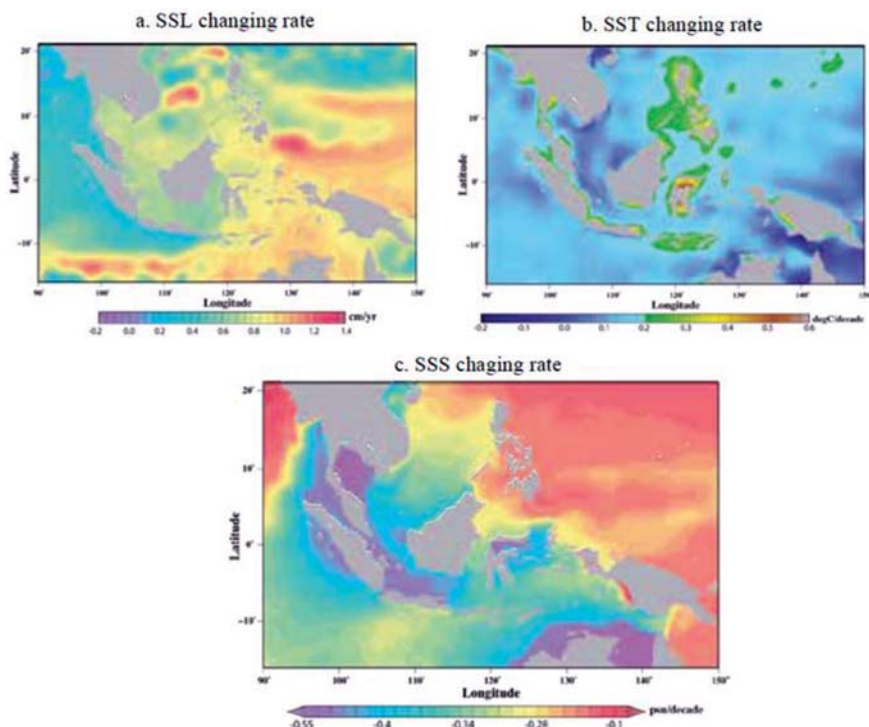
Beberapa penelitian mengenai variabilitas dan kondisi parameter-parameter fisis laut yang berkaitan dengan perubahan iklim (SLR, SST (*sea surface temperature*), dan SSS (*sea surface salinity*), SSH (*sea surface height*) dan tinggi gelombang) telah dilakukan di Indonesia untuk mengetahui pengaruh perubahan iklim terhadap ekosistem maupun manusia. Pada Tahun 2009 sampai 2010, ITB bekerjasama dengan Bappenas-GIZ memproyeksikan bahwa SLR di perairan Indonesia akibat *global warming* dapat mencapai 35-40 cm di tahun 2050 relatif terhadap tahun 2000 (Bappenas, 2010). Selanjutnya, ITB-JICA (2015) dengan menggunakan model IPCC-AR5 mendapatkan bahwa kenaikan muka laut dapat mencapai 48 cm pada tahun 2050.

Seiring dengan pemanasan global, frekuensi kejadian variabilitas iklim ENSO (El Niño dan La Niña) juga diperkirakan akan terus meningkat (Timmermann et al., 1999). Peningkatan ini akan menguatkan SLR, meningkatkan intensitas abrasi dengan level kerusakan yang tinggi di Indonesia (KLHK, 2017). Cai et al. (2014) dengan menggunakan pemodelan data iklim mengestimasi bahwa frekuensi kejadian El Niño

ekstrem akibat pemanasan gas rumah kaca meningkat dua kali lipat. Pada tahun 2010 Bappenas mengestimasi bahwa frekuensi kejadian ENSO di Indonesia dari tahun 2000 hingga 2020 akan meningkat setiap 2 tahun sekali, berdasarkan data kondisi permukaan Laut Jawa dan model iklim IPCC. Menurut Aldrian et al. (2012) berdasarkan catatan NOAA dari tahun 1970 sampai 2009, telah terjadi 4 kali kejadian El Niño kuat atau probabilitas 10% (yaitu 1972 - 1973, 1982 - 1983, 1991 - 1992, 1997 - 1998) serta 3 kali kejadian La Niña kuat atau probabilitas 8% (yaitu 1973 - 1974, 1975 - 1976, 1988 - 1989). Kejadian kebakaran hutan besar, terutama kebakaran di Sumatera pada tahun 2015 berkorelasi dengan El Niño ekstrem. Begitu pula dengan bencana kabut asap tahun 1997-1998, yang sebagian diperkuat dengan kejadian kemarau panjang berkorelasi kuat dengan kejadian El Niño ekstrem (Tangang et al., 2010). Sedangkan pada saat La Nina, permukaan air laut naik setinggi 20 cm yang telah mengakibatkan banjir di sepanjang wilayah pesisir (ITB-JICA, 2015). Berdasarkan studi KLHK (2017) yang merupakan pengembangan dari studi ITB-JICA (2015), diketahui bahwa frekuensi kejadian La Nina yang lebih sering dibandingkan El Nino dalam beberapa dekade terakhir meningkatkan intensitas gelombang badai di Indonesia. Hal tersebut dapat diartikan bahwa frekuensi gelombang ekstrem yang terjadi di pesisir Indonesia semakin tinggi.

KLHK (2017) melakukan penelitian mengenai Suhu Permukaan Laut (SST) dari tahun 1991 hingga 2015 (kondisi *baseline*) dan menunjukkan

bahwa SST di dekat pantai relatif lebih tinggi daripada di atas laut terbuka. Median SST berkisar antara 24°C hingga 30°C, dengan rata-rata regional 28,7°C. Terjadi perubahan SST ($>2,0^{\circ}\text{C}$) di Teluk Tomini, pantai barat Kalimantan, pantai timur Sumatera dan pantai utara Pulau Jawa yang ditunjukkan oleh data pada persentil 75 sampai 99 ketika La Nina kuat. Persentil 75, 90, 95 dan 99 masing-masing dapat dikaitkan dengan La Nina lemah, sedang, sedang menuju kuat dan kuat (Gambar 2). Batas atas Data SST 75 persentil atau 25% batas atas meningkat lebih dari $0,5^{\circ}\text{C}$, sedangkan 10% batas atas (90 persentil) meningkat 1°C (lebih tinggi dari biasanya).

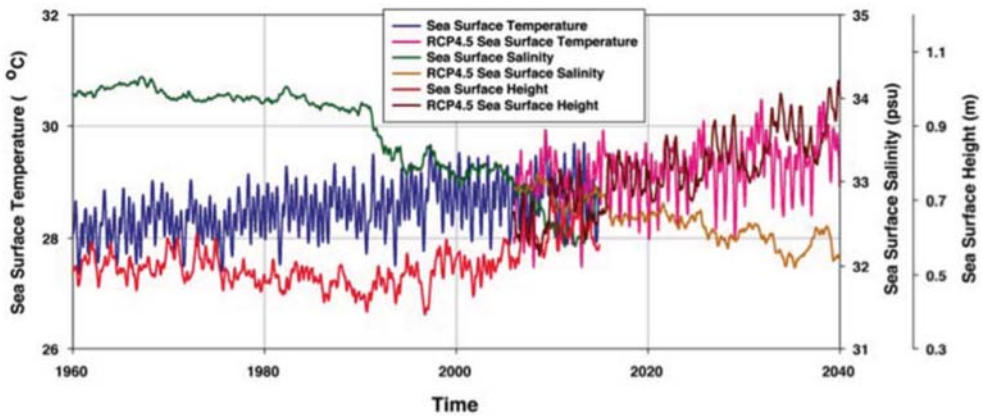


Gambar 2. Distribusi Spasial Laju Perubahan SSL (SSH), SST, dan SSS tahun 1991- 2015

Sumber: KLHK, 2017

Masih penelitian yang dilakukan oleh KLHK (2017), analisis tinggi gelombang signifikan (SWH) dari tahun 1990 hingga 2015 menunjukkan bahwa median data *long-term* dari SWH dengan interval 6 jam berada di kisaran antara 0,2 m hingga 3,0 m ketika median SWH di Laut Jawa mencapai kira-kira antara 0,6 m dan 1,0 m. Pada umumnya gelombang ekstrem disebabkan oleh peningkatan kecepatan angin akibat gelombang badai atau kondisi cuaca ekstrem lainnya. Analisis persentil dilakukan untuk mengetahui variasi tinggi gelombang di perairan Indonesia, yaitu 25% data teratas menunjukkan tinggi gelombang sedang hingga tinggi. Namun, mulai dari persentil 90, tinggi gelombang lebih tinggi dengan nilai > 2m di perairan Indonesia, kecuali di dekat pantai atau selat sempit. Tinggi gelombang ekstrem di selatan Jawa dan barat Sumatera, utara Selat Karimata dan Laut Cina Selatan mencapai lebih dari 4m (KLHK, 2017). Ketinggian gelombang ekstrem tersebut pada akhirnya akan berdampak pada perikanan, keselamatan transportasi laut, menghambat arus barang dan komoditas lain yang menggunakan sarana transportasi laut, serta meningkatkan risiko banjir di wilayah pesisir dengan ketinggian rendaman hingga 3 m (KLHK, 2017).

Gambar 3 memperlihatkan bahwa terjadi tren kenaikan SSH dan pada tahun 2040 nilainya akan menjadi 50 cm lebih tinggi dari pada tahun 2000, untuk SST terjadi kenaikan dan pada tahun 2040 nilainya lebih tinggi 1°C dari pada tahun 2000 dan 2°C dari pada tahun 1961, sedangkan SSS mengalami penurunan yaitu dari 33.2 psu di tahun 2000 menjadi 32.1 psu di tahun 2040 (KLHK, 2017).



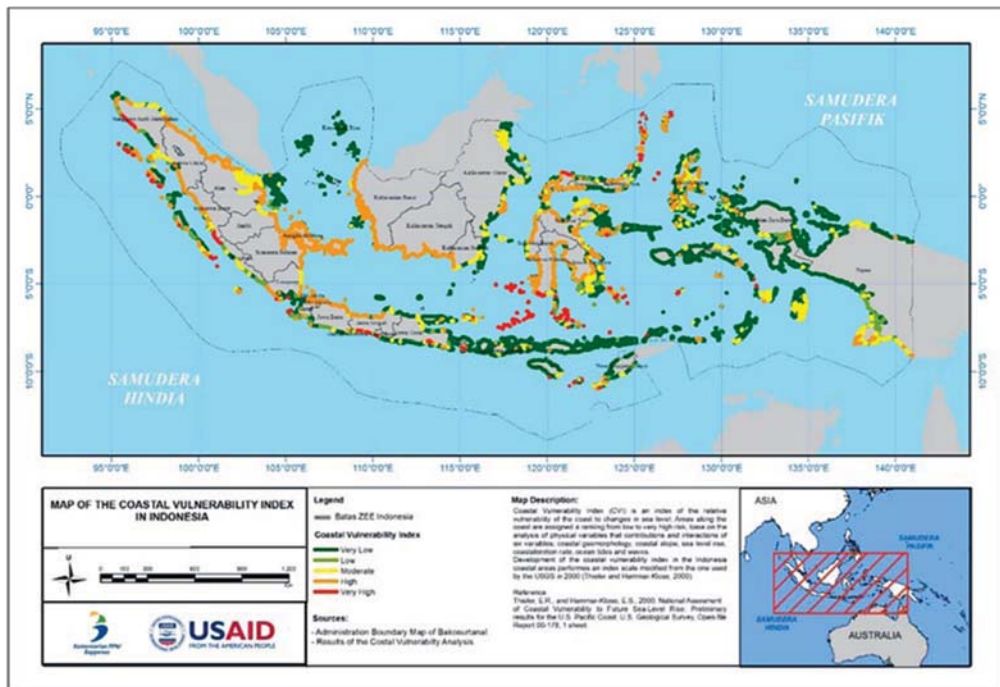
Gambar 3. *Time Series* data muka laut, SST, SSS, dan SSH bulanan tahun 1961-2040

Sumber: KLHK, 2017

Mengacu pada Wilson dan Piper (2010), dampak dari kenaikan permukaan air laut global dan dari akibat variabilitas iklim La Nina di sepanjang pesisir menimbulkan bahaya banjir pesisir kumulatif yang dapat menimbulkan risiko perubahan iklim pada berbagai aktivitas manusia di pesisir, misalnya di sektor transportasi, pemukiman, industri, dan budidaya perikanan.

Untuk selanjutnya, dari parameter SLR dilakukan pemetaan kerentanan pesisir Indonesia. Penilaian kerentanan pesisir terhadap perubahan iklim dilakukan dengan metode *coastal vulnerability index* (CVI) yang pertama kali dikembangkan oleh Badan Geologi Amerika (USGS). Kajian mengenai CVI di Indonesia dilakukan pada Tahun 2017 sampai 2018, melalui kerjasama ITB dan Bappenas, dengan melakukan modifikasi pada metode CVI. CVI hasil kajian ITB-Bappenas tersebut memperlihatkan bahwa indeks kerentanan tinggi berada di wilayah antara lain pesisir

utara Jawa, pesisir timur Sumatera dan banyak bagian dari pulau Sulawesi (lihat Gambar 4).



