MEWUJUDKAN KOTA TANGGUH DAN BERKETAHANAN MELALUI PENINGKATAN KUALITAS TATA RUANG

TIM PENGARAH

DR. Ir. Budi S. Situmorang, MURP
DR. Ir. Doni Janarto Widiantono, M.Eng.Sc

TIM TEKNIS

Budi Santosa, ST, MT.
Yohanes Fajar Setyo Wibowo, ST., MT.
Agus Warsono, S.ST., MT.
Mirwansyah Prawiranegara, ST., M.Sc
Sarmaulie Pangaribuan, ST., M.Si
Angga Ardiyansyah, SP.
Dwi Yudho Sasongko, ST.
Fitria Sawitri, S.Si, MMT
Rizki Kirana, ST., M.Sc.
Desy Puspita, S.Si
Hendrick Mayzonny, ST., MT.

TIM PENYUSUN

Maria Christina Endarwati, ST., MIUEM
Annissa Hamidah Imaduddina, ST., M.Sc
Widiyanto Hari Subagyo Widodo, ST., M.Sc
Lulu Mari Fitria, ST., M.Sc
Rizki Adriadi Giffari, ST

DESAIN GRAFIS

Garrin A. Nanditho

DICETAK DI INDONESIA, PENERBIT:

Direktorat Jenderal Tata Ruang
Kementerian Agraria dan Tata Ruang/
Badan Pertanahan Nasional

INDEKS:

ISBN 978-602-74222-4-7

KATA PENGANTAR

Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 tentang penataan ruang menegaskan bahwa penataan ruang yang berbasis mitigasi bencana diperlukan sebagai upaya meningkatkan keselamatan dan kenyamanan kehidupan dan penghidupan. Untuk semakin memantapkan peran dan fungsi penataan ruang dalam pengurangan resiko bencana akibat perubahan iklim, maka diperlukan adanya kebijakan dan strategi mitigasi dan adaptasi perubahan iklim bidang penataan ruang yang adaptif dan responsif.

Berdasarkan hasil analisis awal, terdapat 7 (tujuh) kota di Indonesia yang termasuk dalam 136 (seratus tiga puluh enam) lokasi prioritas Pengurangan Risiko Bencana (PRB) di Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJMN) 2015-2019, dan sekaligus termasuk dalam kategori 50 (lima puluh) wilayah ter-rentan perubahan iklim dalam Rencana Aksi Nasional – Adaptasi Perubahan Iklim (RAN-API) 2014. Kota tersebut adalah: Kota Bandung, Surabaya, Bogor, Depok, Tangerang, Malang, dan Balikpapan. Tujuh kota ini dapat dipertimbangkan sebagai kota-kota prioritas di Indonesia untuk didorong menjadi kota tangguh bencana dan berketahanan perubahan iklim (*Resilient City*).

Di Tahun Anggaran 2016 Direktorat Jenderal Tata Ruang cq. Direktorat Penataan Kawasan melakukan Kegiatan Peningkatan Kualitas Tata Ruang untuk Mewujudkan Kota Tangguh Bencana dan Berketahanan Perubahan Iklim, yang dimulai dengan menilai tingkat ketangguhanan bencana dan ketahanan perubahan iklim pada kota-kota prioritas tersebut. Hasil penilaian yang dilakukan akan menjadi salah satu dasar dalam penyusunan dan/atau penyempurnaan rencana aksi (*action plan*) untuk mewujudkan *Resilient City*, yang selanjutnya perlu diintegrasikan ke dalam rencana tata ruang wilayah kota. Buku ini merupakan buku kedua dari serangkaian buku yang menjelaskan metode yang digunakan, mulai dari penyusunan peta kawasan rawan bencana, perumusan program terkait

pengurangan risiko bencana dan adaptasi perubahan iklim serta pengintegrasian program ke dalam tata ruang.

Diharapkan buku ini dapat menjadi salah satu referensi untuk mengintegrasikan program yang bersifat sektoral ke dalam tata ruang. Sehingga mampu meningkatkan kualitas tata ruang guna menuju ketangguhan kota.

Jakarta, Desember 2016

Tim Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

Indonesia adalah negara yang rawan terhadap bencana alam seperti banjir, kekeringan, badai, tanah longsor, letusan gunung berapi, dan kebakaran lahan dan hutan. Indonesia telah mengalami bencana terkait iklim yang lebih sering dan parah dalam beberapa tahun terakhir. Bencana banjir dan angin kencang mencakup sekitar 70% dari total bencana dan sisanya 30% terkait dengan kekeringan, tanah longsor, kebakaran hutan, gelombang panas, badai, rob, dan lain lain. Dalam periode 2003-2005 saja, ada sekitar 1.429 kejadian bencana di Indonesia. Sekitar 53,3 persennya terkait bencana hidro-meteorologi (BAPPENAS dan Bakornas PB, 2006).

Urbanisasi telah meningkatkan populasi penduduk di kawasan perkotaan yakni sebesar 60% populasi penduduk tinggal di kawasan perkotaan dan 40% di kawasan perdesaan. Kota merupakan pusat dari kegiatan ekonomi, infrastruktur, transportasi dan pusat aktivitas berbagai macam kegiatan penduduk. Aktivitas kegiatan di kawasan perkotaan ini telah meningkatkan bahaya akan perubahan iklim yakni dengan adanya peningkatan gas rumah kaca yang dapat meningkatkan intensitas dan frekuensi dari kejadian bencana. Selain itu, kegiatan di kawasan kota juga menjadikan kota rentan terhadap bencana terutama bencana akibat perubahan iklim. Studi awal terkait kerentanan kota terhadap bencana perubahan iklim telah tercantum dalam Rencana Aksi Nasional – Adaptasi Perubahan Iklim (RAN API) 2014. Berdasarkan hasil analisis awal, terdapat 7 (tujuh) kota di Indonesia yang termasuk dalam 136 lokasi prioritas Pengurangan Risiko Bencana (PRB) di Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJMN) 2015-2019, dan sekaligus termasuk dalam kategori 50 wilayah terentan perubahan iklim dalam RAN-API 2014. Kota tersebut adalah: Kota Bandung, Surabaya, Bogor, Depok, Tangerang, Malang, dan Balikpapan. Maka tujuh kota ini dapat dipertimbangkan sebagai kota-kota prioritas di Indonesia untuk didorong menjadi kota tangguh bencana dan

berketahanan perubahan iklim (*Resilient City*). Kota tangguh adalah kota yang memiliki kemampuan beradaptasi dan untuk bangkit/dibangun kembali terhadap bencana (Ward C, 2007).

Upaya pengurangan risiko terhadap bencana telah diamanatkan dalam undang-undang. Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana telah mengamanatkan tentang upaya pengurangan risiko bencana termasuk bencana akibat perubahan iklim. Salah satu upaya pengurangan risiko bencana ini dapat dilakukan melalui pendekatan dari penataan ruang. Undang-undang No. 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang menegaskan mitigasi bencana menjadi suatu aspek yang penting diperhatikan. Bahwa penataan ruang wajib memperhatikan aspek kebencanaan yang berada di dalam suatu daerah dengan mengintegrasikan mitigasi bencana ke dalam rencana tata ruang. Substansi dalam perencanaan ruang mencakup rencana struktur ruang dan rencana pola ruang. Upaya integrasi pengurangan risiko bencana ke dalam penataan ruang perlu dilakukan guna meningkatkan kualitas tata ruang untuk mewujudkan kota tangguh bencana dan berketahanan perubahan iklim. Upaya yang diperlukan dalam peningkatan kualitas tata ruang ini adalah melalui telaah terhadap peraturan/kebijakan dan upaya mitigasi/pengurangan risiko bencana dan adaptasi perubahan iklim bidang penataan ruang, analisis risiko bencana *baseline* , analisis risiko bencana proyeksi, kajian risiko perubahan iklim, penilaian tingkat ketangguhan, merumuskan kosep, kebijakan, strategi dan program dan pengintegrasian program ke dalam rencana tata ruang.

Telaah kebijakan ini meliputi telaah terhadap rencana strategis, rencana tata ruang wilayah, rencana penanggulangan bencana, dan rencana aksi perubahan iklim yang dimiliki oleh kota-kota prioritas yang meliputi Kota Bandung, Depok, Tangerang, Bogor, Surabaya, Malang dan Balikpapan. Serta meliputi berbagai aspek yakni aspek kelembagaan,

pembiayaan/anggaran, data kebencanaan, infrastruktur mitigasi bencana, keselamatan fasilitas vital, penataan ruang di kawasan rawan bencana, edukasi dan informasi publik, perlindungan ekosistem yang berfungsi mitigasi dan adaptasi, kesiapsiagaan, dan aspek rehabilitasi dan rekonstruksi pasca bencana. Telaah kebijakan ini menjadi dasar dalam perumusan isu-isu strategis.

Analisis risiko bencana *baseline* meliputi analisis bahaya, kerentanan dan kapasitas. Analisis bahaya yakni bahaya terhadap bencana banjir, longsor, gempa, kekeringan, gunung api, tsunami dan bencana banjir rob/kenaikan muka air laut. Analisis kerentanan yang mencakup pada kerentanan sosial, ekonomi, fisik dan lingkungan. Adapun analisis kapasitas yang dilakukan yakni ketersediaan alokasi sumber daya, ketersediaan program terkait pengurangan risiko bencana, pelaksanaan penyuluhan dan sosialisasi, tingkat pertumbuhan permukiman, ketersediaan program simulasi bencana. Analisis risiko bencana proyeksi mencakup hasil identifikasi proyeksi suhu dan curah hujan dari BMKG yang dibandingkan dengan hasil analisis bahaya, proyeksi tingkat kerentanan dan tingkat kapasitas. Berdasarkan hasil analisis risiko *baseline* dan risiko proyeksi ini menjadi kajian hasil analisis risiko perubahan iklim.

Penilaian tingkat ketangguhan bencana dan ketahanan perubahan iklim kota dilakukan melalui dua yakni: 1) Penilaian keruangan dan 2) Penilaian berdasarkan Pedoman yang disusun oleh *United Nations International Strategy for Disaster Reduction* (UNISDR). Penilaian komprehensif yang terdiri dari kriteria meliputi: 1) Kriteria Tata Ruang, 2) Kriteria Infrastruktur Dasar, 3) Kriteria Fasilitas Pelayanan Publik, 4) Kriteria Sosial Ekonomi, 5) Kriteria Penelitian Teknologi dan Ekosistem, 6) Kriteria Perencanaan dan Perizinan, 7) Kriteria Kemampuan Dasar, dan 8) Kriteria Kelembagaan dan Anggaran.

Sedangkan penilaian berdasarkan kriteria UNISDR dilakukan melalui metode skoring

pada tingkat ketangguhan suatu wilayah terhadap bencana alam.

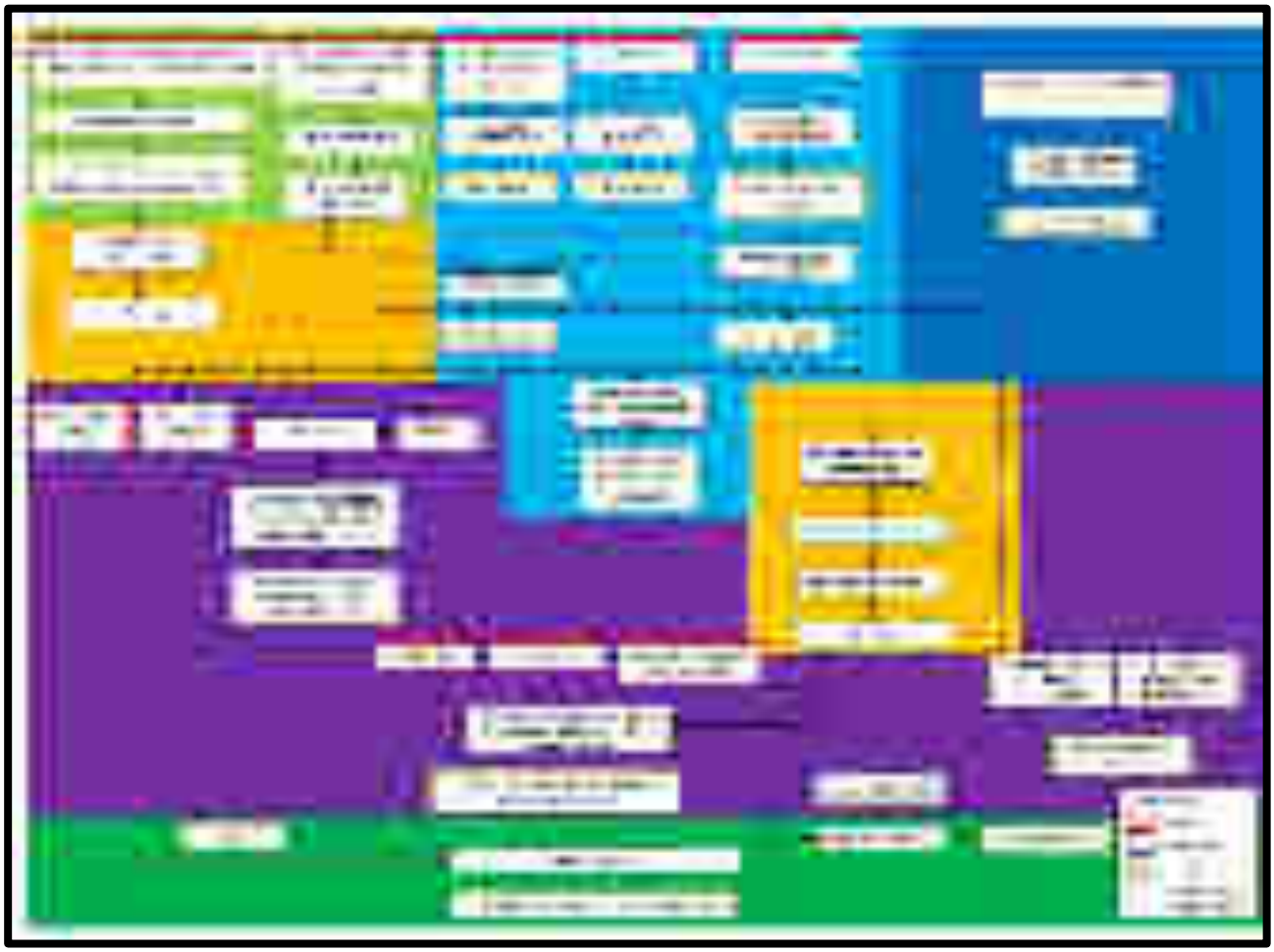
Hasil dari analisis telaah kebijakan, kajian risiko perubahan iklim, penilaian ketangguhan merupakan dasar dari perumusan konsep, kebijakan dan strategi. Perumusan program–program didasarkan dari hasil identifikasi program kebijakan rencana pemda yang berkaitan dengan PRB dan API serta program-program PRB dan API yang direkomendasikan. Identifikasi program kebijakan rencana pemda yang berkaitan dengan PRB API ini dilakukan terhadap Renstra SKPD, RTRW Kota, dan dokumen rencana PRB dan API Kota. Sedangkan program-program PRB dan API yang direkomendasikan didasarkan pada hasil analisis kesesuaian peruntukan ruang dan ketentuan teknis peruntukan ruang antara rencana pola ruang, penggunaan lahan dan standar penataan ruang di kawasan rawan bencana, strategi, kajian risiko perubahan iklim, dan penilaian ketangguhan.

Hasil dari analisis kesesuaian peruntukan ruang dan ketentuan teknis peruntukan ruang antara rencana pola ruang, penggunaan lahan dan standar penataan ruang di kawasan rawan bencana ini menentukan lokus-lokus yang disinkronkan dengan program PRB dan API yang selanjutnya dilakukan analisis *timeline* untuk penentuan dan penyempurnaan rencana aksi di Kota Bandung, Surabaya, Bogor, Depok, Tangerang, Malang, dan Balikpapan.

Rumusan program-program PRB dan API yang direkomendasikan selanjutnya diintegrasikan dengan rencana tata ruang yang meliputi rencana struktur ruang dan rencana pola ruang.

.

KERANGKA PIKIR



Gambar 1 Kerangka Pikir

METODOLOGI PENINGKATAN KUALITAS TATA RUANG MENUJU KETANGGUHAN KOTA

Pendekatan merupakan sudut pandang atau titik tolak terhadap proses menuju tujuan yang diharapkan. Pada buku ini terdapat tiga substansi utama yang dibahas yaitu perubahan iklim, mitigasi bencana dan penataan ruang. Pendekatan yang digunakan dalam Peningkatan Kualitas Tata Ruang Untuk Mewujudkan Kota Tangguh Bencana Dan Berketahanan Perubahan Iklim ini adalah pendekatan evaluatif empiris. Empiris yaitu melihat apa dan bagaimana konsep dan *framework* pelaksanaan mitigasi bencana di kota ataupun kabupaten. Pendekatan empiris merupakan pendekatan yang dapat digunakan untuk memperoleh data lapangan dan memetakan strategi mitigasi bencana di beberapa tingkatan pemerintahan yang berlaku selama ini. Hasil pemetaan ini juga akan menjadi dasar untuk memilah dan menganalisis kegiatan mitigasi bencana. Evaluatif yaitu menilai keefektifan pelaksanaan kebijakan, strategi dan operasional mitigasi bencana dan normatif dengan mengusulkan konsep dan *framework* pelaksanaan mitigasi bencana sebagai masukan untuk penyempurnaan kebijakan, strategi dan operasional yang sudah ada.

