



PERATURAN
KEPALA BADAN NASIONAL PENANGGULANGAN BENCANA

NOMOR 02 TAHUN 2012

TENTANG

PEDOMAN UMUM PENGAJIAN RISIKO BENCANA

BADAN NASIONAL PENANGGULANGAN BENCANA
(BNPB)

DAFTAR ISI

1.	PERATURAN KEPALA BADAN NASIONAL PENANGGULANGAN BENCANA NOMOR TAHUN 2012 TENTANG PEDOMAN UMUM PENGAJIAN RISIKO BENCANA.	
2.	LAMPIRAN PERATURAN	
BAB I.	Pendahuluan	1
	1.1. Latar Belakang	1
	1.2. Tujuan	2
	1.3. Ruang Lingkup	2
	1.4. Peristilahan	2
BAB II.	Konsepsi	4
	2.1. Konsep Umum	4
	2.2. Prinsip Pengkajian Risiko Bencana	4
	2.3. Fungsi Pengkajian Risiko Bencana	5
	2.4. Posisi Kajian dalam Metode Kajian Lain	5
	2.5. Hubungan Kajian Kabupaten/Kota, Provinsi dan Nasional	5
	2.6. Masa Berlaku Kajian	5
	2.7. Pengkaji Risiko Bencana	6
BAB III.	Metode Umum	7
	3.1. Prasyarat Umum	7
	3.2. Metode Umum	7
	3.3. Korelasi Penyusunan Peta dan Dokumen Kajian	9
BAB IV.	Metode Penghitungan Indeks	10
	4.1. Indeks Ancaman Bencana	15
	4.3. Indeks Kerentanan.....	26
	4.3. Indeks Penduduk Terpapar.....	27
	4.4. Indeks Kerugian	29
	4.5. Indeks Kapasitas.....	41
BAB V.	Pengkajian Risiko Bencana	45
	5.1. Penyusunan Peta Risiko Bencana	45
	5.2. Penyusunan Kajian Risiko Bencana	47
BAB VI.	Penyusunan Kebijakan Penanggulangan Bencana	51
	6.1. Kebijakan Administratif	52
	6.2. Kebijakan Teknis	52
BAB VII.	Penyajian	53
	7.1. Penyajian Dokumen Kajian Risiko Bencana	53
	7.2. Penyajian Peta Risiko Bencana	56
BAB VIII.	Penutup	62



**BADAN NASIONAL PENANGGULANGAN BENCANA
(BNPB)**

**PERATURAN
KEPALA BADAN NASIONAL PENANGGULANGAN BENCANA**

NOMOR 02 TAHUN 2012

TENTANG

PEDOMAN UMUM PENGKAJIAN RISIKO BENCANA

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

KEPALA BADAN NASIONAL PENANGGULANGAN BENCANA

- Menimbang : bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 36 ayat (1) dan (2) UU No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana dan Pasal 6 Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana perlu menetapkan Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana.
- Mengingat :
1. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 125, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4437) sebagaimana telah diubah beberapa kali, terakhir dengan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2008 tentang Perubahan Kedua atas Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4844) ;
2. Undang-Undang Nomor 25 Tahun 2004 tentang Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 104, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4421) ;

3. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2006 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional Tahun 2005-2025 (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 33, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4700) ;
4. Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 66, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4723) ;
5. Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4828) ;
6. Peraturan Presiden Nomor 8 Tahun 2008 tentang Badan Nasional Penanggulangan Bencana ;

MEMUTUSKAN :

Menetapkan : PERATURAN KEPALA BADAN NASIONAL PENANGGULANGAN BENCANA TENTANG PEDOMAN UMUM PENKAJIAN RISIKO BENCANA

Pasal 1

Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana sebagaimana tersebut dalam Lampiran Peraturan ini merupakan pelaksanaan dari UU No. 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana dan Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana yang tidak terpisahkan dari Peraturan ini.

Pasal 2

Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1, dipergunakan sebagai acuan bagi Kementerian/Lembaga, Pemerintah Daerah dan Masyarakat di Indonesia dalam melaksanakan program penanggulangan bencana di Indonesia.

Pasal 3

Hal-hal yang belum diatur dalam Peraturan ini, akan diatur kemudian.

Pasal 4

Peraturan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 12 Januari 2012

KEPALA
BADAN NASIONAL PENANGGULANGAN BENCANA

ttd

DR. SYAMSUL MAARIF, M.Si

LAMPIRAN : PERATURAN KEPALA BADAN NASIONAL
PENANGGULANGAN BENCANA

NOMOR : 02 TAHUN 2012

TANGGAL : 12 JANUARI 2012

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Indonesia adalah negara yang rawan bencana dilihat dari aspek geografis, klimatologis dan demografis. Letak geografis Indonesia di antara dua benua dan dua samudera menyebabkan Indonesia mempunyai potensi yang cukup bagus dalam perekonomian sekaligus juga rawan dengan bencana. Secara geologis, Indonesia terletak pada 3 (tiga) lempeng yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Pasifik yang membuat Indonesia kaya dengan cadangan mineral sekaligus mempunyai dinamika geologis yang sangat dinamis yang mengakibatkan potensi bencana gempa, tsunami dan gerakan tanah/longsor. Selain itu, Indonesia mempunyai banyak gunung api aktif yang sewaktu-waktu dapat meletus. Sedangkan secara demografis, jumlah penduduk yang sangat banyak dengan keberagaman suku, budaya, agama dan kondisi ekonomi dan politik menyebabkan Indonesia sangat kaya sekaligus berpotensi menjadi pemicu konflik akibat kemajemukannya tersebut.