Gambar 4. Peta CVI Indonesia

Sumber: Bappenas, 2018

Berdasarkan Tabel 1, Pulau Sulawesi memiliki pesisir dengan tingkat kerentanan sangat tinggi (indeks 5) yang terpanjang, yaitu dengan total panjang 904.51 km, sedangkan Pulau Sumatera memiliki pesisir yang terpanjang dengan tingkat kerentanan tinggi dan sangat tinggi (indeks 4 dan 5) yaitu dengan total panjang 6769.58 km + 487.49 km (Bappenas, 2018). Pulau Jawa juga memiliki pesisir dengan tingkat kerentanan yang tinggi dan sangat tinggi yang cukup signifikan panjangnya yaitu 1106.41

km + 99.32 km. Wilayah lainnya di Indonesia yang memiliki tingkat kerentanan tinggi adalah sepanjang pesisir Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan (Bappenas, 2018). Faktor yang paling dominan dalam menentukan indeks kerentanan wilayah pesisir adalah kemiringan pantai dan erosi, dimana daerah yang memiliki tingkat kerentanan tinggi merupakan daerah dengan kemiringan pantai tergolong landai dan memiliki indeks erosi yang besar, sedangkan daerah yang memiliki tingkat kerentanan rendah merupakan daerah dengan kemiringan pantai yang curam dan indeks erosi rendah (Bappenas 2018).

Tabel 1. Panjang garis pantai pada tiap nilai Indeks CVI di masing-masing Provinsi di Indonesia

Wilayah Pulau	Indeks CVI (Panjang Pantai, Km)				
	1	2	3	4	5
Sumatera	10824.93	1054.45	2989.37	6769.58	487.49
Kalimantan	4379.84	37.77	2008.24	3782.24	0.00
Jawa dan Bali	4368.09	420.13	760.27	1106.41	99.32
Sulawesi	8807.00	1102.99	2608.58	4134.06	904.51
Nusa Tenggara	8334.63	72.17	205.08	40.96	279.04
Maluku	12802.45	288.26	3276.91	472.97	49.15
Papua	16965.49	1211.83	1598.78	354.35	0.00
Total Km	66482.43	4187.59	13447.23	16660.57	1819.51

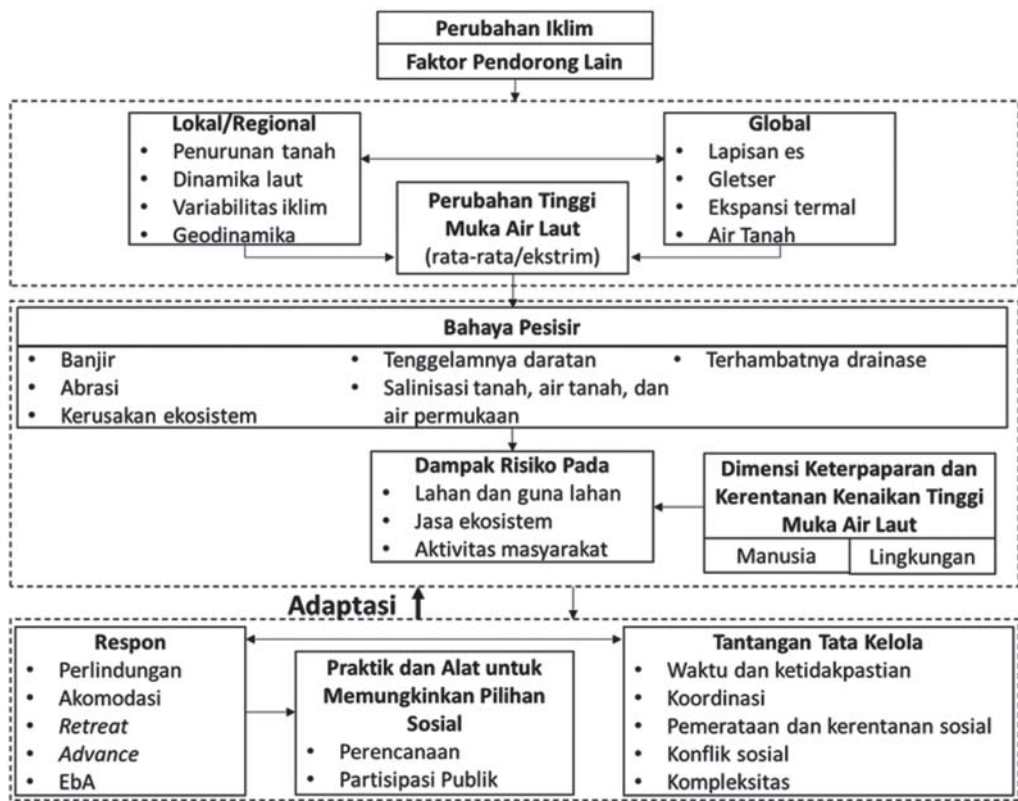
Sumber: Bappenas, 2018

Selain penjabaran mengenai faktor-faktor fisis perairan secara umum, kenaikan permukaan air laut juga bergantung pada faktor lokal atau regional yang umumnya didorong oleh level permukaan air laut relatif (*relative sea level*), dimana salah satu faktornya adalah aktivitas manusia di kawasan tersebut. Aktivitas manusia dapat berpengaruh besar terhadap

kenaikan permukaan laut relatif, misalnya akibat turunnya permukaan tanah dari proses pengambilan air tanah secara berlebihan dan/atau pembebanan oleh bangunan yang melebihi daya dukung geologinya. Penurunan permukaan tanah dapat menyebabkan tingkat kenaikan permukaan air laut relatif melebihi tingkat kenaikan permukaan laut global yang disebabkan oleh perubahan iklim, khususnya di wilayah delta dan wilayah perkotaan (IPCC, 2019). Oleh karena itu, upaya untuk mengurangi dampak kenaikan permukaan air laut global akibat iklim di masa depan adalah dengan mengelola dan mengurangi penurunan tanah akibat antropogenik (IPCC, 2019).

1.2 Dampak Perubahan Iklim Pada Wilayah Pesisir dan Laut

Fenomena perubahan iklim dapat berdampak buruk bagi ekosistem pesisir dan laut, tidak hanya berdampak pada biota di dalamnya (Doney et al., 2012; Rudianto & Seftiariski, 2022), namun juga berdampak terhadap berbagai kegiatan manusia, seperti pertanian, perikanan budidaya, perikanan tangkap, pariwisata, transportasi laut, industri lepas pantai, industri angkatan laut, ekstraksi sumber daya (Diposaptono dkk., 2009; Griggs & Reguero 2021; Lincoln, 2017). Hubungan antara faktor-faktor iklim dengan dampak-dampak yang ditimbulkan bagi wilayah pesisir dan laut disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Dampak perubahan iklim terhadap wilayah pesisir, laut dan pulau-pulau kecil

Sumber: Modifikasi dari IPCC, 2019

Berbagai ancaman dampak perubahan iklim pada wilayah pesisir dan laut tersebut, kemudian dapat direspon melalui berbagai strategi adaptasi serta tata kelola yang baik dan sistematis (IPCC, 2019). Terdapat tiga jenis strategi adaptasi yaitu *protect*, *accommodate* dan *retreat* (IPCC, 1990; Mallette et al., 2021). Mallette et al. (2021) menjelaskan ketiga opsi tersebut secara elaboratif, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Strategi Adaptasi di Wilayah Pesisir dan Laut

Klasifikasi	Penjelasan
<i>Protect</i> (Perlindungan)	Upaya mempertahankan lahan serta mengurangi risiko dan dampak iklim melalui rekayasa lingkungan yang bersifat <i>hard protection</i> maupun <i>soft protection</i> .
<i>Accommodate</i> (Akomodasi)	Tindakan untuk menghadapi risiko dan dampak iklim melalui tindakan sosio-ekonomi dan/atau sositoteknik sehingga memungkinkan penggunaan lahan secara berkelanjutan
<i>Retreat</i> (Penghindaran)	Respon untuk mengurangi paparan dari dampak iklim melalui penarikan diri dari area berisiko, seperti relokasi maupun infrastruktur, pencegahan pembangunan baru di wilayah rawan bencana.

Sumber: Mallette et al., 2021

AR 6 IPCC (2022) menekankan bahwa upaya perlindungan, akomodasi maupun penghindaran akan lebih efektif jika digabungkan, dilaksanakan secara berurutan, direncanakan jauh sebelumnya, diselaraskan dengan nilai-nilai sosial budaya dan prioritas pembangunan, serta didukung oleh proses pelibatan masyarakat yang inklusif. Contoh bentuk-bentuk strategi adaptasi dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel tersebut dihasilkan ITB-YKAN (2020) pada kajian ketahanan pesisir Kota Semarang, yang merupakan sintesis opsi-opsi strategi adaptasi dari *Special Report on Ocean and Cryosphere in Changing Climate/SROCC* (2019) dan *Integrated Coastal Zone Management/ICZM* (1996), kemudian ditinjau kesesuaiannya dengan studi kasus di pesisir Kota Semarang.

**Tabel 3. Sintesa Opsi Strategi Adaptasi Perubahan Iklim dalam
Pengelolaan Wilayah Pesisir**

<i>Special Report on Ocean and Cryosphere in Changing Climate (2019)</i>	<i>Integrated Coastal Zone Management (1996)</i>	Sintesa Opsi Strategi Adaptasi dalam Pengelolaan Pesisir
<i>Accommodation</i> ● Restorasi Lahan Basah ● Sistem Peringatan Dini ● <i>Flood Proofing</i> ● Zonasi Pesisir ● <i>Coastal Setbacks/Coastal Buffer</i>	● Pengelolaan sektoral ● Melestarikan ekosistem pesisir ● Pemanfaatan sumber daya pesisir berkelanjutan	● Zonasi Pesisir ● Sistem Peringatan Dini ● Akomodasi melalui “<i>hard measures</i>” (contoh : peningkatan tinggi bangunan) ● Restorasi Lahan Basah
		Manajemen adaptasi dalam: ● Manajemen air bersih ● Pengelolaan sumber daya alam ● Pengelolaan sedimen untuk stabilitas pantai
<i>Protection</i> ● Opsi Struktur Keras ● Opsi Struktur Lunak	● Pengelolaan sektoral ● Pemanfaatan sumber daya pesisir berkelanjutan	● Perlindungan pesisir dengan opsi struktur keras atau gabungan ● Zona <i>buffer</i> yang efektif untuk menampung air dari dataran tinggi dan sedimen
		● Perlindungan pesisir dengan pendekatan struktur lunak seperti pemeliharaan pantai, konstruksi bukit pasir, stabilisasi tebing ● Mengembalikan hutan mangrove dan pantai
<i>Retreat</i> ● Mencegah pembangunan di dekat pantai ● Mengizinkan pembangunan dengan syarat	● Pengelolaan sektoral ● Melestarikan ekosistem pesisir	● Relokasi permukiman ke daerah aman ● Pembatasan pengembangan di wilayah pesisir ● Penyediaan informasi mengenai risiko pengembangan di wilayah rentan

<i>Special Report on Ocean and Cryosphere in Changing Climate (2019)</i>	<i>Integrated Coastal Zone Management (1996)</i>	Sintesa Opsi Strategi Adaptasi dalam Pengelolaan Pesisir
meninggalkan jika diperlukan • Pemerintah berperan dalam penyediaan informasi risiko		

Sumber: ITB – YKAN, 2020

1.3 Perencanaan Tata Ruang dan Adaptasi Perubahan Iklim

Fenomena perubahan iklim sangat erat kaitanya dengan tata ruang terutama di wilayah yang memiliki keterpaparan yang tinggi, salah satunya pada wilayah pesisir. Konfigurasi spasial serta cara pengembangan maupun penggunaan lahan memiliki dampak signifikan pada kerentanan wilayah terhadap dampak perubahan iklim (Davidse et al., 2015). Oleh karena itu, diperlukan strategi adaptasi perubahan iklim yang dapat meningkatkan kemampuan suatu sistem untuk menyesuaikan diri terhadap perubahan sehingga mampu mengurangi dampak negatif dan memanfaatkan peluang yang ada (Burton dkk, 2002; IPCC, 2007). Salah satu strategi adaptasi yang dapat dilakukan yaitu integrasi perubahan iklim ke dalam perencanaan tata ruang.

Pada dasarnya, inti dari perencanaan adalah pengetahuan tentang kondisi saat ini dan orientasi untuk perbaikan masa depan sambil menghindari masalah yang muncul. Perencanaan tata ruang dapat

berperan sebagai perangkat yang paling efektif dalam memberikan panduan tentang pola ruang dan struktur ruang yang adaptif terhadap perubahan di masa depan. Mengintegrasikan isu perubahan iklim ke dalam rencana tata ruang menjadi langkah tepat untuk mengurangi kerentanan perubahan iklim dan meningkatkan ketahanan terutama di wilayah perkotaan (Kumar & Geneletti, 2015).

Namun, kondisi kontradiktif dimana perencanaan tata ruang justru meningkatkan kerentanan terhadap dampak perubahan iklim dapat terjadi apabila kesadaran perencana terhadap risiko perubahan iklim masih rendah sehingga perencanaan yang dihasilkan hanya memprioritaskan pertumbuhan ekonomi dan pada akhirnya melemahkan upaya adaptasi perubahan iklim (Galderisi & Menoni, 2015; McClure & Baker, 2013). Perencanaan penggunaan lahan yang tidak memadai justru akan meningkatkan paparan terhadap bencana akibat perubahan iklim dan menyebabkan kerugian yang lebih besar (Galderisi & Menoni, 2015). Perencanaan tata ruang sebagai basis pembangunan seharusnya dapat memfasilitasi adaptasi perubahan iklim dengan mengarahkan pembangunan tata ruang dan infrastruktur di masa depan jauh dari zona yang terpapar bahaya perubahan iklim.