METODE ANALISIS KEBENCANAAN DAN PERUBAHAN IKLIM

Analisis Bahaya Perubahan Iklim dan Proyeksi (Suhu, Curah Hujan, Muka Air Laut, Suhu Muka Air Laut)

Analisis pada tahapan ini adalah mengkaji basis ilmiah iklim yang menjadi dasar-dasar timbulnya bahaya perubahan iklim. Kajian basis ilmiah ini diperlukan untuk mendeskripsikan kondisi *baseline* iklim yang dianalisis dari data-data historikal dan kondisi masa mendatang yang diproyeksikan berdasarkan simulasi model-model iklim regional yang didetailkan (*downscaled*) dari model-model iklim global. Hasil dari tahapan kajian basis ilmiah ini selanjutnya dilakukan proyeksi terhadap dasar-dasar timbulnya bahaya perubahan iklim. Adapun faktor-faktor yang menjadi dasar-dasar dari timbulnya bahaya perubahan iklim ini adalah faktor iklim atmosfer dan iklim air laut. Iklim atmosfer ini meliputi suhu permukaan dan curah hujan, dan pada iklim air laut ini meliputi ketinggian muka air laut dan suhu muka air laut. Berikut ini adalah metode analisis suhu permukaan, curah hujan, tinggi muka air laut dan suhu muka air laut:

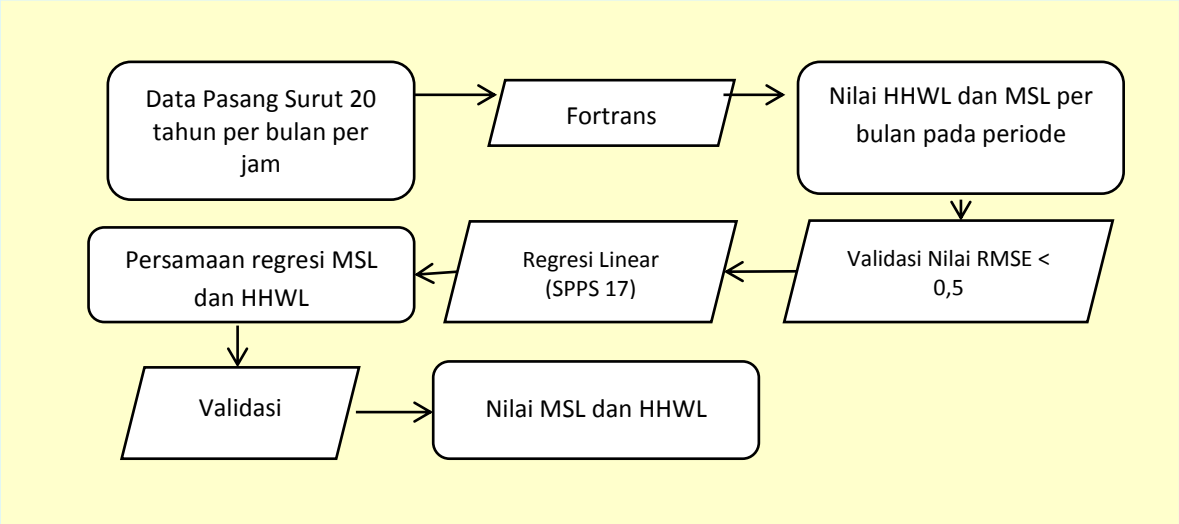
A. Metode Proyeksi Tinggi Muka Air Laut dan Suhu Muka Air Laut

Data dan informasi hasil kajian basis ilmiah perubahan iklim laut berupa suhu permukaan laut (satuan dalam ^{o}C) dan kenaikan muka air laut (satuan dalam mm/tahun) dapat diperoleh melalui BMKG, Badan Informasi Geospasial (BIG), Dinas Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut (Dishidros TNI AL), serta institusi atau lembaga yang berkompeten dalam Bidang Meteorologi, Klimatologi, dan Oseanografi, basis data online dari institusi riset di dalam dan di luar negeri. Masing-masing kondisi *baseline* dan proyeksi memerlukan data dengan spesifikasi berikut:

- Penyajian data dan informasi: Tabel data numerik *time series* dan sebaran spasial, baik dalam format cetak maupum digital yang dapat disertai dengan grafik dan peta.
- Data *time series* dapat berupa data bulanan untuk analisis kondisi rata-rata iklim, atau berupa data harian untuk analisis kondisi variabilitas iklim

Seperti halnya identifikasi suhu permukaan, identifikasi suhu muka air laut ini juga dapat dilakukan dengan menggunakan identifikasi melalui citra satelit untuk melihat perubahan suhu permukaan di kota-kota prioritas. Citra satelit yang dapat digunakan dalam identifikasi suhu ini meliputi citra yang memiliki *band spectral* untuk suhu, diantaranya adalah Citra Landsat, SPOT, Aster, dll.

Untuk tingkat ketinggian muka air laut dilakukan dengan memperoleh data pasang-surut dari BMKG, BIG. Dalam tahapan analisis prediksi nilai *Highest Water Level* (HHWL), data yang digunakan adalah data pasang surut air laut pada periode tahun 1984 sampai dengan 2004. Pemilihan selang waktu 20 tahun agar seluruh gejala data pasang surut dapat terakomodasi secara menyeluruh.



Gambar 2 Tahapan Analisis Prediksi Nilai HHWL dan MSL

Berdasarkan **Gambar 2** data nilai HHWL per bulan pada periode waktu yang ingin diproyeksikan dengan menggunakan alat analisis fortrans. Data nilai HHWL tersebut digunakan dalam analisis regresi linier dengan alat analisis SPSS 17.

B. Metode Proyeksi Curah Hujan dan Suhu

1. Suhu Permukaan

Data yang diperlukan merupakan data temperatur atau suhu permukaan rata-rata tiap bulan dan variasi atau perubahan (naik atau turun) temperatur atau suhu permukaan. Masing-masing kondisi *baseline* dan proyeksi memerlukan data dengan spesifikasi berikut:

- Satuan yang digunakan: Derajat Celcius per Bulan (^{o}C / bulan)
- Penyajian data dan informasi: Tabel data numerik *time series* dan sebaran spasial, baik dalam format cetak maupun digital yang dapat disertai dengan grafik dan peta.
- Data *time series* dapat berupa data bulanan untuk analisis kondisi rata-rata iklim, atau berupa data harian untuk analisis kondisi variabilitas iklim
- Data spasial dapat berupa sebaran data beberapa stasiun pengamatan yang kemudian diinterpolasi dengan teknik analisis tertentu atau sebaran data dalam grid teratur dimana spasinya disesuaikan dengan kebutuhan skala ketelitian kajian.
- Penyajian data suhu permukaan ini dapat berupa tabel, grafik, dan peta.

Dalam identifikasi suhu permukaan ini juga dapat dilakukan dengan menggunakan identifikasi melalui citra satelit untuk melihat perubahan suhu permukaan di kota-kota prioritas. Citra satelit yang dapat digunakan dalam identifikasi suhu ini meliputi citra yang memiliki *band spectral* untuk suhu, diantaranya adalah Citra Landsat, SPOT, Aster, dll.

2. Curah Hujan

Masing-masing kondisi *baseline* dan proyeksi memerlukan data dengan spesifikasi berikut:

- Deskripsi: Curah Hujan Rata-Rata per bulan
- Satuan yang digunakan: milimeter per bulan (mm/bulan)

- Penyajian data dan informasi: Tabel, Grafik, Peta, baik dalam format cetakan maupun digital.

Seperti halnya suhu permukaan, data dan informasi curah hujan ini dapat diperoleh melalui BMKG dan institusi atau lembaga lain yang berkompeten dalam Bidang Meteorologi, Klimatologi, dan Oseanografi.

3. Proyeksi

Proyeksi perubahan iklim dilakukan untuk mengetahui pola iklim pada masa yang cukup jauh ke depan. Pada dasarnya, simulasi menggunakan model iklim global (GCM) adalah cara yang paling ilmiah untuk melakukan hal itu. Berbagai institusi di dunia telah memberikan kontribusi kepada *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) berupa data proyeksi iklim keluaran GCM dari masing-masing institusi tersebut. Data tersebut dapat diakses melalui internet dari situs-situs http://www.ipcc-data.org/ (*IPCC Data Distribution Center*) dan http://www-pcmdi.llnl.gov/ (*Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison)*. Seperti telah dijelaskan sebelumnya, pemanfaatan data keluaran GCM untuk proyeksi iklim memerlukan suatu langkah pengolahan yang dikenal sebagai metode *downscaling*. Alur umum pengerjaan *downscaling* keluaran model GCM yang dapat dijelaskan secara ringkas sebagaiberikut:

- Pemilihan metode atau skema *downscaling* dilakukan dengan memperhatikan tujuan dan sasaran dari proyek pekerjaan yang dijalankan. Hal ini terkait dengan ketersediaan sumber daya berupa dana, waktu, kepakaran, dan lain lain. Selain itu, kuantitas dan kualitas data yang tersedia, baik itu data observasi maupun data keluaran GCM, harus dipertimbangkan. Penggunaan metode *downscaling* standar memerlukan langkah iteratif yang memakan waktu dan sumber daya lain yang tidak

sedikit. Penjelasan mengenai metode *downscaling* secara lebih lengkap dapat dilihat di dalam Wilby (2004).

- Secara umum, metode *statistical downscaling* lebih memungkinkan untuk diterapkan dengan sumber daya yang terbatas. Namun demikian, metode *statistical downscaling* yang standar tetap memerlukan langkah pengerjaan yang rumit. Implementasi metode *statistical downscaling* dalam bentuk *software* pun sudah dikembangkan (e.g., San-Martin et al., 2008). Namun demikian, kendala utama dalam penerapan metode ini adalah ketersediaan data pengamatan yang pada umumnya kurang memadai untuk wilayah Indonesia.
- Untuk suatu pekerjaan analisis dampak ataupun penilaian risiko perubahan iklim yang tidak terlalu detil, dapat digunakan metode alternatif yang lebih sederhana akan tetapi tetap berdasarkan kaidah ilmiah yang dapat diuji.

Pendekatan dan asumsi yang digunakan dalam metode alternatif untuk proyeksi iklim dapat dijelaskan sebagai berikut:

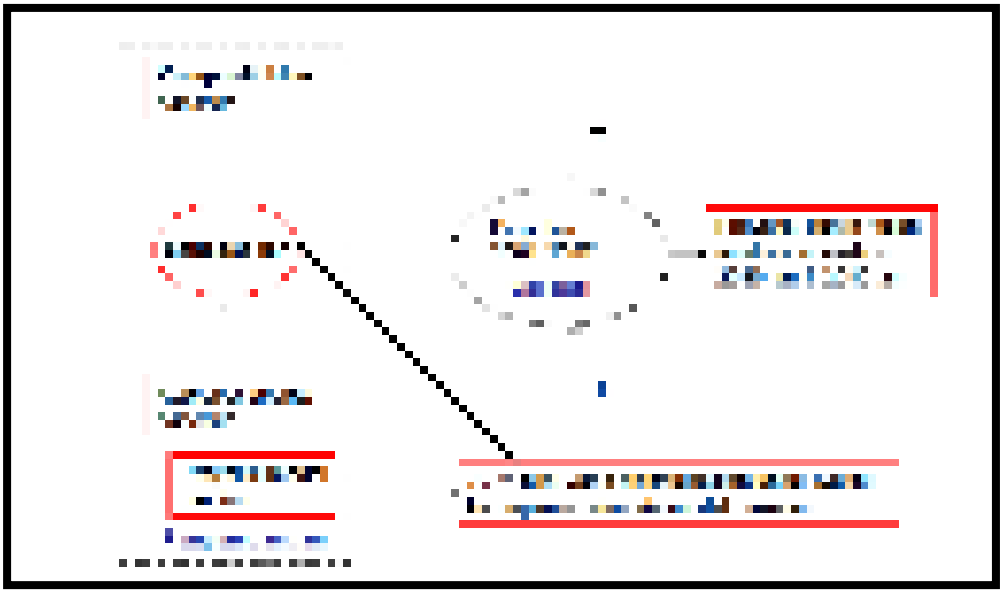
- Dari sekian banyak data GCM, dipilih beberapa keluaran model yang dianggap cukup baik. Kriteria penilaian terhadap model didasarkan kepada hasil kajian literatur mengenai pengujian kinerja GCM di daerah tropis. Berdasarkan kajian Annamalai et al. (2006) terhadap hasil simulasi ENSO-Monsun, terdapat empat model yang menunjukkan kinerja paling baik yakni: (1) ECHAM5 yang dikembangkan di Jerman, (2) MRI (Jepang), dan (3) GFDL2.0 dan GFDL2.1 (Amerika Serikat). Selain data dari keempat model tersebut, data yang berhasil didapatkan adalah keluaran dari model-model CSIRO Mk2 (Australia), NCCSM (AS), dan MIROC3 (Jepang). Model-model tersebut menyediakan data proyeksi iklim (curah hujan dan temperatur bulanan) untuk tahun 2001-2100.

- Wilby (2004) mengemukakan bahwa rata-rata (*ensemble*) dari keluaran model global memberikan hasil yang lebih baik daripada masing-masing model. Oleh karena itu, proyeksi iklim dilakukan menggunakan data rata-rata *ensemble* dari beberapa keluaran model. Tidak semua model disertakan dalam perhitungan *ensemble*, tetapi dipilih berdasarkan kecocokan pola komposit tahunan antara rata-rata *ensemble* dengan observasi untuk periode *baseline* (dipilih 1961-1990).
- Setelah didapatkan kombinasi keluaran model yang dianggap terbaik, maka untuk tiap-tiap keluaran model tersebut dihitung selisih (Δ) antara nilai proyeksi (simulasi untuk waktu yang akan datang) dengan rata-rata *baseline* per data pada bulan yang sama.

Nilai proyeksi curah hujan maupun temperatur kemudian didapatkan dengan menambahkan nilai selisih (Δ) tiap-tiap model dengan rata-rata *baseline* pengamatan. Hasil proyeksi untuk 5 tahun terakhir dapat dibandingkan dengan hasil pengamatan sebagai validasi.

Gambar 3 Bagan Alir Metode Proyeksi Perubahan Iklim dari Data Keluaran GCM (*Top-Down*) Baik Menggunakan Prosedur Downscaling Standar Maupun Menggunakan Metode Alternatif (diadaptasi dari Wilby, 2004)

Dalam analisis perubahan iklim dikenal istilah *time-slice* dan *transient experiment*. Analisis *time-slice* biasanya digunakan untuk mengetahui pola iklim rata-rata pada suatu periode tanpa terlalu melihat variasi temporal secara detil. Sebaliknya, *transient experiment* lebih ditujukan untuk memahami variasi temporal suatu parameter iklim dalam periode tertentu, misal dalam kaitannya dengan kejadian ekstrim.



Gambar 4 Ilustrasi Bagan Alir Metode Alternatif Proyeksi Curah Hujan (dan Temperatur)

Hasil dari proyeksi ini dilakukan analisis spasial dengan menggunakan GIS yang meliputi analisis interpolasi dari suhu, curah hujan, muka air laut, dan suhu air laut dengan memilih kejadian ekstrim terhadap hasil proyeksi tersebut.

Analisis Bahaya (7 Bencana)

Bahaya atau *hazard* perubahan iklim di dalam integrasi Adaptasi Perubahan Iklim (API) dan Pengurangan Risiko Bencana (PRB) ke dalam perencanaan tata ruang meliputi:

1. Bahaya Kekeringan *(Drought);*
2. Bahaya Tanah Longsor *(Landslide);*
3. Bahaya Banjir *(Flood);*
4. Bahaya Perendaman Pesisir (*Coastal Inundation*);
5. Bahaya Tsunami;
6. Bahaya Gempa Bumi; dan
7. Bahaya Letusan Gunung Berapi

Data dan informasi bahaya (*hazard*) perubahan iklim untuk kondisi *baseline* dan proyeksi dapat diperoleh melalui:

- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana (PVMBG-Kementerian ESDM);
- Badan Nasional Penanganan Bencana (BNPB);
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (informasi Bahaya Rendaman Pesisir);
- Institusi atau Lembaga lain yang berkompeten dalam Bidang Meteorologi, Klimatologi, dan Oseanografi.

Berikut ini adalah tabel metode bahaya yang ditimbulkan akibat perubahan iklim berdasarkan Kajian Risiko Adaptasi Perubahan Iklim (KRAPI) dan Standar Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana (SPR KRB):

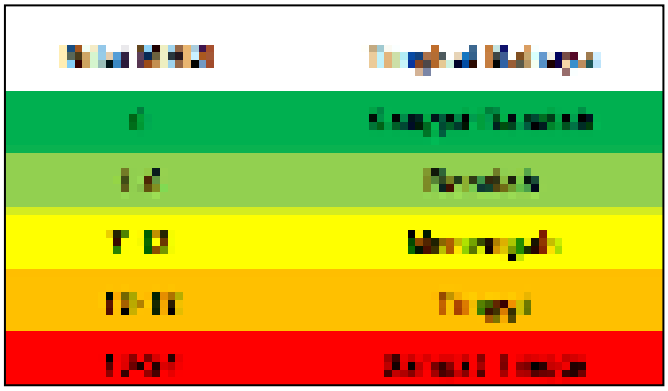
Tabel 1 Bahaya Dampak Perubahan Iklim

Bahaya	Metode Analisis	
Kekeringan/ kekurangan air	Indeks Bahaya Kekeringan Meteorologis (*Meteorological Drought Hazard* Index, MDHI), *Standarized Precipitation Index (SPI)*	**PROYEKSI**
Longsor	PVMBG, Analisis *Overlay* dari data : 1. Kelerengan, 2. Guna Lahan, 3. Kondisi Geologi, 4. Frekuensi curah hujan	
Banjir	Permodelan Banjir dengan iterasi raster menggunakan Hec-RAS	
Inundation	*Conditional Model* Kebutuhan data penunjang kondisi *baseline* : • Data garis pantai dan batas lepas pantai. • Data badan air (sungai atau laguna) • Data kondisi ekosistem utama (hutan, bukit pasir, dll) • Data topografi • Data guna lahan. • Data infrastruktur. • Data dampak pada masyarakat	
Tsunami	PVMBG, *Conditional model, Scenario*	
Gempa Bumi	*Probabilistik Seismic Hazard Analysis* (PSHA), PVMBG	
Letusan Gunung Berapi	SNI 13-4689-1998 tentang Penyusunan Peta Kawasan Rawan Bencana Gunung Api, PVMBG.	