Selain aspek-aspek sumber bencana alam tersebut, kegagalan teknologi, kecelakaan transportasi, dan wabah penyakit merupakan bencana lainnya yang juga berpotensi terjadi di Indonesia. Tercatat beberapa kejadian terkait dengan bencana non alam ini yang menyebabkan korban dan kerugian yang cukup banyak. Bencana-bencana tersebut tidak disebabkan oleh alam semata tapi juga non alam dan kombinasi antara berbagai risiko ancaman, kondisi kerentanan, ketidakmampuan atau kelemahan dalam bertindak untuk mengurangi potensi konsekuensi negatif yang ada.

Kompleksitas penyelenggaraan penanggulangan bencana memerlukan suatu penataan dan perencanaan yang matang, terarah dan terpadu. Penanggulangan yang dilakukan selama ini belum didasarkan pada langkah-langkah yang sistematis dan terencana, sehingga seringkali terjadi tumpang tindih dan bahkan terdapat langkah upaya penting yang tidak tertangani. Pemaduan dan penyelarasan arah penyelenggaraan penanggulangan bencana pada suatu kawasan membutuhkan dasar yang kuat dalam pelaksanaannya. Kebutuhan ini terjawab dengan kajian risiko bencana. Kajian risiko bencana merupakan perangkat untuk menilai kemungkinan dan besaran kerugian akibat ancaman yang ada. Dengan mengetahui kemungkinan dan besaran kerugian, fokus perencanaan dan keterpaduan penyelenggaraan penanggulangan bencana menjadi lebih efektif. Dapat dikatakan kajian risiko bencana merupakan dasar untuk menjamin keselarasan arah dan efektivitas penyelenggaraan penanggulangan bencana pada suatu daerah.

Sebagai salah satu kunci efektivitas penyelenggaraan penanggulangan bencana, kajian risiko bencana harus disusun menggunakan metode standar disetiap daerah pada setiap jenjang pemerintahan. Standarisasi metode ini diharapkan dapat mewujudkan keselarasan

penyelenggaraan penanggulangan bencana yang efektif baik di tingkat pusat, provinsi maupun kabupaten/kota. Tingginya akselerasi perkembangan ruang ilmu terkait pengkajian risiko bencana menjadi salah satu bahan pemikiran untuk melaksanakan standarisasi metode. Dengan mempertimbangkan perkembangan tersebut, dibutuhkan Pedoman Umum yang dapat dijadikan standar minimal bagi penanggung jawab penyelenggaraan penanggulangan bencana dalam mengkaji risiko bencana.

1.2. TUJUAN

Penyusunan Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana ini ditujukan untuk :

1. memberikan panduan yang memadai bagi setiap daerah dalam mengkaji risiko setiap bencana yang ada di daerahnya;
2. mengoptimalkan penyelenggaraan penanggulangan bencana di suatu daerah dengan berfokus kepada perlakuan beberapa parameter risiko dengan dasar yang jelas dan terukur;
3. menyelaraskan arah kebijakan penyelenggaraan penanggulangan bencana antara pemerintah pusat, provinsi dan kabupaten/kota dalam kesatuan tujuan.

1.3. RUANG LINGKUP

Pengkajian risiko bencana meliputi :

1. pengkajian tingkat ancaman;
2. pengkajian tingkat kerentanan;
3. pengkajian tingkat kapasitas;
4. pengkajian tingkat risiko bencana;
5. kebijakan penanggulangan bencana berdasarkan hasil kajian dan peta risiko bencana.

1.4. Peristilahan

1. Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.
2. Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana adalah serangkaian upaya yang meliputi penetapan kebijakan pembangunan yang berisiko timbulnya bencana, kegiatan pencegahan bencana, tanggap darurat, dan rehabilitasi.
3. Rencana Penanggulangan Bencana adalah rencana penyelenggaraan penanggulangan bencana suatu daerah dalam kurun waktu tertentu yang menjadi salah satu dasar pembangunan daerah.
4. Rawan bencana adalah kondisi atau karakteristik geologis, biologis, hidrologis, klimatologis, geografis, sosial, budaya, politik, ekonomi, dan teknologi pada suatu kawasan untuk jangka waktu tertentu yang mengurangi kemampuan mencegah, meredam, mencapai kesiapan, dan mengurangi kemampuan untuk menanggapi dampak buruk bahaya tertentu.