Suroso & Firman (2018) mendapatkan temuan menarik bahwa rencana tata ruang ternyata justru dapat meningkatkan risiko perubahan iklim di Pesisir Utara Pulau Jawa. Studi tersebut membuat model bahaya pesisir kumulatif atas beberapa komponen misalnya kenaikan muka air

laut, pasang tertinggi, gelombang, dan variabilitas ENSO. Berikut model matematika yang digunakan:

$$H = \sum_{i=1}^N h(i)$$

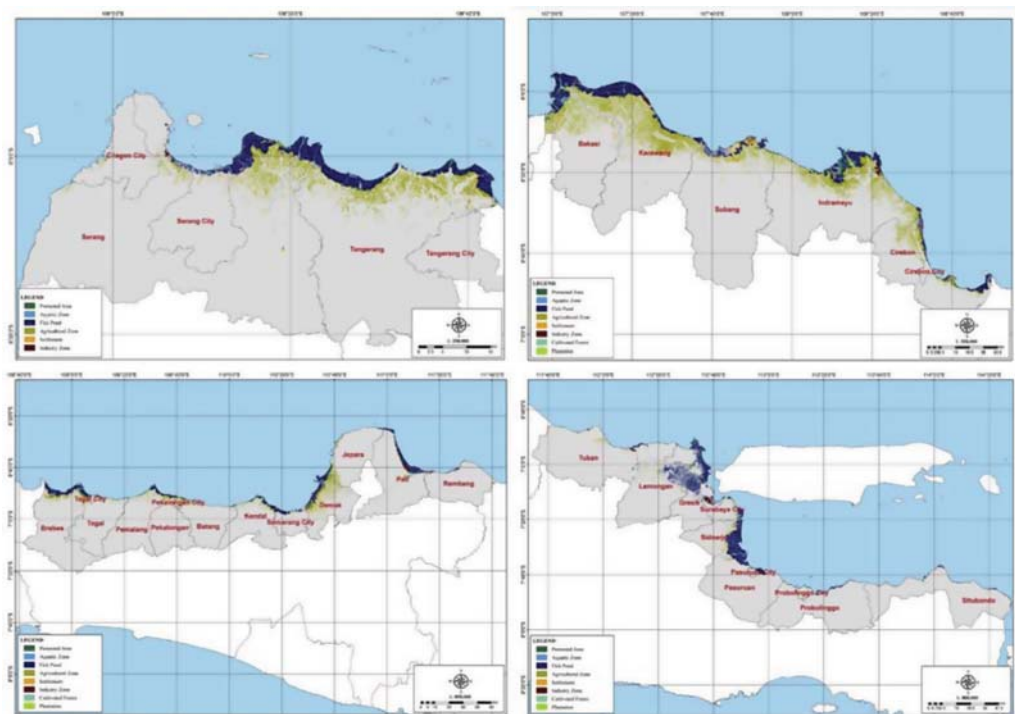
Dimana:

H = ketinggian bahaya genangan pesisir di atas permukaan laut rata-rata

H(i) = ketinggian setiap elemen bahaya pesisir yang dimasukkan dalam skenario penggenangan

N = jumlah bahaya yang dimasukkan dalam skenario genangan

Hasil dari pemodelan genangan pesisir tersebut kemudian dioverlay dengan peta guna lahan eksisting tahun 2010 serta RTRWP (Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi) Banten 2010 - 2030, RTRWP Jawa Barat 2009 - 2029, RTRWP Jawa Tengah 2009 - 2029 dan RTRWP Jawa Timur 2011 - 2031, seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Inundasi pada Guna Lahan Eksisting di Pantai Utara Jawa

Sumber: Suroso dan Firman, 2018

Kemudian dilakukan analisis perubahan guna lahan eksisting menjadi rencana guna lahan tahun 2030 sebagaimana diarahkan oleh RTRWP, pada area yang rawan terhadap genangan pesisir, seperti terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perubahan Guna Lahan Eksisting Menjadi Rencana Guna Lahan 2030
di Area Rawan Genangan Pesisir (Ha)

Provinsi	Guna Lahan Mendatang Guna Lahan Eksisting	Kaw. Lindung	Pertanian	Industri	Permukiman	Badan Air	Tambak Ikan
Banten	Badan Air	56	220	211	90		
	Kawasan Lindung	139	148	114	21		
	Pertanian	112	8290	2556	456		
	Tambak Ikan	2271	3380	5741	357		
Jawa Barat	Badan Air	511	43	–	960	1934	
	Kawasan Lindung	2346	85	–	729	25	
	Pertanian	1087	66,784	–	8660	22	
	Tambak Ikan	17,796	204	–	19,606	17	
Jawa Tengah	Badan Air	337	1229	53	325	251	459
	Kawasan Lindung	167	238	80	151	36	235
	Pertanian	1047	21,096	1554	5380	671	1197
	Tambak Ikan	2319	11,152	1326	1463	1620	16,595
Jawa Timur	Badan Air	216	1368	133	673	26	494
	Kawasan Lindung	58	1085	133	260	–	554
	Pertanian	529	3460	618	1592	–	1147
	Tambak Ikan	115	25,478	1277	3146	–	15,912

Sumber: Suroso dan Firman, 2018

Tabel 4 menunjukkan bahwa rencana tata ruang provinsi saat ini justru mengarahkan konversi penggunaan lahan di sepanjang pantai utara Jawa sehingga berpotensi meningkatkan risiko bahaya terkait iklim dan menyebabkan kerugian ekonomi yang lebih tinggi (Suroso & Firman, 2018). Temuan tersebut diperkuat oleh studi Deltares (2019) yang menunjukkan bahwa risiko bahaya terkait iklim di Pantura Jawa didominasi kategori tinggi. Wilayah pesisir utara Jawa yang berisiko tinggi terhadap bahaya genangan pesisir, sebagian besar merupakan dataran aluvial di kota-kota besar yang telah berkembang dan masih terus berkembang, terlihat dari keterpaparan yang tinggi pada wilayah padat penduduk dan PDB tinggi (Deltares, 2019). Perubahan guna lahan yang masif disertai ekstraksi sumber daya alam yang tidak terkendali dan ditambah ancaman perubahan iklim telah memperparah kerusakan lingkungan yang terjadi di Pesisir Utara Jawa, seperti abrasi, genangan pesisir dan penurunan muka tanah (Solihuddin et al., 2021).

Ancaman dampak perubahan iklim pada wilayah pesisir dan laut di Indonesia sangat kompleks untuk dapat dipahami secara sederhana. Oleh karena itu, Penulis memformulasikan kerangka konseptual adaptasi perubahan iklim untuk wilayah pesisir dan laut, berdasarkan pengalaman penelitian selama lebih dari 20 tahun, sebagai berikut:

secara lebih tepat, yang kemudian dapat diintegrasikan ke dalam perencanaan tata ruang. Hal ini karena rencana tata ruang seharusnya dapat membantu pencapaian tujuan adaptasi perubahan iklim dengan cara menghindari keterpaparan pembangunan terhadap bahaya akibat perubahan iklim serta perlindungan area seperti koridor ekologi (Carter & Sherriff, 2011; Schneller et al., 2016; Hurlimann & March, 2012).

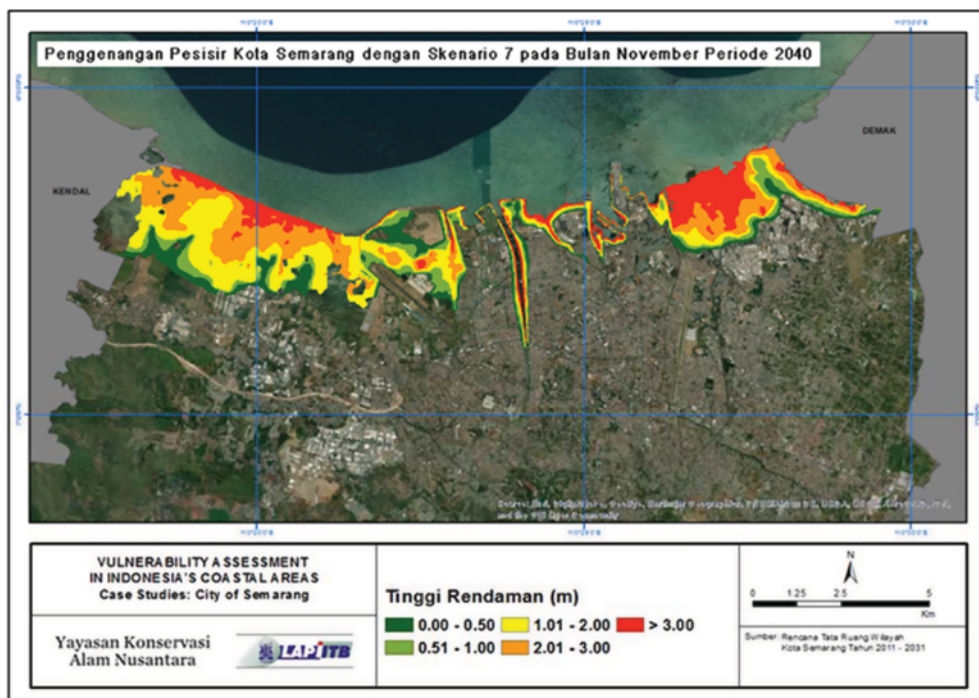
2 PENGEMBANGAN INTEGRASI ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM KE DALAM TATA RUANG DI WILAYAH PESISIR DAN LAUT

Perencanaan tata ruang diharapkan dapat mengendalikan konversi penggunaan lahan di masa depan, dimana ancaman bahaya terkait iklim diproyeksikan akan terus meningkat. Pada bagian ini akan ditinjau sejauh mana integrasi adaptasi perubahan iklim dalam rencana tata ruang pada beberapa studi kasus di wilayah pesisir dan laut di Indonesia.

2.1 Integrasi Adaptasi Perubahan Iklim ke dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Pesisir

Indonesia dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia (Susmoro dkk., 2019) memiliki kerentanan tinggi terhadap bahaya rendaman pesisir akibat kenaikan muka laut global sebagaimana terlihat pada Gambar 4, hal ini mengakibatkan terjadinya genangan permanen dan juga memperparah abrasi yang dapat mengancam masyarakat, infrastruktur

dan aset ekonomi penting serta ekosistem (Suroso dkk., 2016). Salah satu wilayah di Indonesia yang mengalami dampak perubahan iklim dan sekaligus mengalami pertumbuhan ekonomi yang tinggi yaitu Kota Semarang. Ancaman peningkatan bahaya genangan pesisir di Kota Semarang diproyeksikan oleh studi ITB-YKAN (2020), sebagaimana terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Proyeksi Area Genangan Pesisir di Kota Semarang Pada Tahun 2040

Sumber: ITB – YKAN, 2020

Berdasarkan studi tersebut diketahui bahwa selama 30 tahun (2010-2040), tinggi genangan akan meningkat sebesar 30 cm yaitu dari 60,83 cm menjadi 90,83 cm. Ancaman genangan pesisir tersebut, kemudian

direspon pemerintah dengan pembangunan tol tanggul laut yang sekaligus juga untuk menghubungkan koridor ekonomi Kendal-Semarang-Demak. Rencana pembangunan tol tanggul laut tersebut telah dimasukkan dalam Rencana Zonasi Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (RZWP3K) Provinsi Jawa Tengah, dan telah dimasukkan dalam revisi RTRW Kota Semarang. Akan tetapi keberadaan jalan tol tanggul laut tersebut dapat mengancam keberlanjutan ekosistem mangrove (ITB-YKAN, 2020).

Merespon permasalahan dan tantangan yang dihadapi Kota Semarang tersebut, studi ITB dengan YKAN pada Tahun 2019 sampai 2020 telah merekomendasikan strategi sebagai berikut:

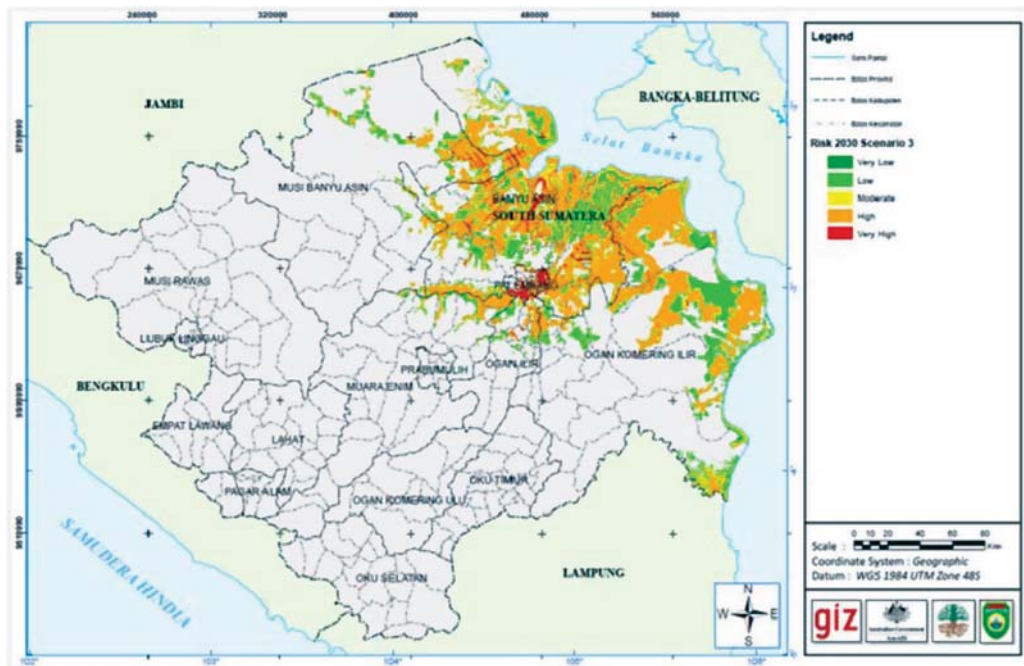
1. Desain Rekayasa Rinci (DED) untuk pembangunan tol tanggul laut menggunakan pendekatan *hybrid* yaitu menambah pintu-pintu untuk *inlet* air laut agar mangrove tetap dapat tumbuh secara berkelanjutan.
2. Pembatasan eksploitasi air tanah dalam pada kawasan permukiman dan industri di pesisir untuk mengurangi laju penurunan muka tanah.
3. Perlu dilakukan analisis lebih lanjut terkait dampak pembangunan tol tanggul laut terhadap sosio-ekonomi masyarakat setempat.