Adapun masing-masing indikator yang digunakan adalah sebagai berikut :

A. Bahaya Kekeringan (*Drought*);

Definisi kekeringan meteorologis harus dirujuk pada spesifik wilayah tertentu karena kekurangan curah hujan sangat bervariasi dari satu wilayah ke wilayah lainnya. Pada wilayah tropis dimana curah hujan terjadi sepanjang tahun, definisi kekeringan meteorologis didasarkan pada jumlah hari dimana curah hujan kurang dari suatu ambang batas *(threshold)*. Klasifikasi tingkat bahaya kekeringan meteorologis menggunakan Indeks Bahaya Kekeringan Meteorologis *(Meteorological Drought Hazard Index, MDHI)*. Klasifikasi tingkat bahaya *(level of hazard)* dirumuskan ke dalam lima klasifikasi bahaya.



Gambar 5 Klasifikasi Tingkat Bahaya Kekeringan Meterologis

SPI adalah metode yang digunakan BMKG dalam penentuan bahaya kekeringan dalam bulletin Agroklimat yang diterbitkan oleh BMKG. SPI merupakan indeks yang digunakan dalam menentukan penyimpangan curah hujan normal dalam suatu periode yang panjang. Macam pengukuran SPI dibedakan menjadi beberapa jenis yakni SPI 3, SPI 6, SPI 9 dan SPI 12. SPI 3 adalah analisis SPI yang dilakukan dengan membandingkan data curah hujan selama 3 bulan terakhir, begitu pula untuk SPI 6 untuk mengukur penyimpangan curah hujan

selama 6 bulan terakhir, dan seterusnya. Pengukuran SPI 3 dilakukan untuk melihat tingkat kekeringan pertanian yang berkaitan dengan keadaan kelembaban tanah pertanian selama masa tanam, sedangkan SPI 6, 9, dan 12 dilakukan untuk mengukur tingkat kekeringan hidrologi yang berkaitan dengan kondisi air dalam tanah selama 6-12 bulan terakhir karena berkaitan dengan perkolasi air dalam tanah. Berikut ini adalah metode pengukuran SPI dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{SPI} = \frac{x_i - x_m}{\sigma}$$

Keterangan :

Xi : curah hujan bulanan

Xm : rata-rata curah hujan

σ : standar deviasi

Perhitungan analsisi SPI ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak/program SPI. Input data yang dimasukkan dalam analisis SPI adalah sebagai berikut :

yyyy mm	pppp
yyyy mm	pppp
yyyy mm	pppp
yyyy mm	pppp
yyyy mm	pppp

Keterangan :

yyyy : tahun

mm : bulan

ppppp : curah hujan

Berikut ini adalah rentang klasifikasi dari hasil analisis SPI :

- Sangat kering : nilai SPI ≤ -2,00
- Kering : nilai SPI -1,5 s/d -1,99
- Agak kering : nilai SPI -1,00 s/d -1,49
- Normal : nilai SPI -0,99 s/d 0,99

B. Bahaya Tanah Longsor (*Landslide*);

Parameter yang diperlukan dalam analisis *overlay* dan pembobotan ini diperoleh dari *Draft* Pedoman Pengkajian Risiko Bencana Tingkat Kabupaten/Kota dan Permen PU No.22/PRT/M/2007 Tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor, sebagai berikut:

Tabel 2 Komponen Indeks Ancaman Bencana Tanah Longsor

No.	Parameter	Skor			Bobot
		1	2	3	
1.	Kemiringan Lereng	<15	15-30	>30	35
2.	Tutupan Vegetasi	Kerapatan tinggi	Kerapatan sedang	Kerapatan rendah	20
3.	Kondisi Tanah/ Jenis Tanah	• Tebal <2m • Bersifat padat • Alluvial-gumusol	• Tebal <2m • Bersifat gembur • Kambisol-regosol	• Tebal >2m • Bersifat gembur • Andosol - latosol	15
4.	Curah Hujan	<1000 mm/th	1000–2500 mm/th	>100 mm/hr atau >2500 mm/th	20
5.	Kegempaan	Tidak termasuk daerah rawan gempa	Frekuensi jarang (1-2 kali/thn)	Sering terjadi gempa >2 kali/thn	5
6.	Kondisi Geologi	Tidak ada sesar/ retakan (berjarak 10000m)	Terdapat sesar/ retakan (berjarak 5000m)	Terdapat sesar/ retakan (berjarak 10m)	5

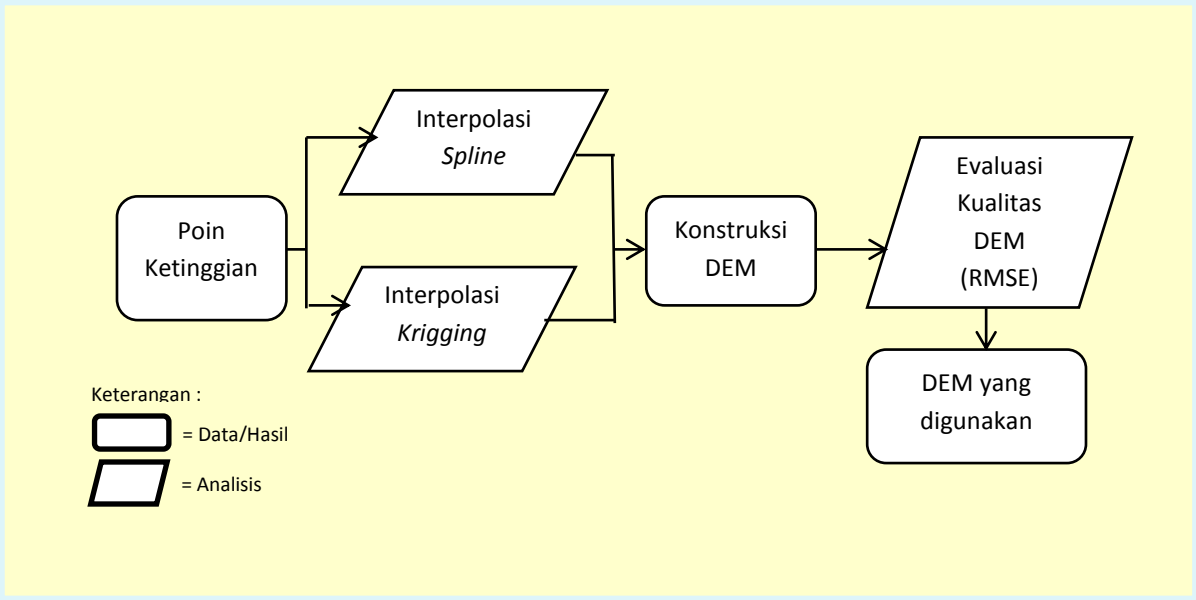
Metode ini digunakan apabila tidak ada data kerentanan gerakan tanah dari PVMBG. Skala informasi peta yang digunakan untuk menyusun peta kerentanan gerakan tanah atau longsor ini adalah 1:25.000.

C. Bahaya Banjir (*Flood*);

Penetapan KRB bahaya banjir dilakukan dengan menggunakan permodelan dengan Hec-RAS. Permodelan dengan Hec-ras menggunakan data debit air pada periode waktu banjir 50 tahunan yang diperoleh dari data Dinas Pengairan maupun data dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS). Dengan menggunakan data debit air, dan penampang sungai maka dapat dilakukan analisis daerah rawan banjir di kota-kota prioritas. Analisis Hec-ras ini dilakukan dengan menggunakan tools tambahan pada ArcGIS dan menggunakan *software* Hec-ras *modelling*. Hasil yang diperoleh dari analisis Hec-ras ini berupa luas genangan dan ketinggian genangan banjir.

D. Bahaya Perendaman Pesisir (*Coastal Inundation*).

Pada Kawasan Rawan Banjir metode yang digunakan adalah *modelling* dengan menggunakan *Digital Elevation Model* (DEM) dan perkiraan kenaikan permukaan air. Tahap Pertama dalam analisis ini adalah konstruksi DEM. Dalam penelitian ini DEM dihasilkan dari interpolasi titik ketinggian. Metode Interpolasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *spline* dan *krigging*. Hasil DEM dari ketiga metode interpolasi ini akan dievaluasi kualitasnya dengan menggunakan RMSE (*root mean square error*). Analisis RMSE dilakukan dengan alat analisis ArcGis 10.2 (*geostatistical analysis*). Berikut merupakan gambar di bawah ini yang menyajikan konstruksi DEM pada penelitian ini.

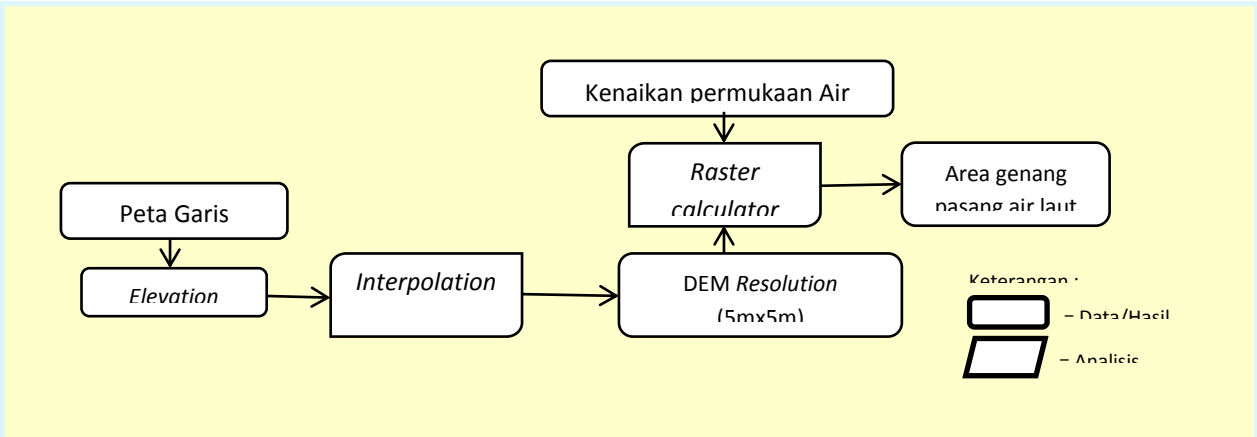


Gambar 6 Tahapan Analisis DEM

Berdasarkan skema diatas DEM yang digunakan dalam penelitian ini adalah DEM yang memiliki nilai RMSE terendah dari metode interpolasi yang digunakan dalam konstruksi DEM.

Pemodelan Genang Pasang Air Laut

Data yang digunakan dalam analisis ini adalah DEM dan kenaikan muka air.



Gambar 7 Alur Analisis Potensi Genangan

Pada proses *raster calculator* persamaan yang digunakan dalam permodelan sehingga menghasilkan area genang pasang air laut adalah sebagai berikut

- **Inun=CON([DEM] <= HHWL), 1, 0)..... (1)**

Persamaan ditas digunakan untuk memodelkan daerah tergenang dan tidak tergenang. Daerah tergenang disimbolkan dengan 1 dan tidak tergenang dengan 0. Data dasar yang digunakan pada tahap ini adalah DEM hasil analisis dari persamaan yang diadaptasikan dari Marfai dan King (2007) .

- **L_inun=[Inun] * HHWL..... (2)**

Persamaan ini adalah persamaan transisi untuk merumuskan kedalaman dan daerah tergenang . Data dasar dalam penelitian ini adalah DEM hasil permodelan dan HHWL

- **Depth=CON ((([L_inund]-[DEM]) *[Inun]) ≤0,0,Depth)..... (3)**

Dari persamaan ini dihasilkan ketinggian atau kedalaman yang merupakan area genangan.

E. Bahaya Tsunami

Analisis bahaya tsunami diperoleh dari hasil pemetaan oleh PVMBG dan berdasarkan *modelling* menggunakan model *conditional model.*

F. Bahaya Gempa Bumi

Analisis bahaya gempa bumi diperoleh dari hasil pemetaan yang dilakukan oleh PVMBG dengan tingkat kedetailan skala 1:25.000.

G. Bahaya Letusan Gunung Berapi

Analisis bahaya gempa bumi diperoleh dari hasil pemetaan yang dilakukan oleh PVMBG dengan tingkat kedetailan skala 1:25.000.

Analisis penentuan kawasan rawan bencana ini diperoleh berdasarkan data *baseline* dan data proyeksi dari bahaya perubahan iklim yang meliputi suhu, curah hujan, muka air laut, dan suhu muka air laut.

Penentuan Bencana Dominan

Analisis penentuan bencana dominan dilakukan berdasarkan hasil dari sintesis *historical* kejadian bencana di kota-kota prioritas. Analisis ini dilakukan berdasarkan penilaian dari kriteria dari SPR KRB sebagai berikut:

1. Proporsi luasan daerah terdampak masing-masing bencana dari data historis bencana
2. Magnitudo, frekuensi, dan probabilitas
3. Jumlah korban akibat bencana
4. Jumlah kerugian materil akibat bencana
5. Kelengkapan data bencana
6. Kebijakan mitigasi bencana

Analisis Kerentanan

Analisis tingkat kerentanan dilakukan dengan melakukan penilaian terhadap kerentanan sosial, fisik, ekonomi, dan lingkungan. Analisis kerentanan dibedakan menjadi tiga dimensi dan tiap dimensinya memiliki indikator, yaitu (Shaw, 2009; Miladan, 2009; KKP, 2010; CCROM, 2012; KLH, 2012; Taru, 2010; Mercy Corps 2011): (1) Dimensi fisik dan lingkungan yang terdiri dari jaringan listrik dan telekomunikasi, air bersih, sanitasi, persampahan, jalan, perumahan dan penggunaan lahan; (2) Dimensi sosial yang terdiri dari populasi penduduk, kesehatan, pendidikan dan kesadaran; serta (3) Dimensi ekonomi yang terdiri dari pendapatan, ketenagakerjaan, aset rumah tangga serta aset wilayah. Analisis kerentanan ini dilakukan menggunakan metode kuantitatif yaitu *spatial multi criteria assessment*. Metode tersebut menggunakan pendekatan kewilayahan, dihitung per kelurahan/kecamatan, melakukan pembobotan untuk setiap indikator, dan mengkategorisasikannya menjadi tiga tingkat kerentanan, yaitu tinggi, sedang, dan rendah.

Kerentanan (*vulnerability*) adalah tingkat kemungkinan suatu objek bencana yang terdiri dari masyarakat, struktur, pelayanan atau daerah geografis yang mengalami kerusakan atau gangguan akibat dampak bencana atau kecenderungan sesuatu benda atau mahkluk rusak akibat bencana (Sutikno, 1994; UNDP/UNDRO, 1992). Menurut Darmawan (2008) kerentanan (*vulnerability*) adalah tingkat kemungkinan suatu objek bencana yang terdiri dari masyarakat, struktur, pelayanan atau daerah geografis mengalami kerusakan atau gangguan akibat dampak bencana atau kecenderungan sesuatu benda atau makhluk rusak akibat bencana. Tingkat kerentanan (*vulnerability*) perkotaan di Indonesia adalah suatu hal penting untuk diketahui sebagai salah satu faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya bencana alami, karena bencana baru akan terjadi

bila bahaya alam terjadi pada kondisi yang rentan, seperti yang dikemukakan Awotona (1997:1-2).

Peta kerentanan dapat dibagi-bagi ke dalam kerentanan sosial, ekonomi, fisik dan ekologi/lingkungan. Kerentanan dapat didefinisikan sebagai fungsi dari *Exposure* dengan *Sensitivity*. Aset-aset yang terekspos termasuk kehidupan manusia (kerentanan sosial), wilayah ekonomi, struktur fisik dan wilayah ekologi/lingkungan. Tiap aset memiliki sensitivitas sendiri, yang bervariasi per bencana (dan intensitas bencana). Indikator yang digunakan dalam analisis kerentanan terutama adalah informasi keterpaparan. Dalam dua kasus informasi disertakan pada komposisi paparan (seperti kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan, rasio orang cacat dan rasio kelompok umur). Sensitivitas hanya ditutupi secara tidak langsung melalui pembagian faktor pembobotan.