5. Risiko bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu kawasan dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat.
6. Korban bencana adalah orang atau kelompok orang yang menderita atau meninggal dunia akibat bencana.
7. Badan Nasional Penanggulangan Bencana, yang selanjutnya disingkat dengan BNPB, adalah lembaga pemerintah non departemen sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
8. Badan Penanggulangan Bencana Daerah, yang selanjutnya disingkat dengan BPBD, adalah badan pemerintah daerah yang melakukan penyelenggaraan penanggulangan bencana di daerah.
9. Pemerintah Pusat adalah Presiden Republik Indonesia yang memegang kekuasaan pemerintahan negara Republik Indonesia sebagaimana dimaksud dalam Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945.
10. Kerentanan adalah suatu kondisi dari suatu komunitas atau masyarakat yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bencana.
11. Kesiapsiagaan adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan sebagai upaya untuk menghilangkan dan/atau mengurangi ancaman bencana.
12. Peta adalah kumpulan dari titik-titik, garis-garis, dan area-area yang didefinisikan oleh lokasinya dengan sistem koordinat tertentu dan oleh atribut non-spasialnya.
13. Skala peta adalah perbandingan jarak di peta dengan jarak sesungguhnya dengan satuan atau teknik tertentu
14. Cek Lapangan (*ground check*) adalah mekanisme revisi garis maya yang dibuat pada peta berdasarkan perhitungan dan asumsi dengan kondisi sesungguhnya.
15. *Geographic Information System*, selanjutnya disebut GIS, adalah sistem untuk pengelolaan, penyimpanan, pemrosesan atau manipulasi, analisis, dan penayangan data yang mana data tersebut secara spasial (keruangan) terkait dengan muka bumi.
16. Peta Landaan adalah peta yang menggambarkan garis batas maksimum keterpaparan ancaman pada suatu daerah berdasarkan perhitungan tertentu.
17. Tingkat Ancaman Tsunami adalah potensi timbulnya korban jiwa pada zona ketinggian tertentu pada suatu daerah akibat terjadinya tsunami.
18. Tingkat Kerugian adalah potensi kerugian yang mungkin timbul akibat kehancuran fasilitas kritis, fasilitas umum dan rumah penduduk pada zona ketinggian tertentu akibat bencana.
19. Kapasitas adalah kemampuan daerah dan masyarakat untuk melakukan tindakan pengurangan Tingkat Ancaman dan Tingkat Kerugian akibat bencana.
20. Tingkat Risiko adalah perbandingan antara Tingkat Kerugian dengan Kapasitas Daerah untuk memperkecil Tingkat Kerugian dan Tingkat Ancaman akibat bencana.
21. Kajian Risiko Bencana adalah mekanisme terpadu untuk memberikan gambaran menyeluruh terhadap risiko bencana suatu daerah dengan menganalisis Tingkat Ancaman, Tingkat Kerugian dan Kapasitas Daerah.
22. Peta Risiko Bencana adalah gambaran Tingkat Risiko bencana suatu daerah secara spasial dan non spasial berdasarkan Kajian Risiko Bencana suatu daerah

BAB II

KONSEPSI

Pengkajian risiko bencana merupakan sebuah pendekatan untuk memperlihatkan potensi dampak negatif yang mungkin timbul akibat suatu potensi bencana yang melanda. Potensi dampak negatif yang timbul dihitung berdasarkan tingkat kerentanan dan kapasitas kawasan tersebut. Potensi dampak negatif ini dilihat dari potensi jumlah jiwa yang terpapar, kerugian harta benda, dan kerusakan lingkungan.

2.1. Konsep Umum

Kajian risiko bencana dapat dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan sebagai berikut :

$$Risiko\ Bencana \approx Ancaman * \frac{Kerentanan}{Kapasitas}$$

Penting untuk dicatat bahwa pendekatan ini tidak dapat disamakan dengan rumus matematika. Pendekatan ini digunakan untuk memperlihatkan hubungan antara ancaman, kerentanan dan kapasitas yang membangun perspektif tingkat risiko bencana suatu kawasan.

Berdasarkan pendekatan tersebut, terlihat bahwa tingkat risiko bencana amat bergantung pada :

1. Tingkat ancaman kawasan;
2. Tingkat kerentanan kawasan yang terancam;
3. Tingkat kapasitas kawasan yang terancam.

Upaya pengkajian risiko bencana pada dasarnya adalah menentukan besaran 3 komponen risiko tersebut dan menyajikannya dalam bentuk spasial maupun non spasial agar mudah dimengerti. Pengkajian risiko bencana digunakan sebagai landasan penyelenggaraan penanggulangan bencana disuatu kawasan. Penyelenggaraan ini dimaksudkan untuk mengurangi risiko bencana.

Upaya pengurangan risiko bencana berupa :

1. Memperkecil ancaman kawasan;
2. Mengurangi kerentanan kawasan yang terancam;
3. Meningkatkan kapasitas kawasan yang terancam.

2.2. Prinsip Pengkajian Risiko Bencana

Pengkajian risiko bencana memiliki ciri khas yang menjadi prinsip pengkajian. Oleh karenanya pengkajian dilaksanakan berdasarkan :

1. data dan segala bentuk rekaman kejadian yang ada;
2. integrasi analisis probabilitas kejadian ancaman dari para ahli dengan kearifan lokal masyarakat;

3. kemampuan untuk menghitung potensi jumlah jiwa terpapar, kerugian harta benda dan kerusakan lingkungan;
4. kemampuan untuk diterjemahkan menjadi kebijakan pengurangan risiko bencana

2.3. Fungsi Pengkajian Risiko Bencana

Pada tatanan pemerintah, hasil dari pengkajian risiko bencana digunakan sebagai dasar untuk menyusun kebijakan penanggulangan bencana. Kebijakan ini nantinya merupakan dasar bagi penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana yang merupakan mekanisme untuk mengarusutamakan penanggulangan bencana dalam rencana pembangunan.

Pada tatanan mitra pemerintah, hasil dari pengkajian risiko bencana digunakan sebagai dasar untuk melakukan aksi pendampingan maupun intervensi teknis langsung ke komunitas terpapar untuk mengurangi risiko bencana. Pendampingan dan intervensi para mitra harus dilaksanakan dengan berkoordinasi dan tersinkronasi terlebih dahulu dengan program pemerintah dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana.

Pada tatanan masyarakat umum, hasil dari pengkajian risiko bencana digunakan sebagai salah satu dasar untuk menyusun aksi praktis dalam rangka kesiapsiagaan, seperti menyusun rencana dan jalur evakuasi, pengambilan keputusan daerah tempat tinggal dan sebagainya.