Persoalan yang mirip dengan Kota Semarang juga terjadi di Kabupaten Subang yaitu adanya ancaman akibat tekanan dari

pembangunan Pelabuhan Patimban yang ditetapkan sebagai Proyek Strategis Nasional (PSN), yang kemudian oleh Pemerintah Provinsi Jawa Barat dikembangkan sebagai Kawasan Peruntukan Industri/Kota Baru dan merupakan Kawasan Strategis Provinsi (KSP).

Merespon hal tersebut, Pemerintah Kabupaten Subang sedang merevisi rencana tata ruang yang salah satu poin utamanya adalah rencana pemantapan dan pengembangan PKW Patimban serta pengembangan Kawasan Pelabuhan Patimban beserta infrastruktur pendukungnya. Sehingga akan ada perluasan kawasan peruntukan industri dan kawasan permukiman di sekitar kawasan Pelabuhan Patimban yang dikhawatirkan akan memberikan dampak signifikan terhadap pengurangan luasan hutan mangrove. Hal ini sekaligus akan menaikkan keterpaparan pesisir Patimban dan sekitarnya terhadap bahaya banjir pesisir, yang pada gilirannya secara jangka panjang akan mengakibatkan kerugian ekonomi.

Contoh selanjutnya ditunjukkan melalui penelitian yang dilakukan oleh ITB dan KLH-GIZ Tahun 2010-2012 di Provinsi Sumatera Selatan, sebagaimana terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Peta Risiko Banjir dan *Coastal Inundation* Sumatera Selatan Tahun 2030

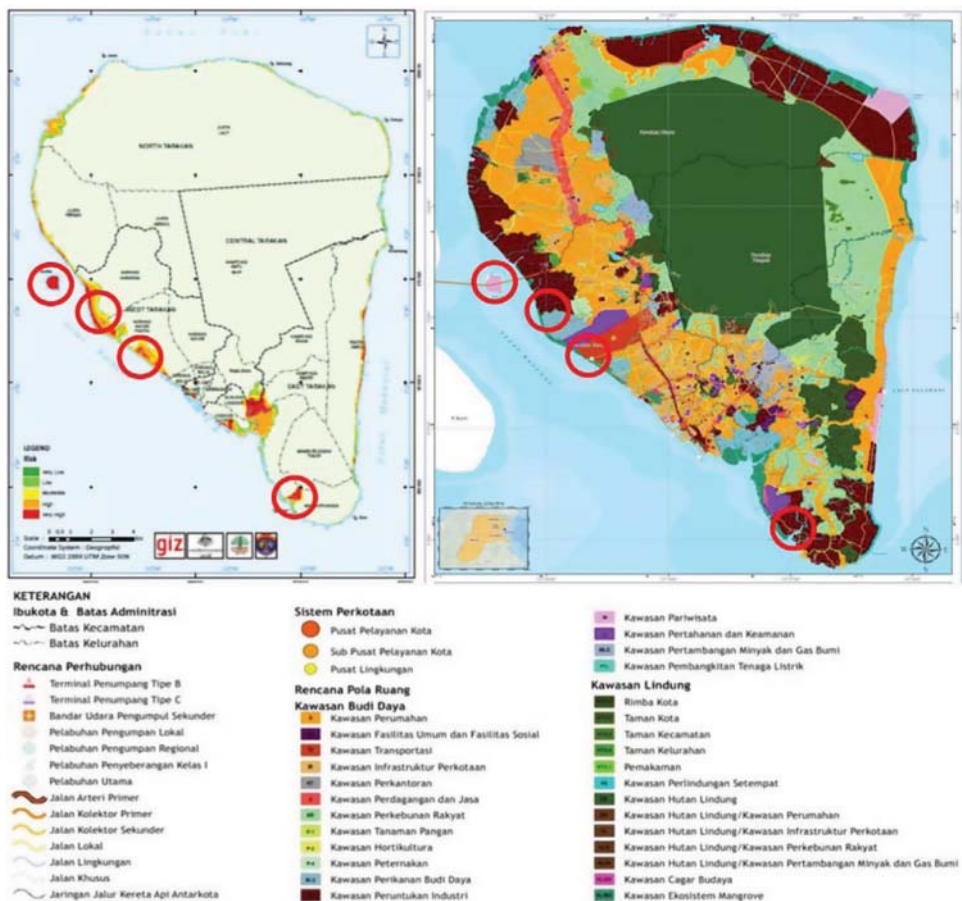
Sumber: ITB - GIZ, 2012

Risiko proyeksi *coastal inundation* pada wilayah Sumatera Selatan pada tahun 2030 akan berdampak besar pada kawasan pesisirnya. Peta proyeksi tersebut telah dipertimbangkan dalam penyusunan RZWP3K Sumatera Selatan, dan juga dijadikan dasar dalam perencanaan Pelabuhan New Palembang di Tanjung Carat.

Rencana tata ruang berikutnya yang dianalisis adalah revisi terhadap Perpres No. 3 Tahun 2012 tentang RTR Pulau Kalimantan. Dalam revisi tersebut, Kementerian ATR telah berusaha mengintegrasikan adaptasi perubahan iklim. Namun demikian, analisis yang dilakukan masih kurang mendalam dikarenakan beberapa peta yang telah dihasilkan oleh

kajian-kajian sebelumnya, misalnya Peta CVI dan Peta Bahaya Banjir Pesisir belum diintegrasikan, sehingga strategi adaptasi yang direkomendasikan pada revisi RTR Kalimantan ini masih bersifat generik. Peta CVI Indonesia (Gambar 4) menunjukkan bahwa sekitar 3.782 km pesisir Pulau Kalimantan termasuk dalam kategori kerentanan tinggi terhadap SLR. Selain itu, terkait dengan dampak Pembangunan Ibu Kota Negara baru terhadap wilayah pesisir dan laut di sekitar Teluk Balikpapan juga belum dipertimbangkan. Hal ini akan berpengaruh pada rendahnya ketahanan ekosistem di sekitar perairan Teluk Balikpapan dalam menghadapi ancaman perubahan iklim laut di masa mendatang.

Integrasi adaptasi perubahan iklim ke dalam tata ruang juga pernah dilakukan di Kota Tarakan (Suroso et al., 2013). Gambar 10 menyandingkan peta risiko genangan pesisir yang dihasilkan dengan peta RTRW 2021-2041.



Gambar 10. Perbandingan Peta Risiko Coastal Inundation Kota Tarakan Tahun 2030 dengan Peta Rencana Pola Ruang RTRW Kota Tarakan 2021-2041

Sumber: Suroso et.al, 2013 (gambar kiri); Perda 3/2021 Tarakan (gambar kanan)

Meskipun telah terdapat Peta Risiko Rendaman Pesisir yang dihasilkan Suroso et.al (2013), Pemerintah Kota Tarakan belum sepenuhnya mempertimbangkan peta risiko tersebut dalam RTRW Kota Tarakan terbaru (2021-2041). Dapat dilihat berdasarkan Gambar 10, beberapa wilayah berisiko tinggi masih ditetapkan sebagai kawasan terbangun seperti kawasan perdagangan dan jasa serta kawasan industri.

Namun demikian, kajian Suroso et.al (2013) tersebut telah dijadikan pertimbangan dalam penanggulangan abrasi di pantai timur Tarakan, yaitu penggunaan pendekatan *hybrid* antara tanggul laut dan vegetasi. Sebelum ada kajian tersebut, Pemerintah Kota Tarakan merencanakan sepenuhnya menggunakan konstruksi tanggul laut.

Kajian Risiko dan Adaptasi Perubahan Iklim selanjutnya yang pernah dilakukan adalah pada KSN Metropolitan Mamminasata (Makassar, Maros, Sungguminasa, dan Takalar) bagian barat dan Pulau Selayar. Pada kajian ini, ITB-JICA (2015) membuat prakiraan bulanan kejadian banjir pesisir sampai periode 2040. Prakiraan kejadian banjir pesisir tersebut terbukti terjadi yaitu pada Bulan Januari 2019 dengan tinggi genangan dan luas wilayah terdampak banjir juga tepat sesuai dengan peta bahaya yang dibuat pada tahun 2015 (Suroso, 2019).

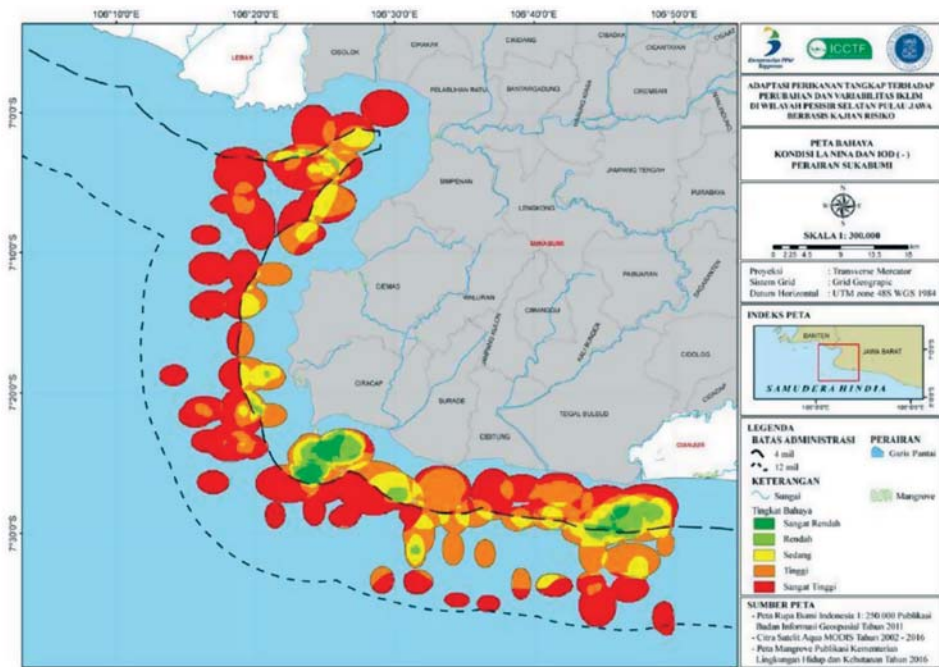
2.2 Integrasi Adaptasi Perubahan Iklim ke dalam Rencana Tata

Ruang Wilayah Laut

2.2.1 Sektor Perikanan Tangkap (*Fishing Ground*)

Suroso dkk (2019) mengidentifikasi perlunya sistem informasi keruangan pada sektor perikanan tangkap di Pantai Selatan Jawa dikarenakan perubahan dan variabilitas iklim di pesisir dan laut dapat berdampak pada ketidakpastian waktu dan lokasi terjadinya potensi perikanan tangkap (Gambar 11). Hal ini untuk membantu nelayan tangkap yang terbiasa mengandalkan intuisi dalam memperkirakan cuaca

agar dapat merencanakan waktu melaut dan lokasi yang dituju. Maka dari itu, informasi keruangan perlu disampaikan secara tepat dan sesuai dengan karakteristik nelayan lokal.



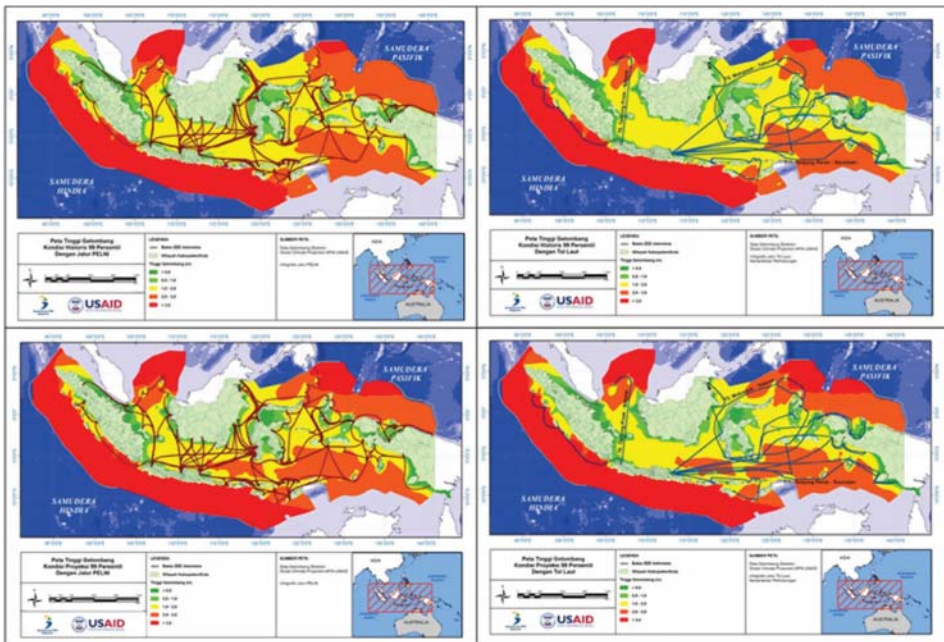
Gambar 11. Peta Bahaya Potensi Pergeseran *Fishing Ground* Perairan Sukabumi Pada Kondisi La Nina dan IOD (-)
Sumber: Suroso dkk., 2019

Studi Suroso dkk (2019) menghasilkan rekomendasi adaptasi perikanan tangkap terhadap perubahan iklim. Beberapa rekomendasi yang terkait dengan tata ruang, diantaranya adalah penggunaan peta *fishing ground* atau peta prakiraan potensi perikanan yang dipengaruhi oleh perubahan dan variabilitas iklim untuk diintegrasikan ke rencana zonasi laut, serta pengembangan sistem informasi nelayan kecil.