Sumber informasi yang digunakan untuk analisis kerentanan terutama berasal dari laporan BPS (Provinsi/Kabupaten Dalam Angka, PoDes, Susenas, PPLS dan PDRB) dan informasi peta dasar dari Bakosurtanal (penggunaan lahan, jaringan jalan dan lokasi fasilitas umum). Informasi tabular dari BPS idealnya sampai tingkat desa/kelurahan. Sayangnya belum tersedia data sampai level desa, sehingga akhirnya informasi desa dirangkum pada level kecamatan sebelum dapat disajikan dalam peta tematik. Berikut ini adalah masing-masing parameter berdasarkan Perka BNPB No. 2 Tahun 2012:

A. Kerentanan Sosial

Indikator yang digunakan untuk kerentanan sosial adalah kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio kemiskinan, rasio orang cacat dan rasio kelompok umur. Indeks kerentanan sosial diperoleh dari rata-rata bobot Kepadatan Penduduk (60%), Kelompok Rentan (40%) yang terdiri dari Rasio Jenis Kelamin (10%), Rasio Kemiskinan (10%), Rasio Orang Cacat (10%)

dan Kelompok Umur (10%). Parameter konversi indeks dan persamaannya ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 3 Parameter Kerentanan Sosial

Parameter	Bobot	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Kepadatan Penduduk	60	<500 jiwa/km^2	500-100 jiwa/km^2	>1000 jiwa/km^2	Nilai Max Kelas
Rasio Jenis Kelamin	40	<20%	20-40%	>40%	
Rasio Kemiskinan					
Rasio Orang Cacat					
Rasio Kelompok Umur					

B. Kerentanan Fisik

Indikator yang digunakan untuk kerentanan fisik adalah kepadatan rumah (permanen, semi-permanen dan non-permanen), ketersediaan bangunan/fasilitas umum dan ketersediaan fasilitas kritis. Kepadatan rumah diperoleh dengan membagi mereka atas area terbangun atau luas desa dan dibagi berdasarkan wilayah (dalam Ha) dan dikalikan dengan harga satuan dari masing-masing parameter. Indeks Kerentanan Fisik hampir sama untuk semua jenis ancaman, kecuali ancaman kekeringan yang tidak menggunakan kerentanan fisik. Indeks Kerentanan Fisik diperoleh dari rata-rata bobot Kepadatan Rumah (permanen, semi-permanen dan non-permanen), Ketersediaan Bangunan/Fasilitas Umum dan Ketersediaan Fasilitas Kritis. Parameter konversi indeks kerentanan fisik ditunjukkan pada persamaan dalam tabel di bawah ini:

Tabel 4 Parameter Kerentanan Fisik

Parameter	Bobot	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Rumah	40	<400 jt	400-800 jt	>800 jt	Nilai Max
Fasilitas Umum	30	<500 jt	500 jt -1 M	>1M	
Fasilitas Kritis	30	<500 jt	500 jt -1 M	>1M	
Kerentanan Fisik = (0,4*skor rumah) + (0,3*skor fasilitas umum) + (0,3*skor fasilitas kritis)					

C. Kerentanan Ekonomi

Indikator yang digunakan untuk kerentanan ekonomi adalah luas lahan produktif dalam rupiah (sawah, perkebunan, lahan pertanian dan tambak) dan PDRB. Luas lahan produktif dapat diperoleh dari peta guna lahan dan buku Kabupaten atau Kecamatan Dalam Angka dan dikonversi ke dalam Rupiah, sedangkan PDRB dapat diperoleh dari laporan sektor atau Kabupaten Dalam Angka. Bobot indeks kerentanan ekonomi hampir sama untuk semua jenis ancaman, kecuali untuk ancaman kebakaran gedung dan pemukiman. Parameter konversi indeks kerentanan ekonomi ditunjukkan pada persamaan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 5 Parameter Kerentanan Ekonomi

Parameter	Bobot	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Lahan Produktif	60	<50jt	50-200jt	>200jt	Nilai Max
PDRB	40	<100jt	100-300jt	>300jt	
Kerentanan Ekonomi = (0,6*Skor Lahan produktif) + (0,4*skor PDRB)					

D. Kerentanan Lingkungan

Indikator yang digunakan untuk kerentanan lingkungan adalah tutupan lahan (hutan lindung, hutan alam, hutan bakau/mangrove, rawa dan semak belukar). Indeks kerentanan fisik berbeda-beda untuk masing-masing jenis ancaman dan diperoleh dari rata-rata bobot jenis tutupan lahan. Parameter konversi indeks kerentanan lingkungan digabung melalui faktor-faktor pembobotan yang ditunjukkan pada persamaan untuk masing-masing jenis ancaman di bawah ini.

Tabel 6 Parameter Kerentanan Ekologi/Lingkungan

Parameter	Bobot	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Tanah Longsor					
Hutan Lindung	40	<20 Ha	20-50 Ha	>50 Ha	Nilai Max
Hutan Alam	40	<25 Ha	25-75 Ha	>75 Ha	
Hutan Bakau	10	<10 Ha	10-30 Ha	>30 Ha	
Semak Belukar	10	<10 Ha	10-30 Ha	>30 Ha	
Gunung Api					
Hutan Lindung	40	<20 Ha	20-50 Ha	>50 Ha	Nilai Max
Hutan Alam	40	<25 Ha	25-75 Ha	>75 Ha	
Hutan Bakau	10	<10 Ha	10-30 Ha	>30 Ha	
Semak Belukar	10	<10 Ha	10-30 Ha	>30 Ha	
Banjir					
Hutan Lindung	30	<20 Ha	20-50 Ha	>50 Ha	Nilai Max
Hutan Alam	30	<25 Ha	25-75 Ha	>75 Ha	
Hutan Bakau	10	<10 Ha	10-30 Ha	>30 Ha	
Semak Belukar	10	<10 Ha	10-30 Ha	>30 Ha	
Rawa	20	<5 Ha	5-20 Ha	>20 Ha	
Kekeringan					
Hutan Lindung	35	<20 Ha	20-50 Ha	>50 Ha	Nilai Max
Hutan Alam	35	<25 Ha	25-75 Ha	>75 Ha	

Parameter	Bobot	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Hutan Bakau	10	<10 Ha	10-30 Ha	>30 Ha	
Semak Belukar	20	<10 Ha	10-30 Ha	>30 Ha	
Tsunami					
Hutan Lindung	30	<20 Ha	20-50 Ha	>50 Ha	Nilai Max
Hutan Alam	30	<25 Ha	25-75 Ha	>75 Ha	
Hutan Bakau	40	<10 Ha	10-30 Ha	>30 Ha	

Analisis Kapasitas

Indeks kapasitas diperoleh berdasarkan tingkat ketahanan daerah pada suatu waktu. Tingkat ketahanan daerah bernilai sama untuk seluruh kawasan pada suatu kabupaten/kota yang merupakan lingkup kawasan terendah kajian kapasitas ini. Oleh karenanya penghitungan Tingkat Ketahanan Daerah dapat dilakukan bersamaan dengan penyusunan Peta Ancaman Bencana pada daerah yang sama. Untuk perhitungan Indeks Kapasitas dapat diunduh di www.bnpb.go.id. Indikator yang digunakan untuk peta kapasitas yang terdiri dari ketersediaan alokasi sumberdaya, ketersediaan program terkait pengurangan risiko bencana, pelaksanaan penyuluhan dan sosialisasi, tingkat pertumbuhan permukiman, ketersediaan program simulasi bencana. Parameter konversi indeks kapasitas dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 7 Parameter Kapasitas

Parameter	Bobot	Kelas		
		Rendah	Sedang	Tinggi
Ketersediaan Alokasi Sumber Daya	100	<0,33	0,33-0,66	>0,66
Ketersediaan Program Terkait Pengurangan Risiko Bencana				
Pelaksanaan Penyuluhan dan Sosialisasi				
Tingkat Pertumbuhan Permukiman				
Ketersediaan Program Simulasi Bencana				

Sumber: Perka BNPB No. 2 Tahun 2012

Analisis Risiko

Risiko (*Risk*) merupakan perkiraan kerugian atau kehilangan akibat suatu bencana terhadap elemen yang menghadapi risiko di masa depan dalam suatu periode waktu tertentu (UNDP/UNDRO, 1992). Secara umum risiko dapat dirumuskan sebagai berikut:

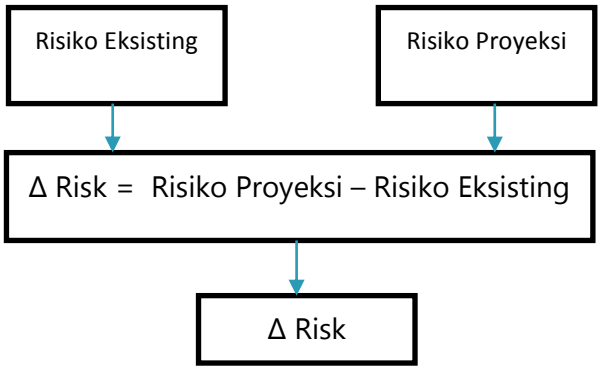
$$\textbf{Risiko} = \textbf{Bahaya} \quad \textbf{X} \quad \frac{\textbf{Kerentanan}}{\textbf{Kemampuan}}$$

Dalam analisis ini, Alat analisis yang digunakan dalam penentuan zona risiko adalah *Map Algebra* dari rumus fungsi Risiko dengan *Spatial Analyst Tool* yaitu "*Raster Calculator*". *Raster calculator* berguna dalam *mathematical calculations* dari rumus fungsi *Risiko*. Input data yang di *overlay* adalah data zonasi bahaya (*hazards*), data rentan (*vulnerability*) dan data Kapasitas (*capacity*).

Gambar 8 Raster Calculator

Analisis Risiko Perubahan Iklim

Perubahan iklim mempengaruhi peningkatan intensitas dan frekuensi bencana sehingga perlu dilakukan analisis risiko perubahan iklim untuk mengetahui Δ Risk dari risiko eksisting dan risiko proyeksi. Berikut merupakan bagan dalam analisis risiko perubahan iklim:



Gambar 9 Bagan Perumusan Δ Risk

Hasil dari Δ Risk ini digunakan dalam analisis perumusan program terkait perubahan iklim dan pengurangan risiko bencana. Dengan mengetahui Δ Risk ini dapat menjadi dasar dalam penentuan program terkait adaptasi dan penghindaran serta dapat digunakan sebagai dasar dalam penentuan lokus program.

PENILAIAN KETANGGUHAN KOTA

Konsep Kota Tangguh atau *Resilient City* memiliki peran penting dalam memberikan wajah baru bagi wujud fisik dan non fisik ruang kota pada abad ini. Dengan paradigma ketangguhan dan ketahanan kota dalam proses perencanaan tata ruang kota, proses pembangunan fisik dan non fisik yang terjadi di kota akan memberikan perubahan positif terhadap arah perkembangan kota dalam hal kebencanaan maupun perubahan iklim. Pembangunan kota yang tadinya secara nyata hanya meningkatkan keterpaparan kota sehingga meningkat pula kerentanan kota dari berbagai aspek, melalui perencanaan yang di kolaborasikan dengan konsep *Resilient City,* pembangunan nantinya akan memberikan tingkat ketangguhan dan ketahanan Kota terhadap bencana maupun fenomena perubahan iklim. Hal ini tentunya menjadi tujuan utama dalam pengaplikasian konsep *Resilient City.*

Perubahan Iklim telah memberikan ancaman nyata bagi meningkatnya kerentanan di suatu wilayah kota, khususnya kota-kota di Indonesia baik yang berada di wilayah pesisir maupun yang berada pada area daratan. Kota-kota yang berada di wilayah pesisir dengan karakteristik topografi yang landai dan berbatasan langsung dengan garis pantai memiliki kerentanan terhadap bencana banjir, baik banjir berupa genangan maupun karena kenaikan muka air laut. Sedangkan kota-kota yang berada di area daratan dengan karakteristik kontur yang bervariasi juga memiliki potensi yang sama karena perubahan intensitas curah hujan, serta ditambah dengan adanya pembangunan fisik yang tidak terkendali dan memberikan dampak negatif terhadap lingkungan yang pada akhirnya meningkatkan kerentanan terhadap beberapa jenis bencana seperti banjir dan tanah longsor. Semua itu juga seharusnya memperhatikan ancaman dari bencana-

bencana lainnya seperti letusan gunung api, gempa bumi, tsunami hingga bencana kekeringan.

Kota-kota seperti Kota Surabaya, Tangerang dan Balikpapan adalah kota yang memiliki kerentanan besar terhadap beberapa jenis bencana yang ancamannya menjadi besar karena adanya perubahan iklim seperti kenaikan muka air laut dan banjir rob. Sedangkan kota-kota seperti Kota Bandung, Depok, dan Malang adalah kota-kota yang tidak memiliki batas langsung dengan wilayah pesisir, namun dengan kondisi rencana tata ruang yang belum memperhatikan prinsip-prinsip *Resilient City,* tentunya sejak fenomena perubahan iklim teridentifikasi, kota-kota tersebut, baik yang berada di wilayah pesisir maupun daratan telah meningkat keterpaparannya seiring dengan berjalannya pembangunan fisik dan non fisik di kota-kota yang bersangkutan.

Pembangunan dan peningkatan atau penurunan tingkat kerentanan sangat berkaitan erat dengan tingkat ketangguhan dan ketahanan kota di masa depan. Dengan adanya proses perencanaan tata ruang yang mempertimbangkan prinsip-prinsip ketangguhan dan ketahanan kota dalam konsep *Resilient City,* pembangunan kota diharapkan akan memiliki kecenderungan tinggi untuk mengurangi kerentanan kota terhadap berbagai jenis bencana alam dan fenomena perubahan iklim, baik secara fisik maupun secara non fisik yang berupa respon dan kapabilitas masyarakat kota untuk dapat memahami kondisi dan situasi terkait kemungkinan-kemungkinan terburuk dan paling mungkin terjadi bencana. Pada akhirnya, ketangguhan dan ketahanan kota secara eksplisit dikelola dan dilaksanakan oleh seluruh masyarakat kota dan berbagai pemangku kepentingan lainnya dalam berbagai wujud kebijakan dan aksi nyata baik pra-bencana maupun saat bencana dan pasca-bencana.

Mewujudkan kota tangguh bencana dan berketahanan perubahan iklim berarti berupaya untuk mempersiapkan kota untuk menghadapi risiko yang paling mungkin dan yang paling buruk dari

terjadinya bencana. Hal ini juga berarti mempersiapkan seluruh elemen di kota untuk dapat mengelola risiko baik secara kolektif maupun berkelompok. Kemampuan untuk dapat mengelola risiko tersebut pada dasarnya dapat diperoleh melalui proses perencanaan yang komprehensif dan bertahap. Penataan ruang, perlibatan masyarakat, perlibatan pihak swasta dan kelompok-kelompok masyarakat lainnya, akan meningkatkan kemampuan kota untuk dapat beradaptasi dan bertahan dalam kemungkinan terburuk dari suatu risiko bencana. Inilah yang menjadi tujuan utama dari paradigma *Resilient City* di dalam proses penataan ruang.

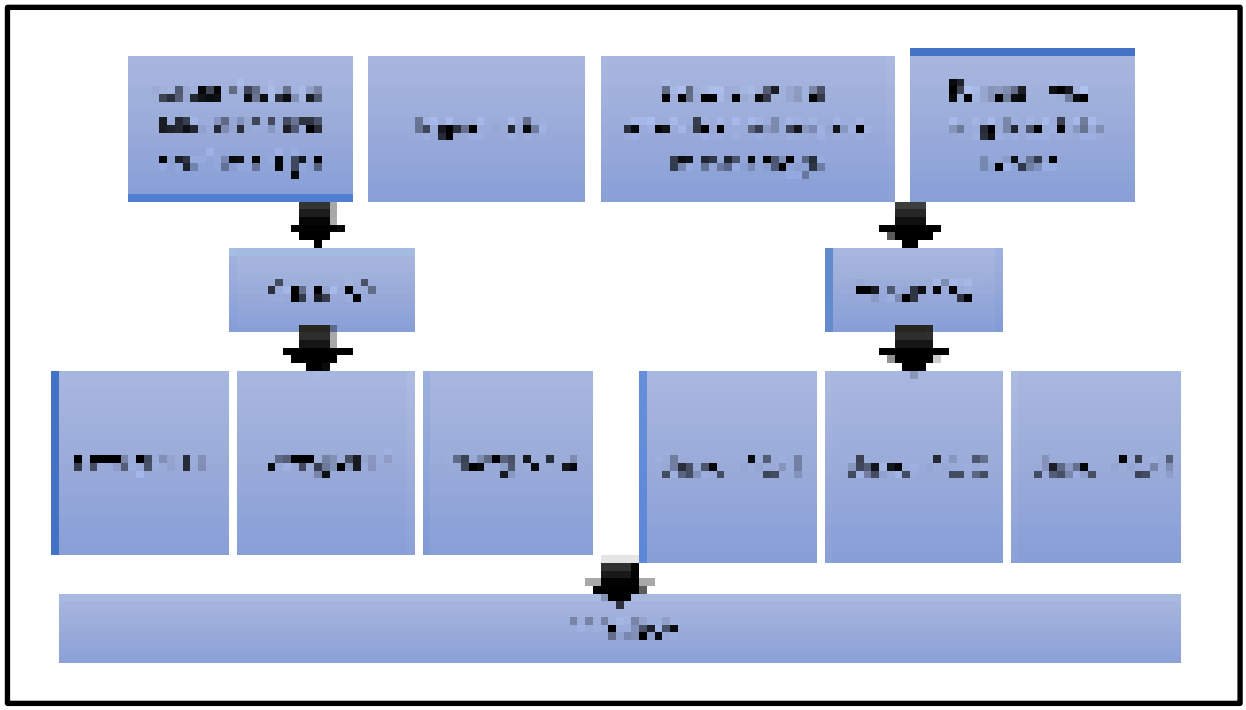
Terdapat berbagai prinsip, kriteria dan indikator dalam mewujudkan kota tangguh bencana dan berketahanan perubahan iklim (*Resilient City*). Indikator-indikator tersebut pada dasarnya membantu peneliti dan pemerintah dalam merumuskan suatu langkah-langkah strategis untuk mewujudkan *Resilient City*. Langkah-langkah strategis ini pada dasarnya bersumber dari penilaian-penilaian terhadap indikator kinerja tertentu yang dianggap merepresentasikan tingkat ketangguhan dan ketahanan kota. Sementara tingkat ketangguhan dan ketahanan kota tersebut sudah pasti merepresentasikan bagaimana tingkat kerentanan kota terhadap suatu risiko bencana yang dalam hal ini didefinisikan sebagai hubungan antara keterpaparan, sensitivitas dan kapasitas untuk beradaptasi dari elemen-elemen yang terdapat dalam suatu Kota. Adapun indikator-indikator ketangguhan dan ketahanan kota yang cukup teruji untuk digunakan dan menjadi beberapa landasan pertimbangan ilmiah dalam studi ini bersumber dari indikator yang digunakan oleh UNISDR (2014) dalam *Disaster Resilience Scorecard for Cities (10 essentials)* dan indikator Panduan Pengembangan *Resilient City* di Indonesia (2015) yang telah disusun dan dikaji oleh Kementerian Agraria dan Tata Ruang/BPN. Dengan melakukan adaptasi dan pengkajian ulang terhadap indikator-

indikator tersebut, hasil akhirnya dielaborasikan dengan hasil kajian peneliti yang juga mempertimbangkan berbagai indikator-indikator lain yang sesuai dengan karakteristik wilayah perencanaan dan tren perkembangan dan pertumbuhan kota-kota di Indonesia saat ini, khususnya Kota Surabaya, Bandung, Depok, Tangerang, Malang dan Balikpapan.