2.4. Posisi Kajian dalam Metode Kajian Lain

Metode kajian risiko bencana ini merupakan sebuah Pedoman Umum. Pengembangan dan pendalaman metode kajian dapat dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan daerah. Kajian risiko bencana yang dihasilkan dengan metode ini ditujukan untuk penyusunan kebijakan umum yang nantinya dituang ke dalam Dokumen Rencana Penanggulangan Bencana Daerah yang akan menjadi landasan penyusunan Dokumen Rencana Aksi Daerah Pengurangan Risiko Bencana. Untuk kebutuhan yang lebih spesifik seperti penyusunan rencana kontinjensi, rencana operasi, rencana rehabilitasi dan rekonstruksi, dibutuhkan pengembangan dan pendalaman metode kajian.

2.5. Hubungan Kajian Kabupaten/Kota, Provinsi dan Nasional

Idealnya pengkajian dimulai dari tingkat kabupaten/kota. Hasil seluruh kajian kabupaten/kota kemudian dikompilasi di tingkat provinsi. Hasil seluruh kajian tingkat provinsi kemudian dikompilasi di tingkat nasional.

Bila kondisi ideal ini tercipta, maka akan diperoleh efektivitas penyelenggaraan penanggulangan bencana untuk setiap bencana yang mengancam Indonesia dengan dukungan yang tepat baik anggaran maupun teknis dari nasional hingga tingkat kabupaten/kota.

2.6. Masa Berlaku Kajian

Masa berlaku kajian risiko bencana daerah adalah 5 tahun. Hal ini disebabkan karena salah satu fungsi utama kajian ini adalah untuk menjadi dasar penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana. Seperti yang diketahui, masa perencanaan penanggulangan bencana adalah selama 5 tahun. Kajian risiko bencana dapat ditinjau secara berkala setiap 2

tahun atau sewaktu-waktu apabila terjadi bencana dan kondisi ekstrim yang membutuhkan revisi dari kajian yang telah ada.

2.7. Pengkaji Risiko Bencana

Pengkajian risiko bencana dapat dilaksanakan oleh lembaga mana pun, baik akademisi, dunia usaha maupun LSM atau pun organisasi lainnya asal tetap dibawah tanggung jawab pemerintah dan pemerintah daerah dengan menggunakan metode yang telah ditetapkan oleh BNPB.

BAB III METODE UMUM

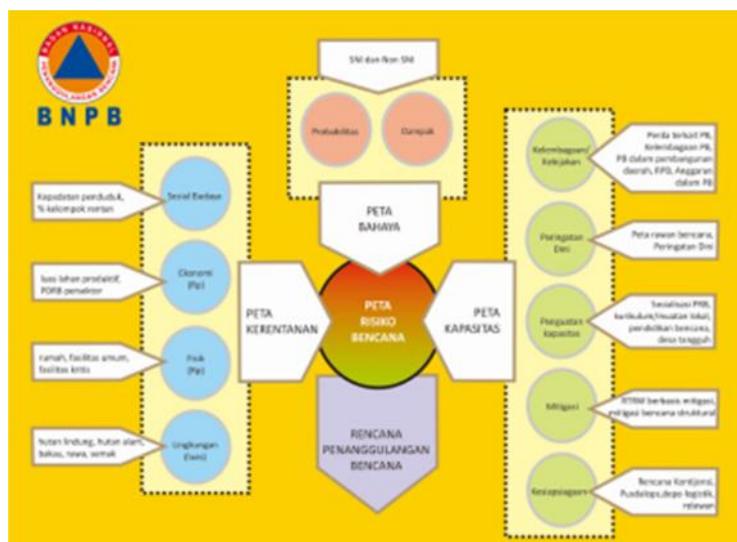
Komponen pengkajian risiko bencana terdiri dari ancaman, kerentanan dan kapasitas. Komponen ini digunakan untuk memperoleh tingkat risiko bencana suatu kawasan dengan menghitung potensi jiwa terpapar, kerugian harta benda dan kerusakan lingkungan. Selain tingkat risiko, kajian diharapkan mampu menghasilkan peta risiko untuk setiap bencana yang ada pada suatu kawasan. Kajian dan peta risiko bencana ini harus mampu menjadi dasar yang memadai bagi daerah untuk menyusun kebijakan penanggulangan bencana. Ditingkat masyarakat hasil pengkajian diharapkan dapat dijadikan dasar yang kuat dalam perencanaan upaya pengurangan risiko bencana.

3.1. Prasyarat Umum

1. Memenuhi aturan tingkat kedetailan analisis (kedalaman analisis di tingkat nasional minimal hingga kabupaten/kota, kedalaman analisis di tingkat provinsi minimal hingga kecamatan, kedalaman analisis di tingkat kabupaten/kota minimal hingga tingkat kelurahan/desa/kam-pung/nagari).
2. Skala peta minimal adalah 1:250.000 untuk provinsi; peta dengan skala 1:50.000 untuk kabupaten/kota di Pulau Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi; peta dengan skala 1:25.000 untuk kabupaten/kota di Pulau Jawa dan Nusa Tenggara.
3. Mampu menghitung jumlah jiwa terpapar bencana (dalam jiwa).
4. Mampu menghitung nilai kerugian harta benda dan kerusakan lingkungan (dalam rupiah).
5. Menggunakan 3 kelas interval tingkat risiko, yaitu tingkat risiko tinggi, sedang dan rendah.
6. Menggunakan GIS dengan Analisis Grid (1 ha) dalam pemetaan risiko bencana.

3.2. Metode Umum

Pengkajian risiko bencana dilaksanakan dengan menggunakan metode pada **gambar 1**.