2.2.2 Keselamatan Pelayaran

Keselamatan pelayaran berkaitan dengan sektor yang membutuhkan transportasi laut, seperti sektor perdagangan dan perikanan. Pelayaran laut merupakan bagian dari Kebijakan Kelautan Nasional (Perpres No.16 Tahun 2017) yang menjadi tujuan pemerintah Indonesia agar dapat menjadi poros maritim dunia yang dituangkan dalam program Tol Laut antara lain meliputi optimalisasi pelayaran PELNI, optimalisasi pelayaran ASDP, dan pelayaran kargo.

Penelitian yang dilakukan oleh PPI ITB dengan Bappenas-USAID pada Tahun 2017 sampai 2018 menemukan fakta bahwa perubahan iklim mengakibatkan peningkatan tinggi gelombang sebesar 0,5 meter di perairan Indonesia bagian timur dan gelombang tinggi lebih mendekat ke arah pantai. Dengan kondisi gelombang saat ini setinggi 0-3 meter, kondisi *baseline* dan proyeksi perairan Indonesia bagian timur merupakan daerah rawan untuk pelayaran terutama kapal dibawah 30 GT (Gambar 12).



Gambar 12. Peta Bahaya Iklim Gelombang (99 persentil) dengan Jalur Kapal PELNI dan Jalur Tol Laut pada Kondisi *Baseline* dan Proyeksi (2045) di Indonesia

Sumber: Hadi, 2018

Data historis BAKAMLA (2015) dan KNKT (2016), menunjukkan pada tahun 2015 dan 2016 cuaca buruk telah menyebabkan 165 kejadian kecelakaan di perairan Indonesia, dengan 101 diantaranya kecelakaan pada kapal nelayan. Tingginya aktivitas pelayaran maupun perikanan, menyebabkan jumlah kecelakaan kapal terbanyak terjadi di daerah Jawa Timur pada tahun 2015 dan di daerah Aceh pada tahun 2016. Untuk itu perlu koordinasi antara Kementerian Kelautan dan Perikanan, BMKG dan Kementerian Perhubungan dalam memproduksi peta bahaya keamanan pelayaran untuk mencegah atau memperkecil terjadinya kecelakaan kapal di laut akibat perubahan dan variabilitas iklim.

2.2.3 Konservasi Ekosistem Mangrove dan Terumbu Karang

Studi ITB-YKAN (2020) di wilayah pesisir Kabupaten Berau dan Pulau Derawan menemukan fenomena ketidaksinkronan antara peta pola ruang dengan rencana pengembangan sektoral yang berpotensi meningkatkan gangguan di wilayah pesisir. Misalnya, wilayah muara sungai di Kecamatan Sambaliung ditetapkan sebagai kawasan hutan produksi tetap dalam RTRW, namun oleh Dinas Kelautan dan Perikanan direncanakan untuk pengembangan kawasan tambak dengan skala cukup besar. Pengembangan kawasan tambak di dekat garis pantai disertai dengan pembangunan tanggul menyebabkan abrasi yang kemudian mengurangi kawasan ekosistem mangrove. Selain pada kawasan pesisir dan ekosistem mangrove, terlihat juga adanya gangguan terhadap ekosistem padang lamun dan terumbu karang akibat aktivitas antropogenik, yang mana dengan adanya perubahan iklim maka diperkirakan akan memperparah kerusakan tersebut.

Studi kasus selanjutnya adalah di Kepulauan Raja Ampat, dimana terdapat Keputusan Gubernur Papua Barat No. 523/124/7/2019 yang menetapkan Rencana Pengelolaan dan Zonasi Kawasan Konservasi Perairan (KKP) Kepulauan Raja Ampat. Rencana tersebut merupakan pedoman untuk pelaksanaan pengelolaan KKP Raja Ampat dan jejaring KKP Raja Ampat yang terpadu. Namun demikian, kerusakan terumbu karang di Raja Ampat masih meningkat signifikan (YKAN, 2021).

Dalam studi terbaru yang saat ini sedang berlangsung, kerjasama ITB

dan YKAN, potensi *coral bleaching* pada terumbu karang dimungkinkan terjadi akibat fenomena variabilitas iklim berupa gelombang air hangat di laut (*marine heatwaves*; MHW) yaitu kenaikan suhu permukaan laut terhadap nilai rata-rata klimatologinya di atas 90 persentil dengan durasi lebih dari 7 hari. Maka dari itu, kajian perubahan iklim harus dipertimbangkan dalam regulasi tersebut, terutama potensi dampaknya yang menyebabkan terumbu karang mengalami *coral bleaching* akibat perubahan arus serta temperatur laut.

3 UPAYA NORMATIF INTEGRASI ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM KE DALAM TATA RUANG

Seperti yang telah dijabarkan sebelumnya, integrasi adaptasi perubahan iklim ke dalam proses perencanaan menjadi penting agar RTRW yang dihasilkan dapat mengurangi risiko terhadap perubahan iklim. Terbitnya UU No. 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja (UUCK) serta PP No. 21 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang telah menciptakan perubahan strategis sehubungan dengan adanya integrasi tata ruang darat dan laut serta integrasi RZWP3K ke dalam RTRWP. Secara umum kedudukan perubahan regulasi rencana tata ruang laut ditunjukkan pada Gambar 13.



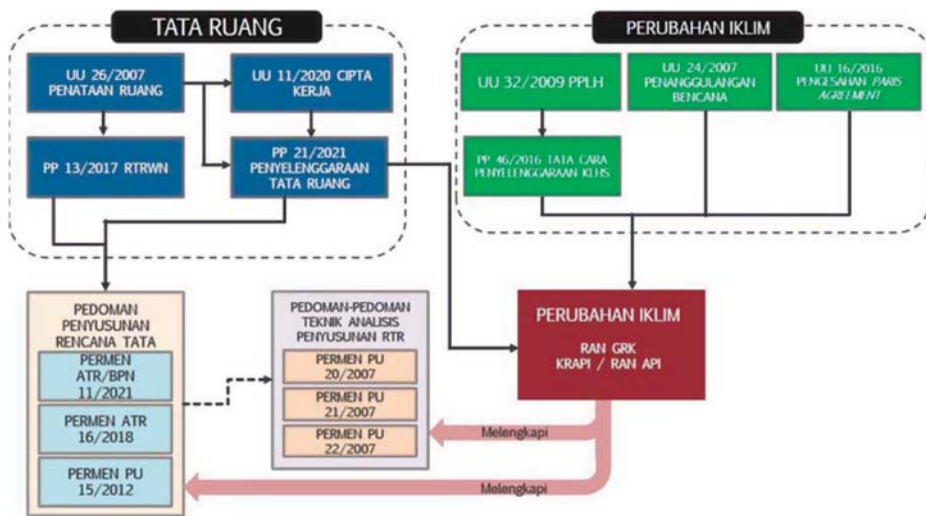
Gambar 13. Skema Perubahan Peraturan Strategis Penataan Ruang Wilayah

Gambar 13 menunjukkan bahwa terkait dengan rencana tata ruang laut telah disahkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan (Permen KP) No. 28 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang Laut. Dalam Permen KP No. 28/2021 tersebut, aspek perubahan iklim telah menjadi salah satu prinsip dalam penataan ruang laut, tetapi bagaimana mengintegrasikan perubahan iklim ke dalam rencana ruangnya masih memerlukan pedoman lain untuk mengaturnya.

3.1 Upaya Integrasi Adaptasi Perubahan Iklim ke dalam Penyusunan Rencana Tata Ruang Wilayah

Berbagai peraturan perundang-undangan terkait dengan perencanaan tata ruang dan perubahan iklim secara skematik ditunjukkan pada Gambar 14. Undang-undang yang pertama kali mengatur tentang adaptasi perubahan iklim adalah UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH). Integrasinya dengan RTRW dilakukan melalui Kajian Lingkungan Hidup

Strategis (KLHS) dimana salah satu kajian dalam KLHS adalah Kajian Kerentanan dan Kapasitas Adaptasi terhadap Perubahan Iklim.

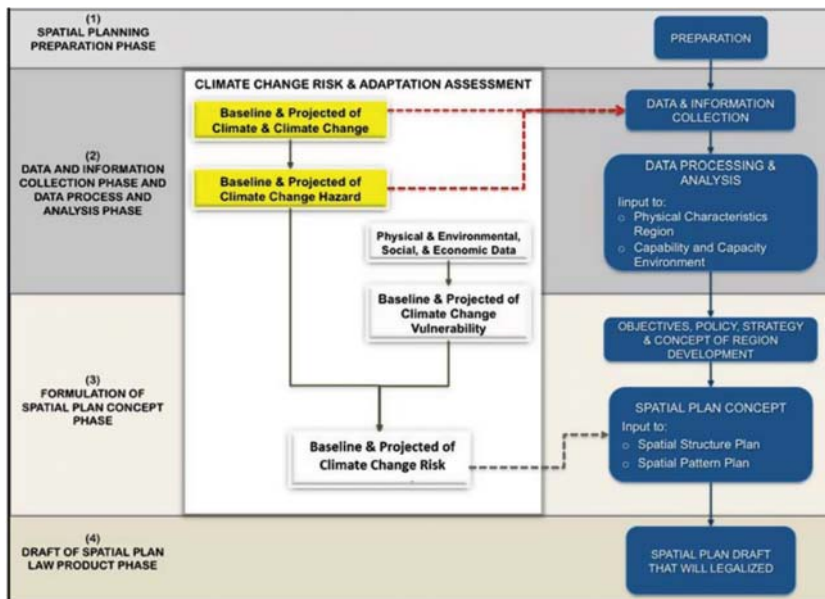


Gambar 14. Integrasi Perubahan Iklim ke dalam Perencanaan Tata Ruang

Sumber: Modifikasi dari ITB-JICA, 2015

Dalam hal Kajian Kerentanan Perubahan Iklim, menurut Suroso (2016), ITB sejak 2008 telah mengembangkan Kajian Risiko dan Adaptasi Perubahan Iklim (KRAPI). KRAPI sebagai pendekatan yang digunakan untuk merumuskan rekomendasi adaptasi, kemudian dikembangkan menjadi Draft Pedoman Integrasi Adaptasi Perubahan Iklim ke Tata Ruang melalui kerjasama JICA dan Kementerian ATR. Selain itu KRAPI juga menjadi *input* untuk menyusun Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Permen LHK) No. P.33/Menlhk/Setjen/Kum.1/3/2016 serta Permen LHK No. P.7/Menlhk/Setjen/Kum.1/2/2018. Dimana secara garis besar, kajian perubahan iklim yang dilakukan dapat dilihat

pada Gambar 15 di bawah ini. Namun demikian, pendekatan ini oleh praktisi tata ruang dianggap terlalu saintifik dan rumit sehingga sulit diimplementasikan.



Gambar 15. Konsep Integrasi Adaptasi Perubahan Iklim ke dalam
Proses Penataan Ruang
Sumber: ITB-JICA, 2015

Upaya integrasi adaptasi perubahan iklim ini kemudian mendapat penguatan melalui Permen ATR/BPN No.1 Tahun 2018 yang menyatakan bahwa pada tahap pengolahan dan analisis penyusunan rencana tata ruang, terdapat beberapa analisis yang berkaitan langsung dengan kajian risiko dan adaptasi perubahan iklim seperti analisis fisik wilayah, analisis lingkungan hidup, dan analisis pengurangan risiko bencana. Terlebih lagi pada saat ini Permen ATR/BPN No. 11 Tahun 2021 juga telah

mengamankan masuknya analisis adaptasi dan mitigasi perubahan iklim ke dalam tahapan analisis.

Untuk lebih memperkuat integrasi, pada tahun 2022 ini sedang dilakukan kerjasama ITB dengan JICA-Kementerian ATR untuk penyusunan draft pedoman, yang diharapkan akan lebih mudah dipahami sehingga dapat diimplementasikan oleh perencana tata ruang. Pada sub bab 3.2 disajikan *gap analysis* antara dokumen RTRW Provinsi Jawa Barat dan RTRW Kota Semarang terhadap draft pedoman.