Pengurangan risiko bencana dan adaptasi perubahan iklim merupakan dua hal yang menjadi alasan pentingnya untuk menilai tingkat kerentanan suatu kota. Pendefinisian kerentanan dalam studi ini didefinisikan sebagai hubungan antara keterpaparan (*exposure*), sensitivitas (*sensitivity*) dan kapasitas untuk beradaptasi (*adaptive capacity*) dimana pada dasarnya keterpaparan dan sensitivitas memiliki hubungan positif yang membentuk kerentanan, sementara kapasitas adaptasi sebaliknya. Makin besar kapasitas adaptasi, berarti semakin kecil kerentanan dan sebaliknya semakin besar tingkat kerentanan, berarti semakin kecil kapasitas adaptasi. indikator-indikator yang digunakan akan merepresentasikan berbagai komponen tersebut. indikator penilaian ketangguhan kota dapat dilihat pada Lampiran.

METODE PERUMUSAN PROGRAM ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM DAN PENGURANGAN RISIKO BENCANA

Rencana aksi pengurangan risiko bencana maupun adaptasi perubahan iklim dirumuskan berdasarkan hasil keseluruhan analisis baik analisis terkait tinggi rendahnya risiko bencana, intensitas dan frekuensi bencana eksisting, hasil penilaian ketangguhan kota hingga proyeksi perubahan suhu dan curah hujan. Adapun hasil seluruh kajian tersebut selanjutnya diformulasikan menjadi bentuk konsep aksi adaptasi perubahan iklim dan aksi pengurangan risiko bencana yang secara umum bagan prosesnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



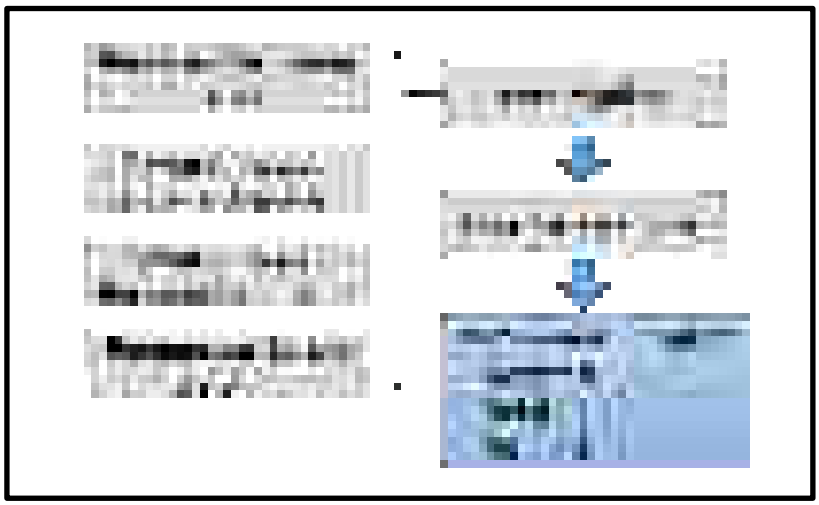
Gambar 10 Perumusan Konsep, Strategi dan Program Aksi API dan PRB

Perumusan program aksi baik untuk pengurangan risiko bencana maupun adaptasi perubahan iklim dilakukan melalui proses seperti digambarkan pada bagan di atas. Dalam rencana aksi tersebut nantinya juga akan ditetapkan lokasi-lokasi pelaksanaan program baik program API maupun PRB berdasarkan tinggi rendahnya risiko bencana serta intensitas dan frekuensi bencana. Serta dilengkapi dengan indikasi waktu pelaksanaan yang disesuaikan dengan kajian-kajian dan kebijakan yang telah ada. Berikut ini adalah bagan untuk proses perumusan lokasi khusus program aksi API dan PRB yang memiliki sedikit perbedaan dengan bagan sebelumnya.

Pada perumusan konsep aksi adaptasi perubahan iklim dan pengurangan risiko bencana, aspek penting yang diperhatikan adalah aspek-aspek yang memiliki tingkat ketangguhan indikator yang rendah pada penilaian ketangguhan kota. Selain itu, tinggi rendahnya tingkat risiko setiap bencana terhadap area kota juga diperhatikan guna mendukung rumusan konsep terkait bencana apa yang memiliki potensi risiko tinggi dan aspek apa yang perlu ditingkatkan performa atau pelayanannya sesuai dengan potensi risiko bencana yang ada di kota tersebut. Frekuensi dan intensitas bencana eksisting juga diperhatikan sebagai bahan pembanding antara potensi risiko yang ada dengan kejadian-kejadian bencana yang baru atau dalam beberapa tahun terakhir pernah terjadi. Hal ini tentunya semakin memperkuat landasan penentuan konsep API maupun PRB. Proyeksi suhu dan curah hujan juga memberikan sumbangsih yang cukup besar dalam penyesuaian program-program untuk konsep aksi adaptasi perubahan iklim di kota.

Perumusan program PRB dan API memiliki beberapa perbedaan. Dimana, program PRB dirumuskan berdasarkan persandingan dari rencana pola ruang, pola ruang eksisting, dan kawasan rawan bencana dominan. Dengan mengetahui bencana dominan pada kota, maka dapat disimpulkan fokus program yang tepat

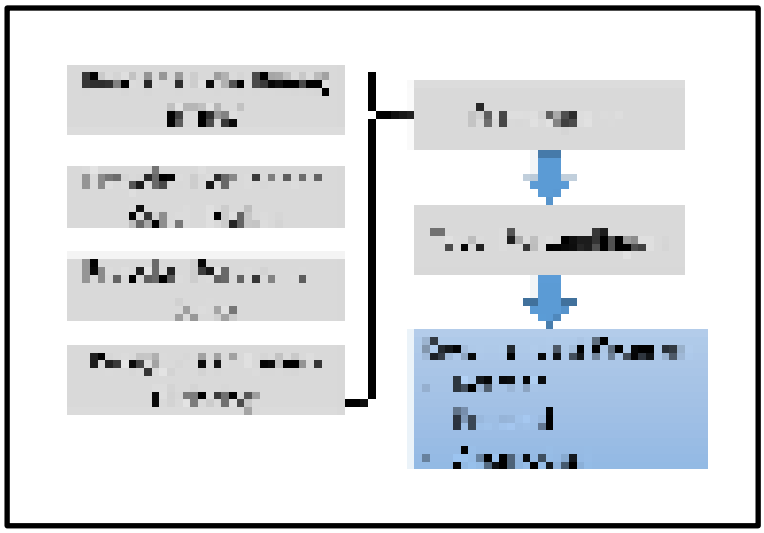
untuk menghadapi bencana tersebut. Sedangkan, pola ruang berperan sebagai penentu lokus program yang direncanakan. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut, maka dirumuskan rekomendasi program yang terdiri dari tiga kategori, yaitu: proteksi, adaptasi, dan relokasi.



Gambar 11 Bagan Proses Perumusan Program PRB

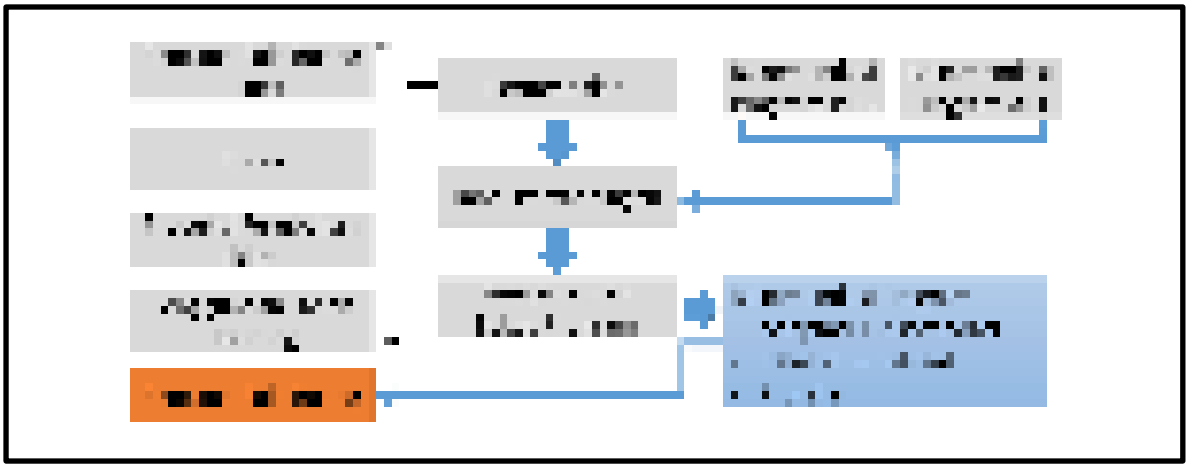
Sedangkan, program API dirumuskan berdasarkan persandingan dari rencana pola ruang, pola ruang eksisting, serta proyeksi perubahan suhu dan curah hujan. Adaptasi Perubahan Iklim (API) mengacu pada upaya persiapan yang dapat dilakukan kota dalam menghadapi perubahan iklim di masa depan. Maka, perumusan program perlu didasari oleh prediksi iklim di masa depan yang diwakili oleh perubahan suhu dan curah hujan. Perubahan suhu dan curah hujan ini berpengaruh pada banyak aspek perkotaan, seperti peningkatan risiko banjir, kekeringan, gagal panen, dsb. Sehingga, dengan memahami seberapa jauh perubahan iklim pada kota, diharapkan kota telah mempersiapkan diri

dengan tindakan pencegahan, maupun peningkatan kinerja untuk meminimalisasi dampak yang mungkin akan terjadi akibat perubahan iklim dalam bentuk program-program aksi. Sedangkan pola ruang berperan sebagai penentu lokus program yang direncanakan. Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut, maka dirumuskan rekomendasi program yang terdiri dari tiga kategori, yaitu: protektif, akomodatif, dan retreat.



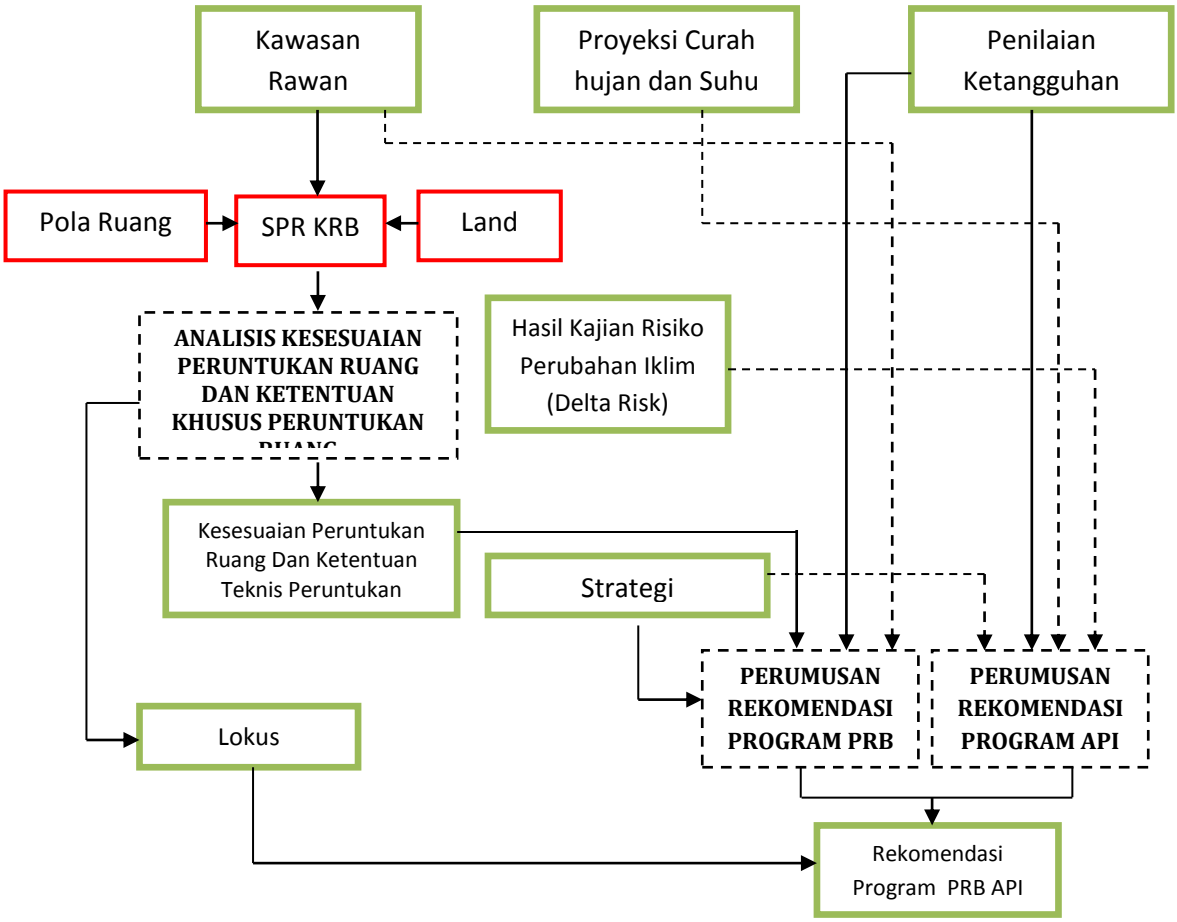
Gambar 12 Bagan Proses Perumusan Program API

Berikut adalah bagan proses perumusan program PRB dan API secara keseluruhan hingga menghasilkan rekomendasi program dan rencana pola ruang yang terintegrasi.



Gambar 13 Bagan Proses Perumusan Program PRB dan API

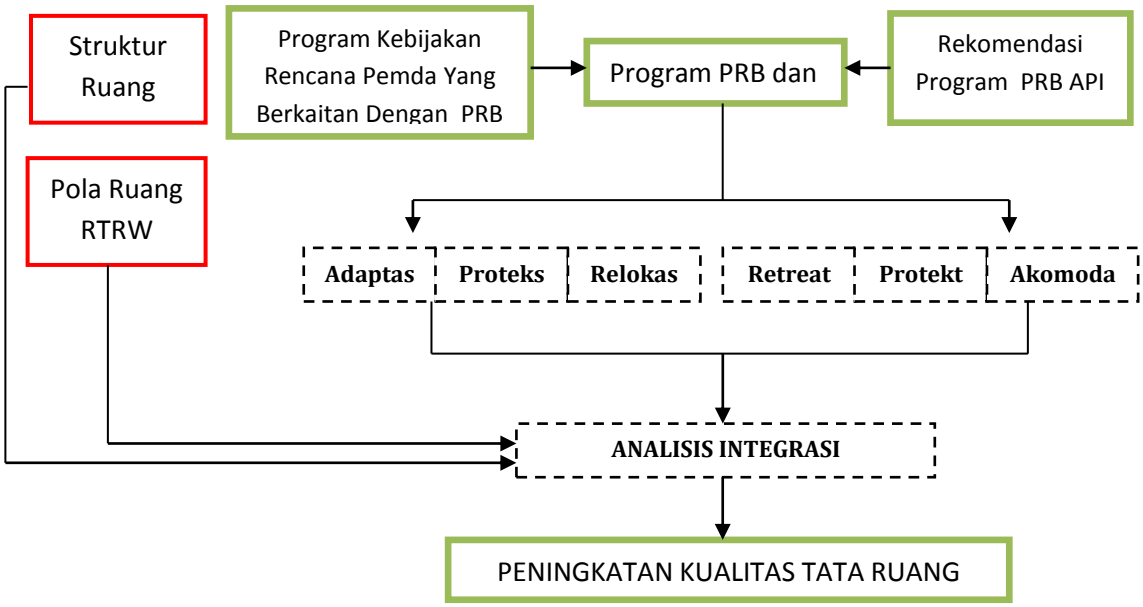
Program PRB dan API yang dirumuskan terbagi menjadi 2 jenis menurut sumbernya, yaitu program eksisting yang berasal dari kebijakan daerah serta program yang direkomendasikan dari hasil kajian. Kedua jenis program ini kemudian diintegrasikan menjadi satu kesatuan program PRB dan API yang efektif dan tepat guna. Berikut adalah skema dasar program PRB dan API setelah seluruh pertimbangan di atas dielaborasikan.