Gambar 1. Metode Pengkajian Risiko Bencana

Pengkajian risiko bencana untuk menghasilkan kebijakan penanggulangan bencana disusun berdasarkan komponen ancaman, kerentanan dan kapasitas. Komponen Ancaman disusun berdasarkan parameter intensitas dan probabilitas kejadian. Komponen Kerentanan disusun berdasarkan parameter sosial budaya, ekonomi, fisik dan lingkungan. Komponen Kapasitas disusun berdasarkan parameter kapasitas regulasi, kelembagaan, sistem peringatan, pendidikan pelatihan keterampilan, mitigasi dan sistem kesiapsiagaan.

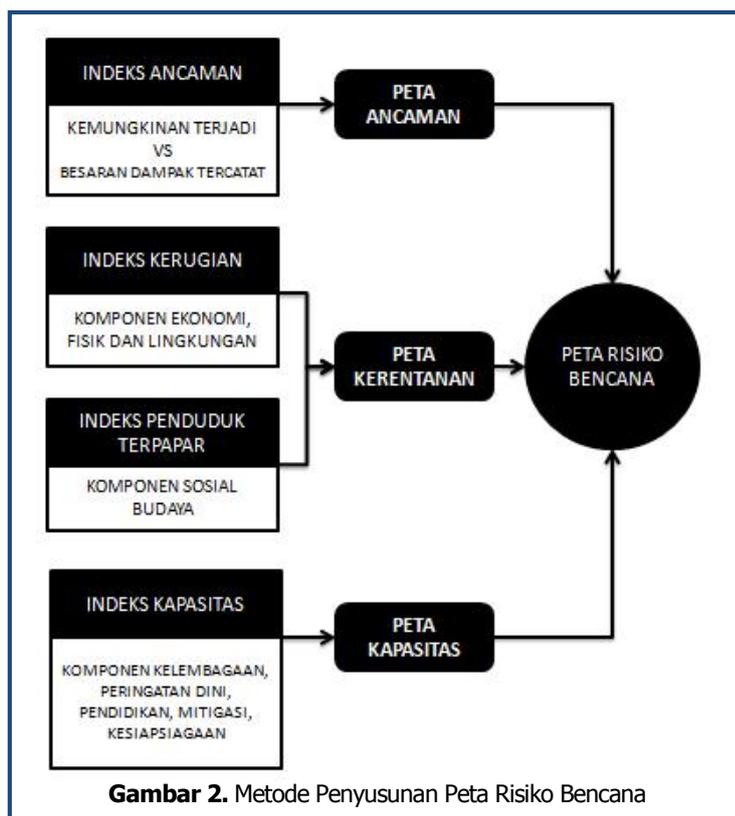
Hasil pengkajian risiko bencana terdiri dari 2 bagian yaitu:

1. Peta Risiko Bencana.
2. Dokumen Kajian Risiko Bencana

Mekanisme penyusunan Peta Risiko Bencana saling terkait dengan mekanisme penyusunan Dokumen Kajian Risiko Bencana. Peta Risiko Bencana menghasilkan landasan penentuan tingkat risiko bencana yang merupakan salah satu komponen capaian Dokumen Kajian Risiko Bencana. Selain itu Dokumen Kajian Bencana juga harus menyajikan kebijakan minimum penanggulangan bencana daerah yang ditujukan untuk mengurangi jumlah jiwa terpapar, kerugian harta benda dan kerusakan lingkungan.

Metode Penyusunan Peta Risiko Bencana

Metode Pemetaan Risiko Bencana dapat dilihat pada **gambar 2**.



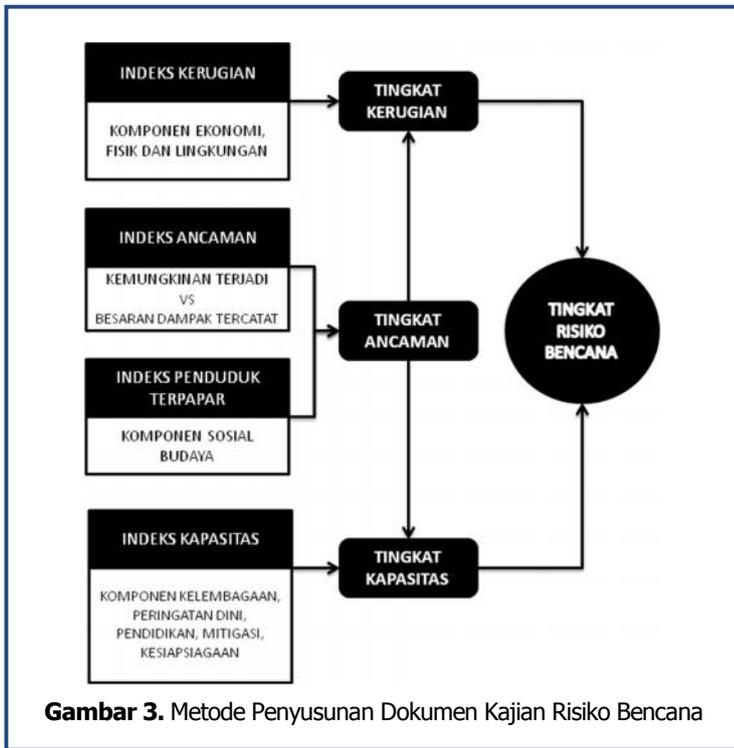
Pada **gambar 2** terlihat bahwa Peta Risiko Bencana merupakan *overlay* (penggabungan) dari Peta Ancaman, Peta Kerentanan dan Peta Kapasitas. Peta-peta tersebut diperoleh dari berbagai indeks yang dihitung dari data-data dan metode perhitungan tersendiri.