3.2 *Gap Analysis* Antara Dokumen RTRW Terhadap Pedoman

Integrasi

Penelaahan konten adaptasi perubahan iklim dalam dokumen rencana tata ruang di kedua wilayah tersebut ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Tinjauan Adaptasi Perubahan Iklim dalam Dokumen Perencanaan Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Barat

Dokumen Fakta dan Analisis	Dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah
Tujuan Kebijakan: Pertimbangan regulasi dan kebijakan terkait iklim dan perubahan iklim: UUCK (Pasal 17 ayat 5), PP No. 13 Tahun 2017 tentang RTRW Nasional (kebijakan dan strategi dalam pengembangan pola ruang nasional), RPJMD Provinsi Jawa Barat (sasaran pembangunan Provinsi Jawa Barat)	Pendahuluan: Informasi klimatologi dan curah hujan
	Isu pengembangan Wilayah: Perubahan iklim menjadi isu strategis eksternal
	Tinjauan, Kebijakan, dan Strategi: Aspek perubahan iklim dalam strategi pengamanan KP2B dan peningkatan produktivitas tanaman pangan

Dokumen Fakta dan Analisis	Dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah
Gambaran Umum Wilayah: Informasi klimatologi dan curah hujan (informasi curah hujan dan hari hujan menurut bulan, luasan curah hujan tahunan, dan peta intensitas curah hujan).	Rencana Struktur Ruang: Aspek perubahan iklim tidak disebutkan
	Rencana Pola Ruang: Pertimbangan perubahan iklim hanya disebutkan dalam arahan pengembangan kawasan pertanian
Analisis: - Deskripsi potensi sumber daya pesisir, jasa lingkungan, dan pemanfaatan ruang kawasan pesisir - Analisis klimatologi mengenai jenis iklim, suhu rata-rata, curah hujan rata-rata per tahun, bulan kering dan basah, serta sebaran wilayah yang sensitif terhadap gerakan angin monsun - Analisis potensi rawan bencana berdasarkan kategori zona rawan, luasan kawasan rawan, serta peta gerakan tanah/longsor dan banjir - Upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim berdasarkan dokumen RAD-GRK dan RAD-API Provinsi Jawa Barat	Rencana Kawasan Strategis: Kawasan strategis dari sudut kepentingan fungsi dan daya dukung lingkungan hidup yang mempertimbangkan iklim makro: Kawasan Bandung Utara (KSP KBU)
	Arahan Pemanfaatan Ruang: Indikasi program peningkatan produktivitas pertanian dengan memperhatikan perubahan iklim, serta program adaptasi perubahan iklim yang menjadi bagian dari program perwujudan aksi penanggulangan bencana.
Isu Pengembangan Wilayah: Isu daya dukung lingkungan: adaptasi dan mitigasi perubahan iklim	Arahan Pengendalian Pemanfaatan Ruang: ketentuan khusus untuk kawasan rawan bencana longsor dan banjir

Sumber: Analisis dari Materi Teknis RTRW Provinsi Jawa Barat Tahun 2021-2041, 2022

Berdasarkan Tabel 5, aspek perubahan iklim secara umum sudah diupayakan untuk diperhatikan dalam proses analisis pada penyusunan RTRW Provinsi Jawa Barat. Akan tetapi, isu perubahan iklim belum dianggap strategis dan belum secara teknis terintegrasi dengan muatan

rencana. Untuk itu upaya yang dilakukan pemerintah Provinsi Jawa Barat masih dalam tahap *climate awareness*, atau adanya kesadaran akan pentingnya informasi iklim dan adaptasi perubahan iklim dalam proses penyusunan rencana tata ruang. Namun, pemerintah daerah masih belum memahami konsep dasar mengenai adaptasi perubahan iklim. Sehingga dalam penyusunan dokumen rencana tata ruang belum bersifat *climate informed*, atau menunjukkan bagaimana adaptasi perubahan iklim secara teknis diimplementasikan dalam masing-masing tahapan penyusunan rencana tata ruang.

Sementara itu, hasil tinjauan untuk dokumen RTRW Kota Semarang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Tinjauan Adaptasi Perubahan Iklim Dalam Dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Semarang

Jenis Muatan	Substansi terkait Perubahan Iklim
Pendahuluan	Tidak terdapat pendahuluan yang mencantumkan informasi iklim/ perubahan iklim.
Isu Pengembangan Wilayah	Tidak terdapat isu spesifik terkait perubahan iklim. Namun, terdapat isu fisik wilayah yang terkait dengan bencana akibat perubahan iklim.
Tujuan, Kebijakan, dan Strategi	Tidak ada kebijakan /strategi yang khusus menyebutkan mengenai kondisi iklim / perubahan iklim. Tetapi, terdapat strategi terkait penanganan bencana yang berhubungan dengan perubahan iklim.
Rencana Struktur Ruang	Terdapat infrastruktur penanganan bencana akibat perubahan iklim (sistem drainase perkotaan dan bandara, jalur evakuasi bencana).

Jenis Muatan	Substansi terkait Perubahan Iklim
Rencana Pola Ruang	Terdapat rencana kawasan lindung dan budi daya yang mempertimbangkan dampak bencana akibat perubahan iklim.
Rencana Kawasan Strategis	Kawasan strategis ekonomi mempertimbangkan adanya bahaya banjir rob.
Arahan Pemanfaatan Ruang	Terdapat program-program penanganan bencana akibat perubahan iklim (pembangunan sistem pengendalian banjir dan rob).
Arahan Pengendalian Pemanfaatan Ruang	Terdapat ketentuan peraturan zonasi yang mempertimbangkan bencana akibat perubahan iklim (untuk sistem drainase, kawasan resapan air, dsb)

Sumber: Analisis dari Materi Teknis RTRW Kota Semarang Tahun 2011-2031, 2022

Berdasarkan rangkuman dari Tabel 6, aspek perubahan iklim belum secara khusus menjadi perhatian dalam penyusunan muatan rencana RTRW Kota Semarang dan tidak disebutkan sebagai isu strategis. Meskipun demikian, ancaman bahaya banjir dan banjir rob telah menjadi pertimbangan penting dalam penyusunan rencana. Sama seperti di Provinsi Jawa Barat, upaya yang dilakukan pemerintah Kota Semarang masih dalam tahap *climate awareness*.

4 MENUJU TATA RUANG ADAPTIF TERHADAP PERUBAHAN IKLIM

Hasil temuan berdasarkan beberapa studi kasus di atas menunjukkan bahwa rencana tata ruang wilayah justru berpotensi meningkatkan risiko bahaya terkait iklim dan menyebabkan kerugian ekonomi yang lebih tinggi. Padahal McClure dan Baker (2013) serta Roggema (2009) telah memperingatkan bahwa menempatkan prioritas yang lebih tinggi pada pertumbuhan ekonomi dalam praktik perencanaan tata ruang dapat melemahkan upaya adaptasi perubahan iklim. Misalnya pada awal 1990-an, revisi rencana tata ruang telah memungkinkan konversi kawasan konservasi hutan mangrove menjadi kompleks perumahan mewah di pesisir utara Jakarta. Demikian pula Suroso (2001) menemukan bahwa konsorsium pengembang properti mampu mempengaruhi terjadinya revisi rencana tata ruang di pantai timur Surabaya yang juga mengubah kawasan konservasi hutan mangrove menjadi kawasan pemukiman perkotaan dan kawasan bisnis.

Salah satu pendekatan dalam perencanaan tata ruang yang fleksibel dalam mempertimbangkan berbagai kemungkinan dan perubahan lingkungan, termasuk perubahan iklim adalah *Adaptive spatial planning*, yang merupakan pendekatan inovatif dengan maksud untuk memenuhi atau mengakomodir tujuan sosial-ekonomi masyarakat serta untuk menghadapi ketidakpastian akibat perubahan iklim (van Buuren et al., 2013). Pendekatan tersebut merupakan bentuk reformasi dalam sistem

perencanaan tata ruang untuk merespon tantangan ekonomi, sosial dan lingkungan di tingkat nasional maupun lokal (Nadin et al., 2021)

Adaptive spatial planning dapat digunakan untuk melindungi ekosistem yang rentan terhadap dampak perubahan iklim (Mukherjee et al., 2021) melalui beberapa elemen kunci (van Buuren et al., 2013), antara lain:

- Kerangka hukum dengan prinsip kompensasi dan kehati-hatian dalam memastikan proses perencanaan yang tangguh iklim.
- Strategi tata kelola interaktif yang menggabungkan ketegasan dan fleksibilitas (ada norma baku tapi juga ada ruang intervensi pada kondisi tertentu) dalam proses perencanaan.
- Tanggung jawab dan instrumen keuangan dari publik maupun swasta dalam penataan ruang.

Apabila pendekatan penataan ruang yang adaptif tersebut diterapkan di wilayah pesisir dan laut, maka berbagai keanekaragaman hayati dan ekosistem seperti mangrove dapat tetap terjaga kelestariannya. Dalam penerapannya, terdapat pertimbangan terhadap perlindungan ekosistem di pesisir dan laut yang tidak memadai jika hanya dengan penerapan pendekatan *adaptive spatial planning*. Sehingga perlu dipadukan dengan pendekatan lain yang fokus pada perlindungan ekosistem. Mengingat ekosistem yang sehat dapat menyediakan berbagai layanan jasa ekosistem, termasuk sebagai penyangga terhadap dampak iklim dan juga untuk mendukung mata pencaharian penduduk (UNEP, 2019).

Salah satu pendekatan lain yang potensial adalah *Ecosystem-based Approach-EbA* (Pendekatan Berbasis Ekosistem) yang ditetapkan pada tahun 2008 oleh *International Union for Conservation of Nature* (IUCN). Lalu Konvensi PBB tentang Konferensi Keanekaragaman Hayati pada 2009 secara resmi mendefinisikan EbA sebagai penggunaan keanekaragaman hayati dan jasa ekosistem sebagai bagian dari strategi adaptasi secara holistik, termasuk pengelolaan berkelanjutan, konservasi, dan pemulihan ekosistem dalam menyediakan layanan yang membantu adaptasi perubahan iklim. EbA tidak hanya dapat mengurangi kerentanan namun dapat memberikan manfaat ekologis bagi kesejahteraan masyarakat.

EbA berusaha menggabungkan pendekatan keanekaragaman hayati dan konservasi ekosistem konvensional dengan pembangunan sosial-ekonomi yang berkelanjutan sebagai bagian dari strategi adaptasi perubahan iklim (FEBA, 2017). Menurut DEA & SANBI (2016), EbA di wilayah pesisir dapat difokuskan pada penanganan dampak banjir dan erosi pantai akibat perubahan iklim melalui pemulihan dan peningkatan jasa ekosistem serta dukungan terhadap mata pencaharian masyarakat pesisir.

Adaptasi perubahan iklim melalui pendekatan terpadu EbA memiliki tujuan akhir membangun ketahanan sistem sosio ekologis (SSE). Perencanaan tata ruang pada dasarnya telah didasarkan pada konsep pembangunan berkelanjutan, namun untuk menghadapi perubahan dinamis saat ini dan ketidakpastian di masa depan akibat tekanan

ekonomi global, diperlukan rencana tata ruang yang tangguh dalam menghadapi tantangan tersebut. Melalui kerangka SSE, interaksi dinamis antara komponen ekologi dan sosial dalam dinamika tata ruang suatu wilayah dapat diidentifikasi untuk mengetahui akar permasalahan yang terjadi sekaligus untuk merumuskan strategi yang tepat berdasarkan persoalan tersebut (Suroso dan Kombaitan, 2018).

SSE memberikan panduan mengenai cara menilai dimensi sosial dan ekologi yang berkontribusi pada penggunaan dan pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan. Leslie et al. (2015) menyoroti pentingnya analisis sistem yang terintegrasi melalui SSE dalam perencanaan tata ruang dan strategi berbasis ekosistem lainnya. Strategi adaptasi konvensional seperti membangun tanggul laut atau bendungan di wilayah pesisir pada kenyataannya tidak selalu efektif dalam mengurangi kerentanan terhadap dampak perubahan iklim. Hal ini dikarenakan adaptasi tersebut hanya memodifikasi tatanan sosial atau sistem ekologi untuk mengakomodasi perubahan namun tidak mengubah karakteristik fundamental sistem sosial ekologi sehingga kerentanan semakin meningkat di masa depan (Fedele et al., 2019).

Oleh karena itu diperlukan adaptasi transformatif yang mengacu pada perubahan-perubahan fundamental terhadap seluruh sistem sosial-ekologi yang bertujuan untuk mengatasi akar penyebab kerentanan terhadap perubahan iklim (O'Brien, 2012; Olsson et al., 2014). Melalui SSE, integrasi strategi adaptasi perubahan iklim dalam perencanaan tata ruang

di wilayah pesisir dan laut dapat dirumuskan secara komprehensif berdasar akar masalah dan kolaborasi lintas skala dalam sistem sosial ekologi (Future Earth, 2015; Kates et al., 2012).

5 PENUTUP

Perencanaan tata ruang dapat memfasilitasi adaptasi dengan mengarahkan pola pemanfaatan ruang dan infrastruktur di masa mendatang menjauhi zona paparan bahaya perubahan iklim. Namun demikian, perencanaan penggunaan lahan yang tidak memadai justru akan meningkatkan paparan terhadap bencana akibat perubahan iklim dan menyebabkan kerugian yang lebih besar. Untuk menghasilkan RTRW yang adaptif terhadap perubahan iklim, terdapat tantangan dari sisi tata kelola, *science basis* dan teknologi.

Dari sisi *governance*, konflik kepentingan seringkali menempatkan prioritas yang lebih tinggi pada pertumbuhan ekonomi, hal ini dapat melemahkan upaya integrasi adaptasi perubahan iklim ke perencanaan tata ruang. Penulis mendapatkan temuan bahwa suatu konsorsium pengembang properti mampu mempengaruhi revisi rencana tata ruang agar sesuai dengan kepentingan mereka. Tantangan lainnya adalah isu perubahan iklim belum dianggap strategis sehingga secara teknis belum terintegrasi dengan muatan rencana. Tingkatan pemahaman para perencana terhadap isu perubahan iklim masih pada level *climate awareness*, sehingga dalam penyusunan rencana tata ruang belum sampai

tingkatan *climate informed* yaitu secara teknis adaptasi perubahan iklim dapat diintegrasikan ke dalam keseluruhan tahapan penyusunan rencana tata ruang. Sedangkan dari sisi *science basis*, penyediaan data iklim baik atmosfer dan laut dirasa masih kurang, baik untuk kondisi *baseline* maupun proyeksi. Dari sisi teknologi, sejumlah praktik penerapan teknologi *hard protection* justru berpotensi menimbulkan maladaptasi. Pengembangan tata kelola, *science basis* dan teknologi adaptasi di wilayah pesisir dan laut harus terus dilakukan oleh ITB.

Dari sisi pengembangan ilmu Perencanaan Wilayah dan Kota (PWK) serta ilmu dan teknologi kemaritiman, keberadaan Program Studi PWK dan Program Studi Oseanografi serta *Marine Technology Cooperation Research Center* di Kampus ITB Cirebon, memberikan peluang besar untuk menjawab tantangan integrasi adaptasi perubahan iklim ke perencanaan tata ruang tersebut. Semoga tulisan ini dapat memberikan wawasan, inspirasi dan pengayaan substantif bagi pengembangan ilmu perencanaan tata ruang khususnya di wilayah pesisir dan laut ke depan.