Gambar 14 Dasar Perumusan Program PRB dan API

METODOLOGI INTEGRASI PROGRAM KE DALAM PERENCANAAN TATA RUANG KOTA

Integrasi program PRB dan API dilakukan berdasarkan program-program yang telah dituangkan dalam dokumen-dokumen perencanaan sebagai salah satu upaya untuk pengurangan risiko bencana dan adaptasi perubahan iklim. Integrasi program PRB dan API dilakukan terhadap program-program yang memiliki dimensi ruang. Selanjutnya, program PRB digolongkan menjadi relokasi, adaptasi, dan proteksi yang membutuhkan ruang dan program API digolongkan menjadi retreat, protektif, dan akomodatif. Berikut ini adalah diagram integrasi PRB API:



Gambar 15 Diagram Alir Pengintegrasian *Resilient City Action Plan* ke dalam Rencana Tata Ruang Kota

Integrasi program PRB dilakukan berdasarkan program-program yang telah dituangkan dalam dokumen-dokumen perencanaan yang memiliki fungsi sebagai salah satu upaya untuk pengurangan risiko bencana. Perumusan kebijakan pengurangan risiko bencana dengan *output* berupa kebijakan mitigasi/pengurangan risiko bencana yang berdimensi ruang, yang meliputi relokasi, adaptasi, dan proteksi yang membutuhkan ruang. Program-program yang telah tertuang dan program-program rekomendasi selanjutnya digolongkan menjadi 3 (tiga) konsep tersebut. Adapun pengertian dari masing-masing adalah sebagai berikut:

a. **Tindakan Relokasi**

   Upaya penanganan kawasan rawan bencana melalui upaya pemindahan aktivitas berikut sarana prasarana penunjang aktivitas ke zona aman dari bencana.

b. **Tindakan Adaptasi**

   Upaya penanganan kawasan rawan bencana melalui teknis adaptasi melalui rekayasa teknis, ketentuan khusus untuk konstruksi bangunan, serta sistem peringatan dini (*early warning system*).

c. **Tindakan Proteksi**

   Upaya penanganan kawasan rawan bencana melalui upaya preservasi dapat berupa proteksi terhadap kawasan yang memiliki potensi rawan bencana guna meningkatkan kualitas lingkungan alami. Misalnya: pembangunan waduk, tanggul, *sea wall,* atau tembok pemecah gelombang.

Integrasi program API dilakukan berdasarkan program-program yang telah dituangkan dalam dokumen-dokumen perencanaan yang memiliki fungsi sebagai salah satu upaya untuk rencana aksi daerah dalam adaptasi perubahan iklim. Perumusan kebijakan rencana aksi daerah dalam adaptasi perubahan iklim yang berdimensi ruang, yang meliputi retreat, protektif, dan akomodatif yang membutuhkan ruang. Program-program yang telah tertuang

dan program-program rekomendasi selanjutnya digolongkan menjadi 3 (tiga) konsep tersebut. Adapun pengertian dari masing-masing adalah sebagai berikut:

a. **Tindakan *retreat***

   Upaya ini dilakukan dengan tidak melawan proses dinamika alami yang terjadi, tetapi mengalah pada proses alam dan menyesuaikan peruntukan sesuai dengan kondisi perubahan alam yang terjadi akibat perubahan iklim.

b. **Tindakan protektif**

   Upaya ini dilakukan dengan membangun bangunan-bangunan fisik untuk mengantisipasi kerawanan tersebut.

c. **Tindakan akomodatif**

   Upaya untuk berusaha menyesuaikan dengan perubahan alam akibat kenaikan perubahan iklim dengan memanfaatkan morfodinamika karakteristik wilayah tersebut.

Selanjutnya program yang sudah dirumuskan kemudian diintegrasikan dengan tata ruang yang dalam hal ini adalah pola ruang dan struktur ruang. Jenis-jenis program yang dapat diintegrasikan adalah program yang bersifat spasial dan termasuk ke dalam klasifikasi struktur ruang dan pola ruang yang mengacu pada Permen PU 17/2009.

HASIL PENGINTEGRASIAN PROGRAM ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM DAN PENGURANGAN RISIKO BENCANA KE DALAM TATA RUANG

Hasil analisis integrasi antara program ke dalam rencana tata ruang kota ditujukan untuk meningkatkan kualitas rencana tata ruang kota dan mewujudkan kota tangguh bencana dan berketahanan perubahan iklim. Hasil integrasi rencana pola ruang dan struktur ruang serta ketentuan-ketentuan khusus yang telah diintegrasikan dapat meningkatkan kemampuan kota dalam menghadapi bencana dan beradaptasi dengan perubahan iklim. Rencana struktur ruang kota hasil integrasi dan ketentuan khusus peruntukan ruang ditujukan untuk meningkatkan kapasitas dalam menghadapi bencana dan dampak perubahan iklim. Rencana pola ruang hasil integrasi ditujukan untuk menurunkan tingkat kerentanan. Integrasi ke dalam rencana tata ruang kota ini ditujukan untuk meningkatkan kualitas dalam menghadapi bencana dengan cara menurunkan risiko, dengan meningkatkan kapasitas dan menurunkan kerentanan. Sebagai contoh akan dijelaskan hasil integrasi antara program ke dalam rencana tata ruang kota yang bertujuan meningkatkan kualitas rencana tata ruang kota untuk mewujudkan kota tangguh bencana dan berketahanan perubahan iklim di Kota Surabaya terkait bahaya banjir rob mengingat bencana dominan di Kota Surabaya adalah banjir. Analisis Risiko disini memiliki perbedaan dengan analisis risiko yang dilakukan pada tahap awal. Analisis risiko yang dilakukan setelah Integrasi Program Terkait Ketangguhan Kota Terhadap Rencana Pola Ruang adalah untuk mengetahui Δ Risiko. Berikut merupakan cara perhitungan Δ Risiko:

Δ Risiko = Risiko A – Risiko B

Keterangan:

Risiko A: Risiko Setelah Integrasi Program Terkait Ketangguhan Kota ke dalam Rencana Pola Ruang

Risiko B: Risiko Sebelum Integrasi Program Terkait Ketangguhan Kota ke dalam Rencana Pola Ruang

Δ Risiko ini merepresentasikan kondisi ketangguhan kota, apabila Δ risiko bernilai positif maka nilai ketangguhan kota berpotensi meningkat dan jika bernilai negatif berarti nilai ketangguhan kota menurun. Untuk lebih jelasnya akan dibahas pada masing-masing variabel dari risiko:

1. Bahaya Banjir Rob Proyeksi

Bahaya banjir rob yang digunakan adalah hasil proyeksi bahaya banjir rob pada tahun 2030. Adapun peta bahaya banjir rob adalah sebagai berikut:

Gambar 16 Peta Proyeksi Rob Tahun 2030

2. Kerentanan

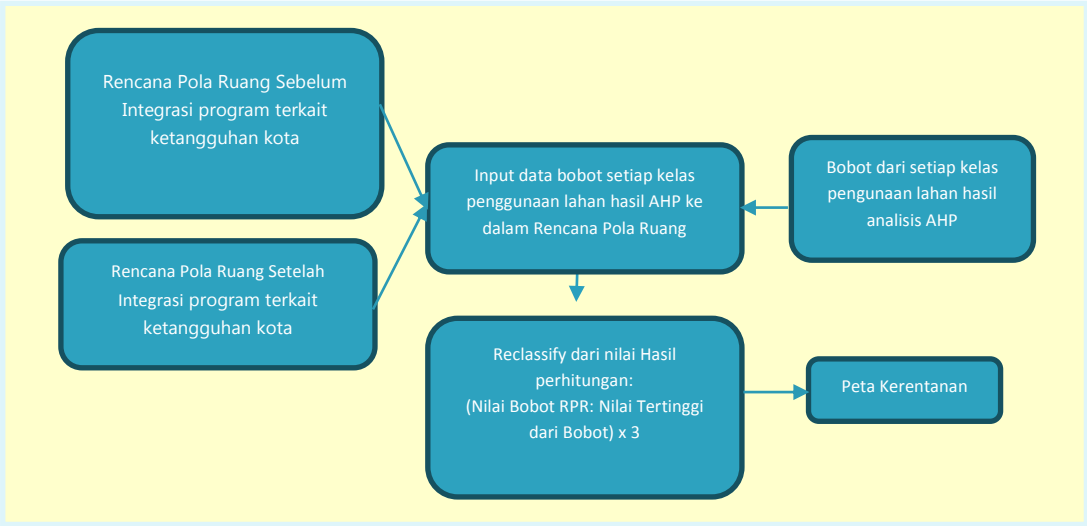
Analisis Kerentanan pada tahap ini hanya memperhitungkan rencana pola ruang sebelum proses integrasi program terkait ketangguhan kota dan rencana pola ruang sebelum integrasi program terkait ketangguhan kota. Penggunaan rencana pola ruang sebagai komponen kerentanan ditujukan untuk mengetahui kondisi kerentanan setelah integrasi program. Analisis kerentanan diperoleh dari rencana pola ruang dari RTRW Kota Surabaya dan rencana pola ruang hasil integrasi. Pembagian kelas penggunaan lahan ke dalam tingkat kerentanan didasarkan dari nilai probabilitas penggunaan lahan terkena bencana, apabila nilai kerentanan setelah integrasi program dan sebelum integrasi program meningkat maka nilai ketangguhan kota berpotensi meningkat dan berlaku sebaliknya jika nilai kerentanan menurun maka nilai ketangguhan kota berpotensi menurun. Berdasarkan perbedaan nilai probabilitas yang berbeda dari setiap kelas penggunaan lahan terkena bencana maka setiap kelas penggunaan lahan diklasifikasikan ke dalam beberapa tingkat probabilitas. Karena adanya perbedaan tingkat probabilitas, maka akan diperlukan pembobotan pada masing-masing kelas penggunaan lahan. Adapun pembobotan masing-masing kelas penggunaan lahan rencana pola ruang dari hasil analisis AHP yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

Tabel 8 Bobot Rencana Pola Ruang

No.	RPR	Nilai
1.	Permukiman	0,201
2.	Industri dan pergudangan	0,170
3.	Pelabuhan	0,126
4.	Fasilitas umum	0,094
5.	Perdagangan jasa	0,091
6.	Kawasan militer	0,078
7.	Perikanan	0,023
8.	Sempadan/perlindungan setempat	0,021
9.	Bozem	0,018
10.	Mangrove	0,009
Nilai konsistensi		0,001

Sumber: Hasil Analisis, 2016

Nilai bobot ini digunakan dasar dalam penentuan nilai kerentanan, berikut merupakan bagan yang menjelaskan analisis kerentanan:



Gambar 17 Alur Perumusan Kerentanan Setelah Integrasi Program

Berdasarkan hal tersebut berikut ini adalah peta tingkat kerentanan sebelum dan sesudah integrasi.

Gambar 18 Peta Tingkat Kerentanan Banjir Rob Sebelum Integrasi Program Terkait Ketangguhan Kota Terhadap Rencana Pola Ruang

Gambar 19 Peta Tingkat Kerentanan Banjir Rob Setelah Integrasi Program Terkait Ketangguhan Kota Terhadap Rencana Pola Ruang

3. Kapasitas

Penilaian tingkat kapasitas didasarkan pada parameter penilaian kapasitas yang telah dijabarkan, sebagai berikut:

Tabel 9 Parameter Kapasitas

Parameter	Bobot	Kelas		
		Rendah	Sedang	Tinggi
Ketersediaan Alokasi Sumber Daya	100	<0,33	0,33-0,66	>0,66
Ketersediaan Program Terkait Pengurangan Risiko Bencana				
Pelaksanaan Penyuluhan dan Sosialisasi				
Tingkat Pertumbuhan Permukiman				
Ketersediaan Program Simulasi Bencana				

Sumber: Perka BNPB No. 2 Tahun 2012

Penilaian kapasitas sebelum integrasi didasarkan pada penilaian kapasitas eksisting dan penilaian kapasitas setelah integrasi didasarkan pada ketentuan khusus peruntukan lahan dan hasil integrasi rencana struktur ruang. Adapun kapasitas yang mengalami perubahan proyeksi setelah integrasi adalah peningkatan pada Ketersediaan alokasi sumber daya. Indikator tersebut dapat dikategorikan menjadi 3 (tiga) kelas yakni rendah, sedang dan tinggi dimana:

a. Rendah : tidak tersedia peralatan maupun SDM/Organisasi/Forum
b. Sedang : tersedia salah satu antara peralatan atau SDM/Organisasi/Forum
c. Tinggi : tersedia peralatan dan SDM/Organisasi/Forum

Berdasarkan perbandingan kedua peta tersebut, terlihat bahwa melalui kajian ini terdapat rekomendasi pembangunan infrastruktur pengurang risiko bencana, seperti:

a. Sumur resapan
b. *Flood proofing*
c. Bangunan tahan banjir
d. Drainase sistem polder
e. Teknologi penyerapan air

Program rekomendasi terkait pengurangan risiko baik dalam bentuk proteksi, adaptasi ataupun relokasi memiliki korelasi positif terhadap peningkatan kapasitas yang sangat berhubungan dengan salah satu parameter penyusun kapasitas yaitu ketersediaan program terkait pengurangan risiko bencana. Adapun hasil penilaian kapasitas di Kota Surabaya sebelum dan sesudah integrasi program terkait ketangguhan kota ke dalam rencana struktur dan pola ruang adalah sebagai berikut:

Gambar 20 Peta Kapasitas Sebelum Integrasi Program Terkait Ketangguhan Kota ke dalam Rencana Struktur dan Pola Ruang

Gambar 21 Peta Kapasitas Hasil Integrasi Program Terkait Ketangguhan Kota ke dalam Rencana Struktur dan Pola Ruang

4. Risiko

Berdasarkan hal tersebut, peningkatan kualitas rencana tata ruang kota ini dapat dilihat berdasarkan hasil analisis risiko antara RTRW Kota Surabaya dan rencana tata ruang setelah diintegrasikan dengan program-program PRB dan API. Peta KRB proyeksi yang digunakan adalah peta proyeksi bencana banjir rob tahun 2030 telah dirumuskan dari permodelan. Berikut ini adalah perbandingan peta hasil analisis risiko antara rencana tata ruang kota dari RTRW Kota Surabaya dengan rencana tata ruang hasil integrasi:

Gambar 22 Peta Perbandingan Risiko Proyeksi Banjir Rob Tahun 2030 Antara RTRW Kota Surabaya dan Rencana Tata Ruang Setelah Integrasi Program Terkait Ketangguhan Kota ke dalam Rencana Pola Ruang

Berdasarkan perbandingan peta di atas, berikut ini adalah tabel hasil perbandingan luas antara risiko proyeksi sebelum integrasi dan setelah integrasi program PRB dan API ke dalam rencana tata ruang:

Tabel 10 Perbandingan Risiko Proyeksi Tahun 2030 Sebelum dan Setelah Integrasi Program PRB dan API ke dalam Rencana Pola Ruang dan Struktur Ruang

Kecamatan	Rendah (Ha)		Sedang (Ha)		Tinggi (Ha)	
	Baseline	**Proyeksi**	***Baseline***	**Proyeksi**	***Baseline***	**Proyeksi**
Kecamatan Asem Rowo	295.72	352.95	34.44	278.89	1202.63	901.04
Kecamatan Benowo	714.45	803.08	62.85	477.27	1742.54	1239.47
Kecamatan Bubutan	209.05	322.37	113.77	67.85	67.40	0.00
Kecamatan Bulak	90.51	336.32	303.80	274.47	229.14	12.65
Kecamatan Dukuh Pakis	1055.67	1055.67	0	0	0	0
Kecamatan Gayungan	589.35	589.35	0	0	0	0
Kecamatan Genteng	343.98	413.26	69.29	0	0	0
Kecamatan Gubeng	757.08	765.67	8.65	14.23	28.87	14.70
Kecamatan Gununganyar	886.95	907.40	23.92	112.72	109.34	0
Kecamatan Jambangan	409.81	409.81	0	0	0	0
Kecamatan Karangpilang	997.60	997.60	0	0	0	0
Kecamatan Kenjeran	78.77	330.34	434.09	522.16	351.20	11.68
Kecamatan Krembangan	242.22	329.30	88.38	434.17	541.53	108.66
Kecamatan Lakarsantri	1927.19	1927.19	0	0	0	0
Kecamatan Mulyorejo	1019.03	1090.78	64.08	458.70	657.23	190.85

Kecamatan	Rendah (Ha)		Sedang (Ha)		Tinggi (Ha)	
	Baseline	**Proyeksi**	***Baseline***	**Proyeksi**	***Baseline***	**Proyeksi**
Kecamatan Pabean Cantian	238.17	375.63	137.76	165.98	166.20	0.49
Kecamatan Pakal	1362.22	1502.62	225.09	269.76	317.42	132.28
Kecamatan Rungkut	1803.93	1843.84	38.89	452.53	453.56	0
Kecamatan Sambikerep	1723.09	1723.09	0	0	0	0
Kecamatan Sawahan	511.57	570.30	58.74	145.52	145.80	0.29
Kecamatan Semampir	131.61	289.46	152.26	542.16	598.78	51.04
Kecamatan Simokerto	236.76	246.66	10.10	20.21	23.17	3.17
Kecamatan Sukolilo	2514.45	2527.10	11.23	488.50	489.93	0
Kecamatan Sukomanunggal	738.62	738.03	0.02	164.18	190.67	27.10
Kecamatan Tambaksari	430.15	515.05	85.75	298.49	368.22	70.58
Kecamatan Tandes	502.82	527.35	25.98	287.74	448.65	162.35
Kecamatan Tegalsari	378.09	428.71	50.58	2.02	2.05	0
Kecamatan Tenggilis Mejoyo	580.36	582.22	1.95	0.42	0.33	0
Kecamatan Wiyung	1105.09	1105.09	0	0	0	0
Kecamatan Wonocolo	652.24	652.24	0	0	0	0
Kecamatan Wonokromo	828.02	828.02	0	0	0	0
Total	**23354.57**	**25086.52**	**2001.61**	**5477.97**	**8134.64**	**2926.36**

Sumber: Hasil Analisis, 2016

Berdasarkan hasil analisis diatas diketahui bahwa luasan wilayah dengan tingkat risiko rendah dan sedang mengalami peningkatan, dan luasan wilayah dengan tingkat risiko tinggi mengalami penurunan setelah integrasi program-program PRB dan API ke dalam RTRW, yakni dari 8.134,64 Ha turun menjadi 2.926,36 Ha. Adapun rincian dari persentase secara perbandingan tingkat risiko antara sebelum dan setelah integrasi adalah sebagai berikut:

Tabel 11 Perubahan Luas Wilayah dengan Tingkat Risiko Banjir Rob Sebelum dan Setelah Integrasi Program PRB dan API Ke dalam RTRW

TINGKAT RISIKO	LUAS (HA)	PERUBAHAN	PERSENTASE PERUBAHAN
Rendah	23.354,57	1.731,95	5,17%
	25.086,52		
Sedang	2.001,61	3.476,36	10,38%
	5.477,97		
Tinggi	8.134,64	5.208,29 (Menurun)	15,55%
	2.926,36		

Sumber: Hasil Analisis, 2016

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa penurunan risiko sebelum dan sesudah integrasi sebesar 15,55% dari tingkat risiko tinggi menjadi tingkat risiko sedang dan rendah. Peningkatan risiko sedang dan rendah masing-masing sebesar 10,38% dan 5,17%. Maka, dapat ditarik kesimpulan bahwa upaya peningkatan kualitas tata ruang dapat meningkatkan ketangguhan kota terhadap bencana dan perubahan iklim sebesar 15,55%.