Penting untuk dicatat bahwa peta risiko bencana dibuat untuk setiap jenis ancaman bencana yang ada pada suatu kawasan. Metode perhitungan dan data yang dibutuhkan untuk menghitung berbagai indeks akan berbeda untuk setiap jenis ancaman.

Kebutuhan data dan metode perhitungan indeks-indeks tersebut dijelaskan lebih detail pada bab selanjutnya.

Metode Penyusunan Dokumen Kajian Risiko Bencana

Metode penyusunan Dokumen Kajian Risiko Bencana dapat dilihat pada **gambar 3**.



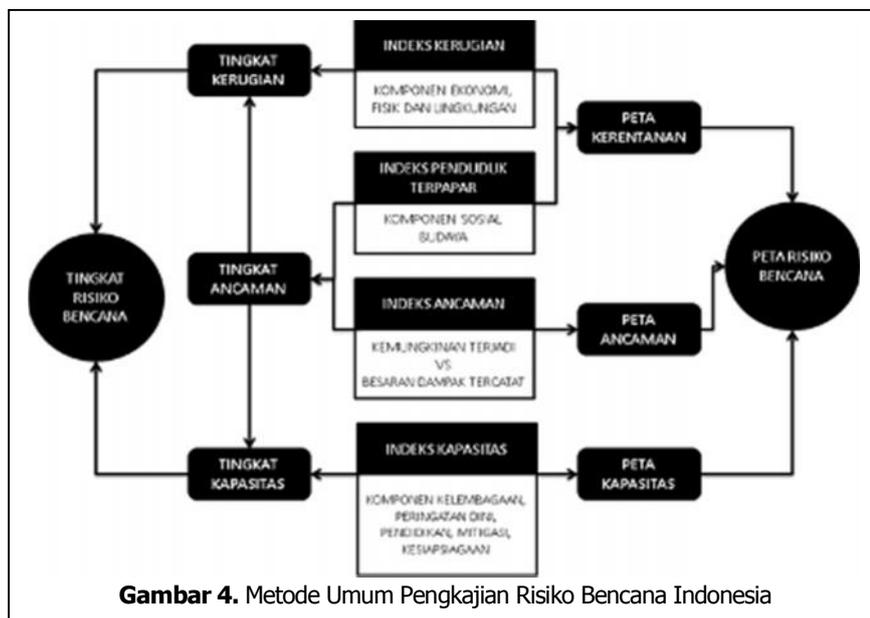
Gambar 3. Metode Penyusunan Dokumen Kajian Risiko Bencana

Gambar 3 memperlihatkan bahwa Kajian Risiko Bencana diperoleh dari indeks dan data yang sama dengan penyusunan Peta Risiko Bencana. Perbedaan yang terjadi hanya pada urutan penggunaan masing-masing indeks.

Urutan ini berubah disebabkan jiwa manusia tidak dapat dinilai dengan rupiah. Oleh karena itu, Tingkat Ancaman yang telah memperhitungkan Indeks Ancaman di dalamnya, menjadi dasar bagi perhitungan Tingkat Kerugian dan Tingkat Kapasitas. Gabungan Tingkat Kerugian dan Tingkat Kapasitas merupakan Tingkat Risiko Bencana.

3.3. Korelasi Penyusunan Peta dan Dokumen Kajian

Seperti yang terlihat pada **gambar 2** dan **gambar 3**, korelasi antara metode penyusunan Peta Risiko Bencana dan Dokumen Kajian Risiko Bencana terletak pada seluruh indeks penyusunnya. Indeks-indeks tersebut bila diperhatikan kembali disusun berdasarkan komponen-komponen yang telah dipaparkan pada **gambar 1**. Korelasi penyusunan Peta dan Dokumen Kajian Risiko Bencana merupakan Metode Umum Pengkajian Risiko Bencana Indonesia, dapat dilihat pada **gambar 4**.



Gambar 4. Metode Umum Pengkajian Risiko Bencana Indonesia

BAB IV

METODE PENGHITUNGAN INDEKS

Pengkajian Risiko Bencana disusun berdasarkan indeks-indeks yang telah ditentukan. Indeks tersebut terdiri dari Indeks Ancaman, Indeks Penduduk Terpapar, Indeks Kerugian dan Indeks Kapasitas. Kecuali Indeks Kapasitas, indeks-indeks yang lain amat bergantung pada jenis ancaman bencana. Indeks Kapasitas dibedakan berdasarkan kawasan administrasi kajian. Pengkhususan ini disebabkan Indeks Kapasitas difokuskan kepada institusi pemerintah di kawasan kajian.

Indonesia secara garis besar memiliki 13 Ancaman Bencana. Ancaman tersebut adalah :

1. Gempabumi
2. Tsunami
3. Banjir
4. Tanah Longsor
5. Letusan Gunung Api
6. Gelombang Ekstrim dan Abrasi
7. Cuaca Ekstrim
8. Kekeringan
9. Kebakaran Hutan dan Lahan
10. Kebakaran Gedung dan Pemukiman
11. Epidemik dan Wabah Penyakit
12. Gagal Teknologi
13. Konflik Sosial

Peta Risiko Bencana dan Kajian Risiko Bencana harus disusun untuk setiap jenis ancaman bencana yang ada pada daerah kajian.