6 UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama saya memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan karunia-Nya hingga saat ini. Pada hari yang berbahagia ini, perkenankan saya menyampaikan terimakasih kepada yang terhormat Rektor dan Pimpinan ITB, Pimpinan dan seluruh Anggota Forum Guru Besar ITB, atas kesempatan yang diberikan kepada saya

untuk menyampaikan orasi ilmiah di hadapan para hadirin sekalian pada forum yang terhormat ini.

Pada kesempatan ini saya juga mengucapkan apresiasi dan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada: Dekan SAPPK-ITB, Dr. Sri Maryati, S.T., MIP.; Dekan periode sebelumnya Prof. Widjaja Martokusumo dan Dr. Deny Zulkaidi. Para perekomendasi: Prof. Tommy Firman; Prof. Benedictus Kombaitan; Prof. Deny Juanda Puradimaja - FITB ITB; Prof. Handoko - IPB; Prof. Karsten Neuhoff - TU Berlin; Prof. James Davie - *The University of the Sunshine Coast, Queensland*; serta Prof. Manabu Kanda - Tokyo IT. Para Guru Besar SAPPK dan dosen senior PWK: Almarhum Prof. R. Akbar, Prof. A. Rosyidie, Prof. H. Winarso, Prof. Pradono, Prof. I. Sudradjat, Prof. S. Triyadi, Prof. Yogi, Prof. H. Hanan, Dr. H. Purboyo, A. Oetomo M.PL., Dr. B. Naipospos, Dr. I. Syabri, Dr. H. Rahayu, dan Dr. I. Kustiwan..

Ucapan terimakasih saya juga atas kerjasama dan dukungan dari para anggota KK PWD: Dr. D. Sawitri, Almarhum Dr. H. Prabatmojo, Tb. Furqon Ph.D., T. Armianti Ph.D., Dr. W. Salim, Prof D. Hudalah, Saut Sagala Ph.D., Rintakasari V. , MT. Dr. H. Nurtjahjo, Dr. Adiwana Aritenang, Dr. Fikri Zul Fahmi, Y. Nurhayati MT, U. Faoziyah MT, A. Murwindarti MSc, seluruh Staf Dosen dan Tenaga Kependidikan di SAPPK-ITB, Pak Siman, serta seluruh mahasiswa S1, S2 dan S3 yang telah berkontribusi pada capaian akademik ini.

Terimakasih yang sebesar-besarnya juga saya sampaikan kepada

Bapak Dr. Aca Sugandhy dan Bapak Arie Djoekardi MA, rekan-rekan PPI ITB: Prof. Safwan, Dr. A. Supangat, Dr. Tri Wahyu, Dr. Hamzah, Dr. Ibnu, Bapak Fitriyanto MSc, Yonatan, Retno, Tio, Fitriawati, Novi, Aliyah, Sita, Mulia, Sena dan Eri atas dukungan dan kerjasamanya selama ini. Ucapan terimakasih setinggi-tingginya pada mitra kolaborasi antara lain: Bappenas, Kementerian LHK, Kementerian ATR, Kementerian PUPR, Kementerian KP, BMUB dan GIZ Germany, DFID-UK, JICA, , AUSAID, USAID, Mercy Corps, YKAN, ADB, dan World Bank atas kerja sama dan dukungan pendanaan riset.

Ucapan terima kasih juga kepada rekan-rekan sejawat saya alumni ITB 81 dan GEA 81, alumni SMAN 3 Malang Tahun 1981, alumni SMPN 3 Malang Tahun 1977, alumni SDK Dionysius I Malang Tahun 1974, Kalam Salman ITB dan alumni Rumah B Charade ITB.

Rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada para keluarga tercinta: Almarhum Ayahanda Muhammad Rawi, Almarhum Ayahanda Subardini, Almarhumah Ibunda Tien Sumartinah, Almarhum Ayahanda mertua Soemanto S.K., Ibunda mertua Sriyati, istri saya Kristiwi Natalina SPsi, dan anak-anak saya, Muhammad Fajaruddin SH, Muhammad Suryo ST MT, Avicennia Azzahra ST MSi, menantu Ade Pratiwi SE dan cucu saya Aruna atas doa dan dukungannya selama ini.

Akhir kata, saya juga mengucapkan terimakasih kepada seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu atas semua bantuan, perhatian dan kerjasamanya dalam pencapaian akademik ini.

7 DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E., Takama, T., Ulfa, A.M., Setyani, P., Okta, R., Mamenunl, (2012). Vulnerability of paddy and maize to climate variability in Indonesia and vulnerability map of paddy to climate change in Bali. In: The First International Workshop of Climatic Changes and Their Effects on Agriculture in Asian Monsoon Region, 3-4 March 2012, Bangkok, Thailand.
- BAKAMLA (Badan Keamanan Laut) (2015) Data kejadian kecelakaan akibat cuaca buruk. diakses melalui <https://www.bakamla.go.id/>
- Bappenas (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional). (2010). Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap (ICCSR) - Scientific Basis: Analysis and Projection of Sea Level Rise and Extreme Weather Event. Jakarta Pusat: Bappenas.
- Bappenas. (2018). Review Rencana Aksi Nasional Adaptasi Perubahan Iklim: Kajian Hazard, Jakarta Pusat: Bappenas.
- Burton, I., Huq, S., Lim, B., Pilifosova, O., & Schipper, E. L. (2002). From impacts assessment to adaptation priorities: the shaping of adaptation policy. *Climate policy*, 2(2-3), 145-159.
- Cai, W., Borlace, S., Lengaigne, M., van Rensch, P., Collins, M., Vecchi, G., et al. (2014). Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming. *Nat. Clim. Change* 111-116.
- Carter, J.G., and Sherriff, G. (2011). Spatial planning for climate change adaptation: identifying cross cutting barriers and solutions. In: Centre

for Urban and Regional Ecology. University of Manchester.

Davidse, B. J., Othengrafen, M., & Deppisch, S. (2015). Spatial planning practices of adapting to climate change. *European Journal of Spatial Development*, 13(2), 21-21.

DEA (Department of Environmental Affairs) & SANBI (South African National Biodiversity Institute), Strategic Framework and Overarching Implementation Plan for Ecosystem-Based Adaptation (EbA) in South Africa: 2016-2021. Department of Environmental Affairs Pretoria, South Africa

Deltares. (2019). Risk Assessment North Coast Java

Diposaptono, S., Budiman, & Agung, F. (2009). Menyiasati perubahan iklim di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil. Penerbit Buku Ilmiah Populer.

Doney SC, Ruckelshaus M, Duffy JE, Barry JP, Chan F, English CA, Galindo HM, Grebmeier JM, Hollowed AB, Knowlton N, Polovina J, Rabalais NN, Sydeman WJ, Talley LD. (2012). Climate change impacts on marine ecosystems. *The Annual Review of Marine Science* (4)11-37.

FEBA. (2017). Making ecosystem-based adaptation effective. A framework for defining qualification criteria and quality standards. FEBA Technical Paper for UNFCCC SBSTA 46; Midgley, G.F., Marais, S., Barnett, M. and Wågsæther, K. (2012) Biodiversity, Climate Change and Sustainable Development - Harnessing Synergies and Celebrating Successes. The World Bank, Cape Town

- Fedele, G., Donatti, C. I., Harvey, C. A., Hannah, L., Hole, D. G. (2019). Transformative adaptation to climate change for sustainable socio ecological systems. *Environmental Science and Policy*, Vol. 101, p. 116-125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.07.001>.
- Future Earth. (2015). *Transformations Towards Sustainability*. pp. 8-10.
- Galderisi, A., and Menoni, S. (2015). Improving the Role of Land Use Planning for Reducing Existing and Future Risks. UNISDR.
- Hadi, S. (2018). Laporan Akhir Kajian Hazard Sektor Kelautan.
- Hurlimann, A.C., and March, A.P., (2012). The role of spatial planning in adapting to climate change. *WIREs Climate Change* 477-488. <http://dx.doi.org/10.1002/wcc.183>
- ITB-JICA. (2015). The Study of Integrating Climate Change Adaptation with Spatial Planning Policies (Phase 1): Assessment of Climate Risk from Spatial Planning Respective in Selected Study Sites. Ministry of Public Works, Jakarta.
- ITB-KLH-GIZ. (2012). Climate Change Risk and Adaptation Assessment. Synthesis Report.
- ITB-YKAN. (2020). Kajian Kerentanan di Area Pesisir Indonesia Studi Kasus : Pesisir Kota Semarang. Final Report INDO YTNC Coastal and Climate Resilience; INDO Coastal Wetland Project.
- IPCC. (1990). Climate Change: The IPCC Impacts Assessment. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of

the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) [W.J. McG. Tegart, G.W. Sheldon and D.C. Griffiths (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPPC. (2007). Climate Change 2007-The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge.

IPCC. (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the IPCC. IPCC, Geneva, Switzerland 151 pp.

IPCC. (2019). IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA

IPCC. (2021). Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

IPCC. (2022). Summary for Policymakers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S.

Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem (eds.)). In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.

Kates, R.W., Travis, W.R., Wilbanks, T.J. (2012). Transformational adaptation when incremental adaptations to climate change are insufficient. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 109, 7156-7161.

KLHK (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan). (2017). Third National Communication: Under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Jakarta Pusat: KLHK.

KNKT (2016) Investigasi Report. diakses melalui http://knkt.dephub.go.id/webknkt/investigasi_report.php?id=31

Kumar, P., & Geneletti, D. (2015). How are climate change concerns addressed by spatial plans? An evaluation framework, and an application to Indian cities. *Land use policy*, 42, 210-226.

Leslie, H. M., Basurto, X., Nenadovic, M., Aburto-Oropeza, O. (2015). Operationalizing the social-ecological systems framework to assess sustainability. *PNAS*. Vol.112, No.19. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.1414640112>

- Lincoln, S. (2017). Impacts of climate change on society in the coastal and marine environments of caribbean small island developing states (SIDS). Caribbean Marine Climate Change Report Card: Science Review, 2017, 115-123.
- Mallette, A., Smith, T. F., Elrick-Barr, C., Blythe, J., & Plummer, R. (2021). Understanding Preferences for Coastal Climate Change Adaptation: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 13(15), 8594.
- McClure, L., and Baker, D. (2013). Doing adaptation differently? Does neoliberalism influence adaptation planning in Queensland? In: Ruming, Kirstian, Randolph, Bill, Gurran, Nicole (Eds.), *State of Australian Cities Conference 2013: Refereed Proceedings*, State of Australian Cities Research Network. Shangri-La Hotel, Sydney, NSW.
- Mukherjee, T., Sharma, L. K., Kumar, V., Sharief, A., Dutta, R., Kumar, M., Joshi, B.D... & Chandra, K. (2021). Adaptive spatial planning of protected area network for conserving the Himalayan brown bear. *Science of the Total Environment*, 754, 142416.
- Nadin, V., Stead, D., Dabrowski, M., & Fernandez-Maldonado, A. M. (2021). Integrated, adaptive and participatory spatial planning: trends across Europe. *Regional Studies*, 55(5), 791-803.
- O'Brien, K. (2012). Global environmental change II: from adaptation to deliberate transformation. *Prog. Hum. Geogr.* 36, 667-676.
- Olsson, P., Galaz, V., Boonstra, W.J. (2014). Sustainability transformations: a resilience perspective. *Ecol. Soc.* 19, art1.

- Roggema, R. (2009). *Adaptation to Climate Change: a Spatial Challenge*. Springer Publisher
- Rudianto, E., & Seftiariski, R. (2022). *The Impacts of Climate Change to Marine and Fisheries Sector and Its Relevances to United Nation of Convention of Law of the Sea (UNCLOS) Arrangements*.
- Schneller, Krisztián; Visy, Erzsébet Vajdovich; and Vaszócsik, Vilja. (2016). *Enhancement of the Role of Spatial Planning in Climate Change Adaptation by Long Term Modelling of Land Use Change in Hungary*. *Proceedings of the Fábos Conference on Landscape and Greenway Planning*: Vol. 5 : Iss. 2 , Article 17.
- Solihuddin, T., Husrin, S., Salim, H. L., Kepel, T. L., Mustikasari, E., Heriati, A., Ati, R.N.A., Purbasari, D., Mbay, L.O.N, Indriasari, V.Y. & Berliana, B. (2021). *Coastal erosion on the north coast of Java: adaptation strategies and coastal management*. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 777, No. 1, p. 012035). IOP Publishing.
- Suroso, D.S.A. (2001). *Spatial Planning and Environmental Assessment in Indonesia: a Case Study of the Strategic Environmental Assessment of the Surabaya Spatial Plan*. The University of Queensland.
- Suroso, D.S.A. (2016). "Framework of Climate Change Risk Assessment : Overview Climate Change Risk Assessment in Indonesia", Invited Speech Capacity Building Workshop for Regional Consortium on Climate Projection and Data Facility, ADB-CSIRO.