DAFTAR PUSTAKA

Kajian dan Penelitian

Annamalai, et al. 2006. *The South Asian Summer Monsoon and its Relationship with ENSO in the IPCC AR4 Simulation*. J Climate 20:1071-1092

Awotona, Adenrele. 1997. *Reconstruction After Disaster*. England

Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana dan Penanganan Pengungsi (Bakornas PBP). 2002. *Arahan Kebijakan Mitigasi Bencana Perkotaan di Indonesia*. Jakarta: Bakornas PBP

Darmawan, Surya. 2008. *Arahan Pemanfaatan Ruang sebagai Masukan dalam Pengendalian Bencana Gerakan Tanah di Wilayah Kabupaten*. Bandung: ITB

IPCC. 2014. *Climate Change 2014. Synthesis Report*. Geneva: The Intergovernmental Panel On Climate Change

ISDR. 2004. *Living With Risk A Global Review Of Disaster Reduction Initiatives*. Geneva: United Nations

Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/ Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas). 2014. *Rencana Aksi Nasional Adaptasi Perubahan Iklim (Ran-Api)*. Jakarta: Bappenas

Kementerian Agraria dan Tata Ruang/BPN, Direktorat Jenderal Tata Ruang – Direktorat Penataan Kawasan. 2015. *Kajian Pengembangan Konsep Resilient City di Indonesia*. Jakarta: Kementrian Agraria dan Tata Ruang/BPN

Pusat Perubahan Iklim Institut Teknologi Bandung. 2016. *Pedoman Integrasi Adaptasi Perubahan Iklim Ke dalam Perencanaan Tata Ruang*. Jakarta: Kementrian Agraria Dan Tata Ruang. ResilientCity.org

San-Martin, D., A.S. Cofino, S. Herrera, and J.M. Gutierez. 2008. *The ENSEMBLES Statistical Downscaling Portal An End-to-End Tool for Regional Impact Studies*, Preprint submitted to Environmental Modelling and & Software (1 July 2008).

Schneider, S. 2002. *Can we estimate the likelihood of climatic changes at 2100*. Climatic Change, 52, 441-451

Sutikno. 1994. *Pendekatan Geomorfologi untuk Mitigasi Bencana Alam Akibat Gerakan Massa Tanah Atau Batuan*. Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM

Shaw, J., Taylor, R.B., Forbes, D.L., Ruz, M.H. and Solomon, S. 2009. *Sensitivity of the Canadian Coast to Sea-Level Rise*. Geol Surv Can Bull 505:114

UNISDR.2014. *Disaster Resilience Scorecard for Cities*. Geneva : UNISDR

UNDP (Empowered Lives Resilient Nations), Pemerintah Kota Makasar dan Kota Kita (*A City For All*). 2015. *Rencana Aksi Daerah Untuk Adaptasi Perubahan Iklim dan Pengurangan Risiko Bencana (RAD-API-PRB) Kota Makassar*. Jakarta : UNDP

USAID. 2014. *Kajian Kerentanan Terhadap Perubahan Iklim Kota Manado*. Jakarta : USAID

Ward, C. 2007. '*Deisel-Driven Bee Slums and Impotent Turkeys: The Case for Resilience*'. *http://www.resilientcity.org/index.cfm?id=11449*. Di akses tahun 2016

Wilby, R.L., S. Charles, L.O. Mearns, P. Whetton, E. Zorito, B. Timbal. 2004. *Guidelines for use of climate scenarios developed from statistical downscaling methods, IPCC Task Group on Data and Scenario Support for Impacts and Climate Analysis (TGCIA),* (http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/guidelines/StatDown_Guide.pdf) diakses tahun 2016

Peraturan dan Kebijakan

Undang-Undang Republik Indonesia No 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana

Undang-Undang Republik Indonesia No.26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2015 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015-2019

Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 12 Tahun 2014 Tentang RTRW Kota Surabaya 2014-2034

LAMPIRAN

Tabel Indikator Penilaian Ketangguhan Kota

Indikator	Parameter					Keterangan
	1	2	3	4	5	
Tata Ruang						
Pemetaan kawasan rawan bencana untuk seluruh jenis bencana [2]	Seluruh jenis bencana belum terpetakan	4-5 bencana belum terpetakan	2-3 bencana belum terpetakan	Salah satu bencana belum terpetakan	Seluruh bencana terpetakan	Jumlah peta KRB daerah studi
Keberadaaan rencana pola ruang permukiman terhadap area rawan bencana gunung api [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana gunung api kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang permukiman terhadap area rawan bencana tsunami [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana tsunami kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang permukiman terhadap area rawan bencana banjir [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana banjir kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang permukiman terhadap area rawan bencana gempa bumi [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana gempa kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang permukiman terhadap area rawan bencana longsor [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana longsor kategori rendah, sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang permukiman terhadap area rawan bencana kekeringan [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana kekeringan kategori agak kering dan kering terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang industri terhadap area rawan bencana gunung api [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana gunung api kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang industri terhadap area rawan bencana tsunami [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana tsunami kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan

Indikator	Parameter					Keterangan
	1	2	3	4	5	
Keberadaaan rencana pola ruang industri terhadap area rawan bencana banjir [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana banjir kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang industri terhadap area rawan bencana gempa bumi [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana gempa kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang industri terhadap area rawan bencana longsor [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana longsor kategori rendah, sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang industri terhadap area rawan bencana kekeringan [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana kekeringan kategori agak kering dan kering terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang Jasa, Kantor dan Pelayanan Umum terhadap area rawan bencana gunung api [2]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana gunung api kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang Jasa, Kantor dan Pelayanan Umum terhadap area rawan bencana tsunami [2]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana tsunami kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang Jasa, Kantor dan Pelayanan Umum terhadap area rawan bencana banjir [2]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana banjir kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang Jasa, Kantor dan Pelayanan Umum terhadap area rawan bencana gempa bumi [2]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana gempa kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang Jasa, Kantor dan Pelayanan Umum terhadap area rawan bencana longsor [2]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana longsor kategori rendah, sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang Jasa, Kantor dan Pelayanan Umum terhadap area rawan	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana kekeringan kategori agak kering dan kering terhadap luas keseluruhan

Indikator	Parameter					Keterangan
	1	2	3	4	5	
bencana kekeringan [2]						
Keberadaaan rencana pola ruang Infrastruktur dasar terhadap area rawan bencana gunung api [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana gunung api kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang Infrastruktur dasar terhadap area rawan bencana tsunami [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana tsunami kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang Infrastruktur dasar terhadap area rawan bencana banjir [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana banjir kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang Infrastruktur dasar terhadap area rawan bencana gempa bumi [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana gempa kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang Infrastruktur dasar terhadap area rawan bencana longsor [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana longsor kategori rendah, sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan rencana pola ruang Infrastruktur dasar terhadap area rawan bencana kekeringan [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana kekeringan kategori agak kering dan kering terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang permukiman eksisting terhadap area rawan bencana gunung api [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana gunung api kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang permukiman eksisting terhadap area rawan bencana tsunami [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana tsunami kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang permukiman eksisting terhadap area rawan bencana banjir [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana banjir kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang permukiman eksisting terhadap area rawan bencana	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana gempa kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan

Indikator	Parameter					Keterangan
	1	2	3	4	5	
gempa bumi [3]						
Keberadaaan ruang permukiman eksisting terhadap area rawan bencana longsor [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana longsor kategori rendah, sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang permukiman eksisting terhadap area rawan bencana kekeringan [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana kekeringan kategori agak kering dan kering terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang industri eksisting terhadap area rawan bencana gunung api [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana gunung api kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang industri eksisting terhadap area rawan bencana tsunami [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas diarea rawan bencana tsunami kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang industri eksisting terhadap area rawan bencana banjir [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana banjir kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang industri eksisting terhadap area rawan bencana gempa bumi [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana gempa kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang industri eksisting terhadap area rawan bencana longsor [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana longsor kategori rendah, sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang industri eksisting terhadap area rawan bencana kekeringan [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana kekeringan kategori agak kering dan kering terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang Jasa, Kantor dan Pelayanan Umum eksisting terhadap area rawan bencana gunung api [2]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana gunung api kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang Jasa, Kantor dan Pelayanan Umum eksisting terhadap area rawan bencana tsunami [2]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana tsunami kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan

Indikator	Parameter					Keterangan
	1	2	3	4	5	
Keberadaaan ruang Jasa, Kantor dan Pelayanan Umum eksisting terhadap area rawan bencana banjir [2]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana banjir kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang Jasa, Kantor dan Pelayanan Umum eksisting terhadap area rawan bencana gempa bumi [2]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana gempa kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang Jasa, Kantor dan Pelayanan Umum eksisting terhadap area rawan bencana longsor [2]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana longsor kategori rendah, sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang Jasa, Kantor dan Pelayanan Umum eksisting terhadap area rawan bencana kekeringan [2]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana kekeringan kategori agak kering dan kering terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang Infrastruktur dasar eksisting terhadap area rawan bencana gunung api [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana gunung api kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang Infrastruktur dasar eksisting terhadap area rawan bencana tsunami [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana tsunami kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang Infrastruktur dasar eksisting terhadap area rawan bencana banjir [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana banjir kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang Infrastruktur dasar eksisting terhadap area rawan bencana gempa bumi [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana gempa kategori sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang Infrastruktur dasar eksisting terhadap area rawan bencana longsor [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana longsor kategori rendah, sedang dan tinggi terhadap luas keseluruhan
Keberadaaan ruang Infrastruktur dasar eksisting terhadap area rawan bencana kekeringan [3]	>80% di zona rawan	60-80% di zona rawan	40-60% di zona rawan	20-40% di zona rawan	<20% di zona rawan	Perbandingan luas di area rawan bencana kekeringan kategori agak kering dan kering terhadap luas keseluruhan
Infrastruktur Dasar						

Indikator	Parameter					Keterangan
	1	2	3	4	5	
Ketersediaan dan penerapan instalasi pelindung terhadap infrastruktur dasar (Instalasi air bersih, Listrik dan Telekomunikasi) pada saat terjadi bencana [2]	<20% Infrastruktur terinstalasi pelindung	20%-40% Infrastruktur terinstalasi pelindung	40%-60% Infrastruktur terinstalasi pelindung	60%-80% Infrastruktur terinstalasi pelindung	>80% Infrastruktur terinstalasi pelindung	Jumlah infrastruktur (air bersih, gardu listrik, menara BTS) yang terinstalasi pelindung bencana. (Jumlah instalasi/jumlah infrastruktur) x 100%
Luasan jangkauan dari system peringatan dini (EWS) [2]	Jangkauan area rawan bencana <20%	Jangkauan area rawan bencana 20%-40%	Jangkauan area rawan bencana 40%-60%	Jangkauan area rawan bencana 60%-80%	Jangkauan area rawan bencana >80%	(Luas jangkauan total EWS/Luas Area rawan Bencana) x 100%
Presentase pemakaian listrik pada area rawan bencana dominan [2]	>80% di area rawan bencana	61-80% di area rawan bencana	41-60% di area rawan bencana	20-40 % di area rawan bencana	<20% di area rawan bencana	(Panjang jaringan listrik diarea rawan bencana dominan/panjang total jaringan listrik) x 100%
Ketersediaan fasilitas komunikasi berbasis kabel tanpa rintangan [2]	<20% pemakaian berfungsi normal	20-40 % pemakaian berfungsi normal	41-60% pemakaian berfungsi normal	61-80% pemakaian berfungsi normal	>80% pemakaian berfungsi normal	(Panjang ruas jaringan kabel yang tidak mengalami gangguan saat terjadi bencana/panjang total) x 100%
Tersedianya akses air bersih dan adanya kepastian kualitas air minum yang layak [2]	<20% pemakaian berfungsi normal	20-40% pemakaian berfungsi normal	41-60% pemakaian berfungsi normal	61-80% pemakaian berfungsi normal	>80% pemakaian berfungsi normal	(Panjang ruas jaringan air bersih dipermukiman yang tidak terganggu/panjang total) x 100%
Kapasitas cadangan sumber air yang terlindungi cukup untuk melayani wilayah rawan bencana [2]	Cadangan air <20%	Cadangan air 20-40%	Cadangan air 41-60%	Cadangan air 61-80%	Cadangan air >80%	(Jumlah cadangan air bersih/jumlah kebutuhan air bersih) x 100%
Kapasitas drainase kota [2]	<20% limpasan air hujan	20-40% limpasan air hujan	41-60% limpasan air hujan	61-80% limpasan air hujan	>80% limpasan air hujan	(Kapasitas total drainase diarea rawan bencana banjir/rata-rata limpasan hujan maksimal) x 100%
Gangguan Pelayanan Air bersih Kota [2]	Terjadi gangguan > 5 hari	Terjadi gangguan 48 jam – 5 hari	Terjadi gangguan 24-48 jam	Terjadi gangguan beberapa jam	Tidak terjadi gangguan	Rekam gangguan pelayanan air bersih terburuk karena bencana
Kondisi jalan dan pelayanannya [2]	<20% berfungsi normal	20-40% berfungsi normal	41-60% berfungsi normal	61-80% berfungsi normal	>80% berfungsi normal	(Panjang jalan dengan kondisi baik/total panjang jalan) x 100%
Kualitas jembatan dan pelayanannya [2]	<20% berfungsi normal	20-40% berfungsi normal	41-60% berfungsi normal	61-80% berfungsi normal	>80% berfungsi normal	(Jumlah jembatan yang berfungsi normal/jumlah total jembatan) x 100%
Fungsi pelayanan dari jalur rel kereta api [2]	<20% berfungsi normal	20-40% berfungsi normal	41-60% berfungsi normal	61-80% berfungsi normal	>80% berfungsi normal	(Jumlah jembatan yang berfungsi normal/jumlah total jembatan) x 100%

Indikator	Parameter					Keterangan
	1	2	3	4	5	
Kapasitas operasional stasiun [2]	<20% kapasitas maksimal	20-40% kapasitas maksimal	41-60% kapasitas maksimal	61-80% kapasitas maksimal	>80% kapasitas maksimal	(Jumlah penumpang operasional maksimal/kapasitas operasional maksimal) x 100%
Kapasitas operasional terminal [2]	<20% kapasitas maksimal	20-40% kapasitas maksimal	41-60% kapasitas maksimal	61-80% kapasitas maksimal	>80% kapasitas maksimal	(Jumlah penumpang operasional maksimal/kapasitas operasional maksimal) x 100%
Kapasitas operasional bandar udara [2]	<20% kapasitas maksimal	20-40% kapasitas maksimal	41-60% kapasitas maksimal	61-80% kapasitas maksimal	>80% kapasitas maksimal	(Jumlah penumpang operasional maksimal/kapasitas operasional maksimal) x 100%
Kapasitas operasional pelabuhan [2]	<20% kapasitas maksimal	20-40% kapasitas maksimal	41-60% kapasitas maksimal	61-80% kapasitas maksimal	>80% kapasitas maksimal	(Jumlah penumpang operasional maksimal/kapasitas operasional maksimal) x 100%
Kapasitas prasarana persampahan [2]	<20% produksi sampah	20%-40% produksi sampah	40%-60% produksi sampah	60%-80% produksi sampah	>80% produksi sampah	(Volume produksi sampah harian/kapasitas maksimal TPA) x 100%
Status pemenuhan *backlog* rumah [3]	<20% terpenuhi	20-40% terpenuhi	41-60% terpenuhi	61-80% terpenuhi	>80% terpenuhi	(Jumlah pemenuhan rumah eksiting/total backlog perumahan) x 100%
Fasilitas Pelayanan Publik						
Pelayanan RS/Puskesmas/ Klinik/Apotek baik milik pemerintah maupun swasta kepada masyarakat [3]	<20% masyarakat terlayani	20%-40 % masyarakat terlayani	40%-60% masyarakat terlayani	60%-80% masyarakat terlayani	>80% masyarakat terlayani	(Jumlah total penduduk terlayani berdasarkan SPM tiap fasilitas kesehatan/jumlah total penduduk) x 100%
Cakupan area yang terlayani oleh pelayanan kesehatan [3]	>20% area kota	20-40 % area kota	40%-60% area kota	60%-80% area kota	>80% area kota	(Luas radius total pelayanan fasilitas kesehatan/luas total area kota) x 100%
Tersedianya tenaga pengajar untuk siswa usia sekolah [4]	>80% kekurangan	60%-80 % kekurangan	40%-60% kekurangan	20%-40% kekurangan	<20% kekurangan	(Jumlah guru saat ini/total kebutuhan guru) x 100%
Cakupan area yang terlayani oleh fasilitas pelayanan pendidikan [4]	>20% area Kota	20-40 % area Kota	40%-60% area Kota	60%-80% area Kota	>80% area Kota	(Luas radius total pelayanan fasilitas pendidikan/luas total area kota) x 100%
Presentase jumlah hari yang diliburkan dari kegiatan pendidikan karena	>20% hari belajar mengajar hilang	10%-20% hari belajar mengajar hilang	5%-10% hari belajar mengajar hilang	1%-5% hari belajar mengajar hilang	Tidak ada hari belajar mengajar hilang	(Rekam jumlah hari libur terburuk karena bencana/total hari berlajar