Rumus dasar umum untuk analisis risiko yang diusulkan dalam 'Pedoman Perencanaan Mitigasi Risiko Bencana' yang telah disusun oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana Indonesia (Peraturan Daerah Kepala BNPB Nomor 4 Tahun 2008) adalah sebagai berikut:

$$R \approx H \times \frac{V}{C}$$

dimana:

R : *Disaster Risk*: Risiko Bencana

H : *Hazard Threat*: Frekuensi (kemungkinan) bencana tertentu cenderung terjadi dengan intensitas tertentu pada lokasi tertentu

V : *Vulnerability*: Kerugian yang diharapkan (dampak) di daerah tertentu dalam sebuah kasus bencana tertentu terjadi dengan intensitas tertentu.

Perhitungan variabel ini biasanya didefinisikan sebagai pajanan (penduduk, aset, dll) dikalikan sensitivitas untuk intensitas spesifik bencana

C : *Adaptive Capacity*: Kapasitas yang tersedia di daerah itu untuk pulih dari bencana tertentu.

Untuk analisis risiko kuantitatif untuk semua jenis dampak, set parameter empiris yang luas dan indikator akan diperlukan, didukung oleh penelitian yang luas. Penelitian tersebut secara global hanya dalam tahap awal dan data yang dapat dipercaya lokal pada khususnya sensitivitas masih jauh dari tersedia. Analisis pemetaan risiko ini menggunakan semi-kuantitatif, yang menggunakan faktor pembobotan dan nilai-nilai indeks. Pendekatan ini adalah pendekatan yang umum digunakan di beberapa analisis risiko bencana dan pemetaan di luar Indonesia.

Indikator yang digunakan untuk analisis resiko semi-kuantitatif akan dipilih didasarkan pada kesesuaian dan ketersediaan. Rumus ' $R = H * V / C$ ' yang dijelaskan di atas masih berlaku, namun akan berisi nilai indeks bukan nilai riil. Dalam analogi Human Development Index (HDI) dari UNDP, untuk membuat indeks sebanding setidaknya dalam dimensi, indeks yang digunakan dalam analisis yang dikonversi menjadi nilai antara 0 dan 1, dimana 0 merupakan nilai minimum indikator asli, dan 1 merupakan nilai maksimum. Dalam kasus dengan angka rendah yang banyak dan beragam dalam jumlah yang kadang-kadang tinggi, akan dilakukan konversi logaritmik (Log10) daripada konversi 'linier'.

Inti dari metodologi pemetaan risiko adanya suatu struktur pohon indikator, dimana indeks risiko membentuk akar akhir dari analisis. Dalam kebanyakan kasus indeks menengah dihitung berdasarkan penjumlahan indeks dikalikan dengan faktor pembobotan, dan dalam beberapa kasus pada perkalian dari indeks (seperti indeks risiko itu sendiri). Penilaian faktor pembobotan akan dilakukan berdasarkan dokumen rujukan nasional dan internasional.

Untuk analisis pemetaan kombinasi lapisan GIS berbasis vektor dan grid akan digunakan, dimana data terutama disimpan dengan menggunakan strukturvektor, dimana indeks dapat dihasilkan dalam format grid. Jika sudah ada peta bahaya (SNI) maka indeks peta bahaya dapat diturunkan langsung dari sumber-sumber ini. Untuk penyusunan peta kerentanan dan kapasitas penggunaan peta secara luas akan dibuat berdasarkan informasi yang tersedia dalam sosial, ekonomi, fisik, lingkungan dan kapasitas. Akhirnya peta risiko bencana akan dihitung dari bahaya, kerentanan dan peta kapasitas.

Pembobotan Faktor Persiapan berdasarkan Analytic Hierarchy Process (AHP)

Dalam analisis semi-kuantitatif, kurangnya informasi tentang khususnya tentang faktor sensitivitas dikompensasi oleh faktor bobot. Faktor-faktor pembobotan terbaik diperoleh melalui konsensus pendapat para ahli. Suatu metodologi muncul ke sebuah konsensus tersebut adalah Analytic Hierarchy Process (AHP). Metodologi ini telah dikembangkan oleh Thomas L. Saaty dimulai pada tahun 1970, dan awalnya dimaksudkan sebagai alat untuk pengambilan keputusan. AHP adalah suatu metodologi pengukuran melalui perbandingan pasangan-bijaksana dan bergantung pada penilaian para pakar untuk mendapatkan skala prioritas. Inilah skala yang mengukur wujud secara relatif. Perbandingan yang dibuat dengan menggunakan skala penilaian mutlak, yang merepresentasikan berapa banyak satu indikator mendominasi yang lain sehubungan dengan suatu bencana tertentu. (Lihat **Tabel** bawah ini, untuk penjelasan masing-masing skala).

Fundamental Skala AHP untuk Perbandingan Pasangan-Bijaksana dari Indikator

Skala	Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Sama	Kedua elemen sama pentingnya. Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar
3	Sedikit lebih penting	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya. Pengalaman dan penilaian sedikit menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya
5	Lebih penting	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya. Pengalaman dan penilaian sangat kuat menyokong satu elemen dibandingkan elemen yang lainnya
7	Sangat penting	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya. Satu elemen yang kuat disokong dan dominan terlihat dalam praktek.
9	Mutlak penting	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya. Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan.
2, 4, 6, 8,	Nilai menengah	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan. Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi di antara 2 pilihan.
1/n	Kebalikan	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka dibanding dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya dibanding dengan i.

Skala pasangan-bijaksana ini diletakkan bersama dalam suatu matriks, dengan semua indikator sepanjang kolom dan baris. Faktor pembobotan diperoleh dengan menghitung eigenvektor dari matriks, dan kemudian menormalkan hasil untuk total 1. Dikatakan bahwa metodologi AHP memberikan hasil lebih baik jika eigenvektor tidak diambil langsung dari matriks tetapi diambil dari iterasi dari perkalian matriks pada dirinya sendiri (lihat **Tabel** di bawah).