- Suroso, D.S.A. (2019). "Marine Spatial Planning Berbasis Ekosistem Pendekatan Saintifik Iklim Laut dalam Menjawab Tantangan Ketidakpastian dan Kerentanan Akibat Perubahan Iklim". Paper presented at National Seminar on Maritime Sector: Development of Maritime Science and Technology for Sustainable Development, Surabaya, February 23rd 2019
- Suroso, D. S. A., & Firman, T. (2018). The role of spatial planning in reducing exposure towards impacts of global sea level rise case study: Northern coast of Java, Indonesia. *Ocean & Coastal Management* (Volume. 153, Pages 84-97).
- Suroso, D. S. A., & Kombaitan, B. (2018). Social-ecological resilience for the spatial planning process using a system dynamics model: case study of Northern Bandung area, Indonesia. *International Journal of Sustainable Society*, 10(1), 42-61.
- Suroso, D. S. A., Hadi, T. W., Latief, H., & Riawan, E. (2016). Pola kerentanan pesisir Indonesia terhadap dampak perubahan iklim sebagai basis perencanaan adaptasi. *Tataloka*, 13(2), 108-118.
- Suroso, D.S.A., Latief, H. & Kombaitan B. (2013). "Planning Response on the Impacts of Climate Change in the Small Island of Tarakan, East Kalimantan". Paper presented at International Conference 2013: Planning in the Era of University, Universitas Brawijaya, Malang, March 4-5, 2013
- Suroso, D.S.A., Fitriyanto, M.S., dan Sudaryanto. (2019). *Kajian Risiko dan*

Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Perikanan Tangkap di Perairan Selatan Pulau Jawa, dalam Bunga Rampai Implementasi Mitigasi Bencana di Indonesia. Bandung: ITB Press. hlm. 13-20, ISBN 978-623-7165-69-9

Susmoro, H., Trismadi, dan Suhendro. (2019). Dewan Hidrografi Indonesia (DHI) sebagai Wadah Pembinaan Surveyor Hidrografi di Indonesia. Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI AL, Editor: Amril, ISBN:978-623-91688-1-0.

Tangang, F., Talib, M., Juneng, L. (2010). The Roles of Climate Variability and Climate Change on Smoke Haze Occurrences in Southeast Asia Region. pp. 36-49.

Timmermann, A., Latif, M., Bacher, A., Oberhuber, J., Roeckner, E. (1999). Increased El-Niño frequency in a climate model forced by future greenhouse warming. *Nature* 398, 694-696.

UNEP (United Nations Environment Programme). (2019). Making EbA an effective part of balanced adaptation strategies: introducing the UN Environment EbA briefing notes. UN Environment Guide to Ecosystem-based Adaptation in Projects and Programmes. Nairobi: UN Environment Programme.

van Buuren, A., Driessen, P. P. J., van Rijswijk, M., Rietveld, P., Salet, W., Spit, T., & Teisman, G. (2013). Towards adaptive spatial planning for climate change: balancing between robustness and flexibility. *Journal for European Environmental & Planning Law*, 10(1), 29-53.

Wilson, E., & Piper, J. (2010). *Spatial Planning and Climate Change*.
Routledge, New York.

YKAN. (2021). *Kajian Risiko Bencana terhadap Terumbu Karang dan
Komunitas Pesisir*.

CURRICULUM VITAE



Name : **Prof. Ir. DJOKO SANTOSO**
ABI SUROSO, Ph.D.

Employee ID : 19620614 198903 1 013 /
0014066208

Place/Date of Birth : Malang, 14 June 1962

Expert Group : Regional and Rural Planning

Office Address : Ganesha st. 10 Bandung

Email : dsuroso@pl.itb.ac.id

I. EDUCATION

No.	Level	University	Graduation	Bidang
1.	Sarjana (Ir.)	Institut Teknologi Bandung	1988	Teknik Geologi
2.	Post Graduate in Planning	University of Queensland	1996	Geographical Sciences and Planning
3.	Doctor of Philosophy (Ph.D.)	University of Queensland	2000	Geographical Sciences and Planning

II. JOB POSITION EXPERIENCE AT ITB

- Lecturer of Urban and Regional Planning Program - ITB, 2008 - Present
- Head of Climate Change Center of ITB, 2014 - Present
- Head of Regional and Rural Planning Expert Group - SAPPD ITB, 2019 - Present

III. HISTORY OF FUNCTIONAL POSITION

- Assistant Professor, 1-06-2010
- Associate Professor, 1-08-2014
- Professor, 1-12-2019

IV. RESEARCH EXPERIENCE

No.	Year	Source of Fund	Title
1.	2019 - 2023	Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) - Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) Berlin, Jerman	Strengthen National Climate Policy Implementation: Comparative Empirical Learning & Creating Linkage to Climate Finance (SNAPFI)
2.	2021-2024	MRC United Kingdom	Factors Affecting Childhood Exposures to Urban Particulates
3.	2022	Japan International Cooperation Agency (JICA)	Formulation of guidelines on "Mainstreaming Climate Change Adaptation into the Spatial Plan".
4.	2022	Yayasan Konservasi Alam Nusantara (YKAN	Vulnerability Assessment in Indonesia's Coastal Areas. Case Studies: Bird's Head Seascape, West Papua
5.	2019 - 2021	International Research Project led by University of Duisburg-Essen, UDE; Joint Centre Urban Systems, JUS; Centre for Logistics and Traffic, ZLV, Duisburg, Germany,	Integrated Regional Climate Lab North Jakarta and Port - Jac Lab

No.	Year	Source of Fund	Title
		supported by German Ministry of Education and Research, BMBF	
6.	2021	Ministry of Environment, Japan (MOEJ)	Climate Change Impact Assessment Support for Mainstreaming Local Adaptation in Indonesia
7.	2021	Japan International Cooperation Agency (JICA)	Revision on Guideline of Mainstreaming CCA Into Spatial Plan
8.			Quick Study on Data and Information Provision Mapping
9.	2020	Japan International Cooperation Agency (JICA)	Quick Study on Guideline of Mainstreaming Climate Change Adaptation (CCA) Into Spatial Planning
10.	2019	The Nature Conservancy/Yayasan Konservasi Alam Nusantara	Vulnerability Assessment of Indonesia Coastal Areas: Case Studies of Semarang City and Berau Regency of East Kalimantan Province
11.	2019	Regional Development Planning Agency of West Java Province	RAD-API (Climate Change Adaptation Regional Action Plan) West Java Province
12.	2019	Environmental Agency of West Java Province	KRAPI Study (Climate Change Risk and Adaptation Assessment) West Java Province
13.	2018	Ministry of Public Works and Housing; World Bank	Integrated Water Resource Assessment Towards Planning of Regional Water Supply in Indonesia
14.	2018	Japan International Cooperation Agency	Climate Resilience Index Development Study to Support

No.	Year	Source of Fund	Title
		(JICA)	Review of the National Action Plan of Climate Change Adaptation - RAN API
15.	2017 - 2018	National Development Planning Agency; APIK-USAID	Climate Change Hazard Assessment to Support RAN API Review
16.	2017	National Development Planning Agency; Ministry of Environment Japan	Management of Climate Change Adaptation Assessment Data to Support RAN API Review
17.	2017	UNDP Timor Leste, CAD Barcelona Spain	Extensive Coastal Vulnerability Assessment and Develop an Integrated Coastal Management and Adaptation Strategic Plan for Timor-Leste
18.	2016 - 2017	National Development Planning Agency; ICCTF-USAID	Adaptation of Capture Fisheries to Climate Change and Variability in the Southern Coast of Java Island Based on Risk Assessment
19.	2015 - 2016	CAD Barcelona Spain; World Bank; Surabaya City Government	Development of a Green Growth Plan for Surabaya, Indonesia (SUEEP) - Inclusive Green Growth for EAP Cities
20.	2015 - 2016	CSIRO Australia; Asian Development Bank	Regional Climate Projections Consortium and Data Facility in Asia and the Pacific
21.	2014 - 2015	Japan International Cooperation Agency (JICA)	Study on Integration of Climate Change Adaptation in Spatial Planning Policy in Indonesia
22.	2014 - 2015	Asian Cities Climate Change Resilience	Health Vulnerability Assessment to Climate Change

No.	Year	Source of Fund	Title
		Network, ACCCRN Program (Mercy Corps Indonesia); Health Agency of Semarang City	
23.	2012 - 2013	National Development Planning Agency; ADB	Drafting of RAN-API (National Action Plan - Climate Change Adaptation)
24.	2010 - 2012	Ministry of Environment and Forestry; GIZ; AUSAID	Study and Preparation of Guidelines for Risk Assessment and Climate Change Adaptation
25.	2010	DNPI; British Council	Adaptation Science and Policy Study
26.	2009 - 2010	National Development Planning Agency; GTZ	Indonesian Climate Change Sectoral Roadmap (ICCSR) for Science Basis, Adaptation, and Mitigation

V. PUBLICATION (LAST 5 YEARS)

- **Suroso, D.S.A.,** Setiawan, B., Pradono, P., Iskandar, Z. S., & Hastari, M. A. (2022). Revisiting the role of international climate finance (ICF) towards achieving the nationally determined contribution (NDC) target: A case study of the Indonesian energy sector. *Environmental Science & Policy*, 131, 188-195.
- **Suroso, D.S.A,** Akbar, R., Tjokropandojo D.S., dan Sofhani T.F. (2022). An Integrated Model for Managing Land Contaminated with Mercury due to Small-Scale Gold Mining in Lebak Regency, from the Perspective of Regional Development. *Journal of Regional and City Planning*, Vol. 32 No. 1, page. 126-142

- Sagala, S. A. H., **Suroso, D.S.A.**, Puspitasari, N., Suroso, A. A., & Rizqika, K. A. (2021). Knowledge and implementation gaps in disaster risk reduction and spatial planning: Palu City, Indonesia. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*.
- Afriyanie, D., Julian, M. M., Riqqi, A., Akbar, R., **Suroso, D.S.A.**, & Kustiwan, I. (2020). Re-framing urban green spaces planning for flood protection through socio-ecological resilience in Bandung City, Indonesia. *Cities*, 101, 102710.
- **Suroso, D.S.A.**, MS. Fitriyanto, dan Sudaryanto, "Kajian Risiko dan Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Perikanan Tangkap di Perairan Selatan Pulau Jawa", dalam *Bunga Rampai Implementasi Mitigasi Bencana di Indonesia*, ITB Press, 2019, hlm. 13-20, ISBN 978-623-7165-69-9
- **Suroso, D.S.A.** (2019). "Marine Spatial Planning Berbasis Ekosistem Pendekatan Saintifik Iklim Laut dalam Menjawab Tantangan Ketidakpastian dan Kerentanan Akibat Perubahan Iklim". Paper presented at National Seminar on Maritime Sector: Development of Maritime Science and Technology for Sustainable Development, Surabaya, February 23rd 2019
- Sutrisno, A. R., & **Suroso, D.S.A.** 2018. Kajian Kapasitas Rumah Tangga Terhadap Bencana Kabut Asap Di Kelurahan Bansir Darat, Kota Pontianak. *Tataloka*, 20(3), 250-265.
- **Suroso, D.S.A.**, Firman T., 2018. "The Role of Spatial Planning in

Reducing Exposure towards Impacts of Global Sea Level of Rise, Case Study: Northern Coast of Java, Indonesia" *Journal Ocean and Coastal Management*, 153 (2018) 84-97, ISSN 0964-5691. Elsevier Ltd.

- **Suroso, D.S.A.,** Kombaitan B. 2018. "Socio-Ecological Resilience for Spatial Planning Process Using System Dynamics Model: Case Study of North Bandung Area, Indonesia" *International Journal of Sustainable Society (IJSSOC)*, Vol. 10, No.1 (2018), ISSN e-1756-2546; ISSN p-1756-2538
- **Suroso, D.S.A.,** Saut A. Sagala, Husnul A. Alberdi, and Yasmina Wulandari, "Does Social Protection on Education increase the Capacity of community in facing Disaster?", *Proceedings of the 4th Planocosmo International Conference*, ITB, Indonesia, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 158 (2018) 012036
- **Suroso, D.S.A.,** "Muatan Aspek Kebencanaan PP No. 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional", *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Riset Kebencanaan ke-3*, Ikatan Ahli Kebencanaan Indonesia, Bandung, ISBN 978-602-74604-1-6
- Fitriawati., & **Suroso, D.S.A.** 2017. "Identification of Fishermen Household's Adaptive Capacity in Responding to Climate Change Impact, a case Study of Muncar District, Banyuwangi Regency, Indonesia". *The Indonesian Journal of Planning and Development (IJDP)*, Vol. 2 No. 1, pp-19-26; P-ISSN 2087-9733; E-ISSN 2442-983X

- Puspitasari, N., **Suroso, D.S.A.**, Sagala, SAN. 2017. "Identifying Mainstreaming Climate Change Adaptation Efforts for Children into the West Java Development Planning" The Indonesian Journal of Planning and Development (IJDP), Volume 2, No. pp. 62-73 P-ISSN 2087-9733; E-ISSN 2442-983X
- Hasyimi, V., **Suroso, D.S.A.**, 2017. "Urban Green Space Development Strategy-Reconverting Gas Station to Public Parks in the City of Surabaya, Indonesia" Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology (JGEET), Vol. 2 No. 2 (2017), P-ISSN 253-216X; E-ISSN 2541-5794
- **Suroso, D.S.A.** (2016). "Framework of Climate Change Risk Assessment : Overview Climate Change Risk Assessment in Indonesia", Invited Speech Capacity Building Workshop for Regional Consortium on Climate Projection and Data Facility, ADB-CSIRO.

VII. AWARD

No.	Award	Appreciator
1.	Winner of Paper Writing Competition with the Theme of Regional Regulation in Achieving Regional Autonomy Goals - 2006	World Bank
2.	Dosen ITB Berkinerja Sangat Baik - Semester II Year 2011/2012; ITB Chancellor's Decree	ITB
3.	Satya Lancana XX - 2013	Indonesian Government
4.	Satya Lancana Karya Satya XXX - 2020	Indonesian Government



Forum Guru Besar Institut Teknologi Bandung

Jalan Dipati Ukur No. 4, Bandung 40132

Telp. (022) 2512532, E-mail: sekretariat-fgb@pusat.itb.ac.id

 fgb.itb.ac.id

 [FgbItb](https://www.facebook.com/FgbItb)

 [FGB_ITB](https://twitter.com/FGB_ITB)

 [@fgbitb_1920](https://www.instagram.com/fgbitb_1920)

 [Forum Guru Besar ITB](https://www.youtube.com/ForumGuruBesarITB)