Indikator	Parameter					Keterangan
	1	2	3	4	5	
bencana [4]						mengajar) x 100%
Cakupan lembaga keuangan/ bank yang melayani masyarakat [2]	>20% area Kota	20-40 % area Kota	40%-60% area Kota	60%-80% area Kota	>80% area Kota	(Luas radius total pelayanan fasilitas keuangan/luas total area kota) x 100%
Kontunuitas fungsi administrasi pemerintahan [2]	Terjadi gangguan >5 hari	Terjadi gangguan 48 jam-5 hari	Terjadi gangguan 24-48 jam	Terjadi gangguan beberapa jam	Tiidak terjadi gangguan	(Rekam jumlah hari gangguan pelayanan pemerintah terburuk karena bencana/total hari berlajar mengajar) x 100%
Tersedianya fasilitas perdagangan (pasar) yang dapat melayani masyarakat [2]	>20% masyarakat	20-40 % masyarakat	40%-60% masyarakat	60%-80% masyarakat	>80% masyarakat	(Jumlah total penduduk terlayani berdasarkan SPM tiap fasilitas pasar/jumlah total penduduk) x 100%
Sosial Ekonomi						
Mata pencaharian utama penduduk [3]	<20% di sektor formal	20%-40% di sektor formal	40%-60% di sektor formal	60%-80% di sektor formal	>80% di sektor formal	(Jumlah penduduk yang bekerja disektor formal/jumlah total penduduk) x 100%
Tingkat partisipasi relawan disetiap organisasi untuk masyarakat [2]	Tidak ada relawan tetap	Partisipasi 20-40 relawan	Partisipasi 40-60 relawan	Partisipasi 60-80 relawan	Partisipasi >80 relawan	Jumlah total relawan tetap disetiap organisasi
Penelitian, Teknologi dan Ekosistem						
Pelaksanaan kegiatan kajian dan studi ilmiah mengenai perubahan iklim di Kota [4]	Belum terlaksana	-	Sedang dalam proses	-	Telah Terlaksana	Tahap penyusunan KRAPI
Adanya penerapan teknologi sistem informasi geografis untuk informasi kebencanaan [4]	Belum ada penerapan	-	Sedang dalam proses	-	Telah memiliki aplikasi sistem informasi	Penerapan GIS dalam penyediaan data-data kebencanaan dan perubahan iklim di SKPD daerah
Keaktualan data terkait kebencanaan dan perubahan iklim [4]	*Update* 10 tahun terakhir	*Update* 8 tahun terakhir	*Update* 5 tahun terakhir	*Update* 3 tahun terakhir	*Update* 1 tahun terakhir	Jelas
Pelaksanaan identifikasi wilayah kritis yang membutuhkan perlindungan dan pelestarian guna mengurangi potensi risiko bencana di kota [4]	Belum terlaksana	-	Sedang dalam proses	-	Telah Terlaksana	Penyusunan dokumen KLHS
Perencanaan dan Perizinan						

Indikator	Parameter					Keterangan
	1	2	3	4	5	
Ketersediaan dokumen perencanaan khusus mengenai penanggulangan bencana di daerah [2]	RPB tidak ada	RPB dalam inisiasi penyusunan	RPB dalam proses penyusunan	RPB berupa *draft*	RPB ada	Jelas
Ketersediaan rencana aksi penanggulangan bencana di daerah [2]	RAD-RPB tidak ada	RAD-RPB dalam inisiasi penyusunan	RAD-RPB dalam proses penyusunan	RAD-RPB berupa *draft*	RAD-RPB ada	Jelas
Ketersediaan rencana aksi perubahan iklim di daerah [2]	RAD-API tidak ada	RAD-API dalam inisiasi penyusunan	RAD-API dalam proses penyusunan	RAD-API berupa *draft*	RAD-API ada	Jelas
Tersedianya dokumen rencana skenario pemulihan paska bencana [2]	Tidak ada	Dalam inisiasi penyusunan	Dalam proses penyusunan	Berupa *draft*	Ada	Jelas
Ketersediaan rencana tata ruang yang telah terintegrasi dengan upaya pengurangan risiko bencana dan adaptasi perubahan ilkim [2]	Belum Terintegrasi	-	Proses Integrasi	-	Telah Terintegrasi	Jelas
Tingkat penerapan perizinan tata ruang kota mengenai implementasi bangunan tahan bencana pada berbagai jenis bangunan [2]	< 60% penerapan	60–70% Penerapan	70 – 80% penerapan	80-90% penerapan	> 90% penerapan	(Jumlah penerapan perizinan khusus berupa berupa unit bangunan tahan bencana/jumlah total target pembangunan) x 100%
Kemampuan Dasar Stakeholder						
Adanya pemahaman tentang bahaya dan kerentanan [4]	<20% masyarakat paham	20%-40% masyarakat paham	40%-60% masyarakat paham	60%-80% masyarakat paham	>80% masyarakat paham	-
Partisipasi program pelatihan kebencanaan dari Kota untuk seluruh stakeholder [4]	Partisipasi <20%	Partisipasi 20%-40%	Partisipasi 40%-60%	Partisipasi 60%-80%	Partisipasi >80%	(Rata-rata jumlah peserta yang hadir dalam setiap pelatihan/rata-rata kuota maksimal peserta dalam setiap pelatihan) x 100%
Intensitas pelatihan kebencanaan [4]	>2 tahun sekali	1-2 tahun sekali	6-12 bulan sekali	4-6 bulan sekali	2-3 bulan sekali	Jelas
Ketersediaan simulasi mitigasi bencana [2]	Tidak tersedia sesi simulasi mitigasi	-	Berupa inisasi pengadaan sesi simulasi mitigasi	-	Terdapat sesi simulasi mitigasi	Jelas

Indikator	Parameter					Keterangan
	1	2	3	4	5	
Keterlibatan masyarakat rentan dalam pelatihan dan simulasi mitigasi bencana [2]	<20% terlibat	20%-40% terlibat	40%-60% terlibat	60%-80% terlibat	>80% terlibat	(Jumlah masyarakat rentan yang datang pelatihan/jumlah target total) x 100%
Partisipasi aktif masyarakat melalui organisasi relawan penanggulangan bencana [2]	Tidak organisasi relawan	1–2 Organisasi	3-4 Organisasi	5–6 Organisasi	>6 Organisasi	Jelas
Kelembagaan dan Anggaran						
Ketersediaan rencana dan prosedur untuk penyaluran donasi dan bantuan keuangan [2]	Tidak terdapat	Dalam inisiasi penyusunan	Dalam proses penyusunan	Berupa *Draft*	Tersedia	Dokumen khusus yang berupa prosedur untuk penyaluran donasi dan bantuan keuangan di daerah
Cadangan dana darurat dalam anggaran APBD yang bersifat tidak habis apabila ada bencana [2] [3]	<20% dari total kebutuhan	20%-40% dari total kebutuhan	40%-60% dari total kebutuhan	60%-80% dari total kebutuhan	>80% dari total kebutuhan	(Jumlah nilai anggaran untuk dana tidak terduga /rekam jumlah nilai kerugian terburuk akibat bencana) x 100%
Alokasi dana kontigensi yang hanya bisa digunakan untuk kepentingan pemulihan paska bencana [2] [3]	<20% dari kebutuhan total	20%-40% dari kebutuhan total	40%-60% dari kebutuhan total	60%-80% dari kebutuhan total	>80% dari kebutuhan total	(Jumlah nilai anggaran untuk program pemulihan paska bencana /rekam jumlah nilai kebutuhan pemulihan paska bencana terburuk) x 100%
Alokasi pembiayaan dalam APBD untuk program mitigasi di daerah rawan bencana dan adanya alokasi anggaran untuk insentif pertumbuhan kota di daerah rendah rawan bencana [2] [3]	<20% dapat dipenuhi	20%-40% dapat dipenuhi	40%-60% dapat dipenuhi	60%-80% dapat dipenuhi	>80% dapat dipenuhi	(Jumlah nilai anggaran terpakai untuk program mitigasi bencana di area rawan bencana /jumlah nilai kebutuhan) x 100%
Alokasi biaya restorasi bangunan penting, dan ekosistem [2] [3]	<20% total biaya teralokasikan	20%-40% total biaya teralokasikan	40%-60% total biaya teralokasikan	60%-80% total biaya teralokasikan	>80% total biaya teralokasikan	(Jumlah nilai anggaran untuk biaya restorasi /rekam jumlah total nilai kerugian terburuk pada bangunan dan ekosistem) x 100%
Alokasi anggaran dalam APBD untuk pembangunan infrastruktur ketahanan bencana dan adaptasi perubahan iklim [2] [3]	<20% total kebutuhan teralokasikan	20%-40% total kebutuhan teralokasikan	40%-60% total kebutuhan teralokasikan	60%-80% total kebutuhan teralokasikan	>80% total kebutuhan teralokasikan	(Jumlah nilai anggaran untuk pembangunan infrastruktur /rekam jumlah nilai kebutuhan) x 100%

Indikator	Parameter					Keterangan
	1	2	3	4	5	
Adanya kelompok-kelompok masyarakat sadar bencana [2]	Belum Terbentuk	Belum Terbentuk, namun ada inisiasi	Proses Pembentukan	Telah Terbentuk dan belum Teroganisir	Telah Terbentuk dan Teroganisir	Berupa forum, komunitas maupun organisasi yang memiliki struktur organisasi dan visi misi
Adanya hubungan baik dan kerjasama dengan daerah sekitar dalam upaya mitigasi bencana dan adaptasi perubahan iklim [2]	Tidak ada kerjasama	Kerjasama dengan 1-2 daerah sekitar	Kerjasama dengan 3-4 daerah sekitar	Kerjasama dengan 5-6 daerah sekitar	Kerjasama dengan >6 daerah sekitar	Kerjasama terkait pengurangan risiko bencana dan adaptasi perubahan iklim dengan daerah sekitar maupun daerah lain dalam satu Negara maupun Negara lain

Sumber: Dikembangkan dari dokumen Panduan Pengembangan Resilient City di Indonesia, UNISDR, ACCCRN dan UNFCCC

[1] Panduan Pengembangan Resilient City di Indonesia (Kementerian Agraria dan Tata Ruang) (2016)

[2] UNISDR (2014)

[3] ACCCRN (2015)

[4] UNFCCC (2010)

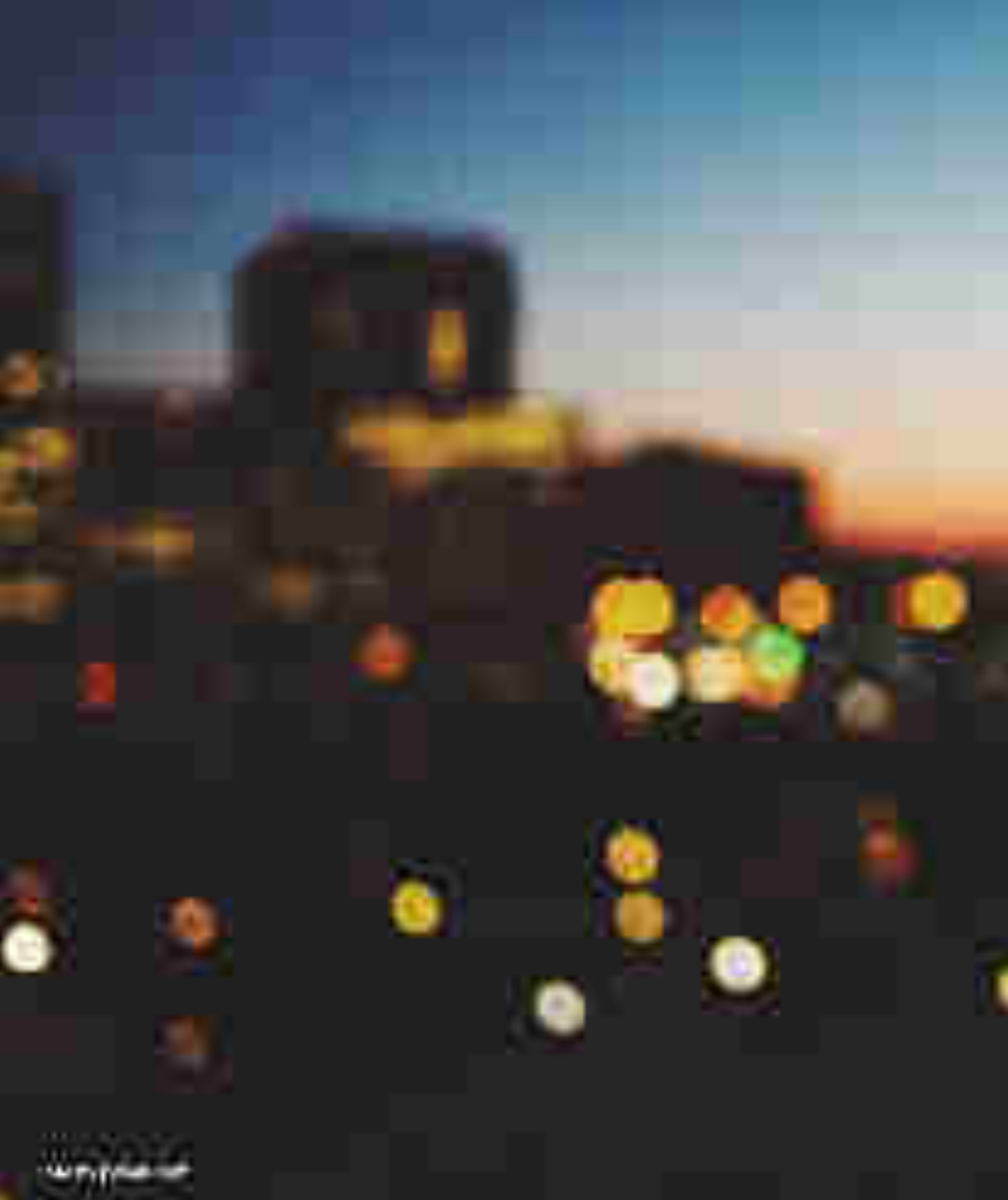
Dalam pengisian nilai parameter setiap indikator diatas dilakukan dengan penilaian berbasis ekstraksi data baik data yang berupa data spasial, data sekunder BPS hingga data-data terkait yang berasal dari studi ilmiah maupun kajian yang pernah dilakukan di daerah tempat dilakukannya penilaian ketangguhan. Dalam proses penilaian setiap indikator, tim penilai dapat melakukan penilaian dibeberapa indikator yang datanya tidak tersedia dengan pasti dengan menginput nilai terendah yang merepresentasikan skenario kemungkinan terburuk dalam suatu konsep kebencanaan. Ketidaktersediaan data dalam penilaian diharapkan tidak melebihi 10% dari total indikator yang ada agar penilaian tetap dalam rentang yang dapat dipercaya. Penilaian akan lebih baik dan merepresentasikan dengan tepat ketangguhan daerah apabila hasil penilaian tersebut kembali dikonsensuskan dengan berbagai pemangku kepentingan di daerah.

Adapun penilaian pada akhirnya dijumlahkan secara keseluruhan yang menghasilkan nilai minimum sebesar 100 dan nilai maksimum 500. Diantara nilai tersebut diklusterkan menjadi 5 kelas yang kemudian akan menjadi kelas yang merepresentasikan tingkat ketangguhan

daerah terhadap bencana dan perubahan iklim. Berikut ini adalah 5 kelas ketangguhan kota berdasarkan 100 indikator ketangguhan.

100 - 179	Sangat Rendah
180 - 259	Rendah
260 - 339	Sedang
340 - 419	Baik
420 - 500	Sangat Baik

Pada akhirnya, nilai ketangguhan Kota yang dihasilkan oleh 100 indikator di atas merupakan adaptasi secara selektif dari indikator-indikator penilaian ketangguhan yang telah ada dan perlu dikaji dan diuji kembali di seluruh kota di Indonesia guna mengetahui kekurangan dan kemampuannya merepresentasikan ketangguhan kota berdasarkan kenyataan yang ada di lapangan.



Saran dan Masukan Terhadap Buku ini

Dapat Disampaikan Melalui:

penataankawasanbaru@gmail.com