Contoh Pembobotan Faktor Persiapan untuk Longsor menggunakan AHP

	Geologi	Kelerengan	Tata Guna Lahan	Hidro-geologi	Total	Dinormalisasi	Diiterasi
Geologi	10,000	10,000	50,000	30,000	100,000	0,3788	0,3899
Kelerengan	10,000	10,000	50,000	30,000	100,000	0,3788	0,3899
Tata Guna Lahan	0,2000	0,2000	10,000	0,3333	17,333	0,0657	0,0679
Hidrogeologi	0,3333	0,3333	30,000	10,000	46,667	0,1768	0,1524
Total					264,000	10,000	10,000

Sumber: Presentation Analisis Potensi dan Risiko Gerakan Massa, Fakultas Teknik UGM 2010

Teknik GIS untuk Analisis Pemetaan Risiko

Metodologi Pemetaan Risiko dalam manual ini bergantung pada luas pada penggunaan teknik-teknik GIS. Dalam proses Peta Indeks Ancaman, Kerentanan, Kapasitas dan Risiko, antara lain teknik analisis grid yang digunakan:

1. Pembuatan grid (dari sumber-sumber vektor)
2. Penggabungan dan pemotongan layer grid
3. Definisi rentang warna digunakan untuk warna grid dan legenda
4. Analisis grid spesifik (grid kemiringan, grid 'jarak obyek', dll.)
5. Grid 'perhitungan'
6. Klasifikasi dan penurunan grid pada kontur dari layer grid
7. Persiapan rangkuman statistik dan histografis

Rincian tentang bagaimana melakukan teknik-teknik ini tergantung pada perangkat lunak GIS yang digunakan, dan secara rinci dijelaskan dalam manual dan membantu file yang menyertai perangkat lunak ini. Dalam **Tabel** di bawah ini adalah pengantar yang diberikan pada teknik-teknik yang disebutkan di atas.

Teknik Analisis Grid yang Fundamental

1. Membuat Grid

Grid merupakan komponen struktural dasar untuk contouring, pemodelan, dan menampilkan data spasial. Grid dapat dianggap sebagai tipe data spasial keempat setelah poligon, garis, dan titik. Sebuah grid terdiri dari sel-sel persegi yang teratur diatur di atas daerah tertentu. Setiap sel memiliki simpul, yang merupakan titik pusatnya. Setiap sel dapat diberi angka dan warna mewakili nilai. Jika ada beberapa sel diantara dua lokasi yang dikenal, seperti dua garis kontur, perubahan warna menunjukkan bagaimana nilai-nilai berubah diantara lokasi. Ada sejumlah cara untuk membuat grid:

- Interpolasi: Interpolasi adalah proses estimasi nilai grid menggunakan pengamatan yang terukur dari file titik. Nilai-nilai baru dihitung dari titik awal pengamatan bentuk permukaan, grid kontinyu merata spasi bahwa "mengisi celah" antara titik non-kontinyu. Banyak rumus-rumus matematika dapat diterapkan untuk mengestimasi atau interpolasi nilai grid dari titik file yang ada. Tidak ada solusi yang sempurna, dan banyak teknik yang digunakan, di antaranya yang paling umum adalah Triangulation (TIN), Invers Distance Weighting (IDW), Natural Neighbor (NN atau diagram Voronoi) dan Kriging. Validitas dari setiap metode tergantung sepenuhnya pada jenis data yang diinterpolasi, dan masing-masing menghasilkan gaya yang unik pada permukaan interpolasi.
- Impor grid dari format lain: Grid dapat tersedia dalam berbagai format. Yang paling umum digunakan adalah grid ASCII dan DEM. Banyak merk software analisis grid memiliki format sendiri. Format asli ArcGIS misalnya adalah "ESRI Raster" (*.adf), MapInfo menggunakan grid MapInfo (*.mig) dan Vertical Mapper menggunakan grid sendiri (*.grd untuk grid numerik dan *.grc untuk grid terklasifikasi). Kebanyakan software GIS mendukung konversi paling sedikit beberapa grid yang biasa digunakan. Sebuah alat GIS yang mendukung konversi berbagai grid adalah Global Mapper.

- Konversi poligon menjadi grid: Dalam banyak kasus informasi spasial yang digunakan dalam grid tersedia dalam format poligon (seperti banyak informasi yang tersedia per wilayah administrasi). Konversi antara jenis ini biasanya lurus ke depan. Tergantung pada jenis informasi yang dikonversi, hasil akhirnya akan menjadi grid numerik, atau grid kelas. Perhatian harus diambil dengan proyeksi dari mana konversi dilakukan, ukuran grid yang dipilih, dan untuk grid numerik, jenis grid yang dipilih (integer atau float).

2. Penggabungan dan pemotongan layer grid

Penggabungan grid sering digunakan ketika beberapa file grid yang mencakup wilayah studi perlu digabungkan ke dalam grid tunggal, atau bila Anda ingin membuat grid yang memiliki nilai tertinggi / terendah dari semua grid input. Nilai kosong yang terkandung dalam salah satu grid diproses diabaikan. Pemotongan grid secara khusus berguna untuk pemotongan file grid ke neatline peta standar. Margin luar dari berbagai file grid dapat didefinisikan menggunakan poligon yang telah ditetapkan.

3. Definisi rentang warna

Penggunaan warna adalah cara yang efektif untuk memberi makna pada penyimpanan data yang besar. Tampilan data grid dalam aplikasi GIS dicapai dengan menetapkan rentang nilai warna (atau landai warna), ditetapkan oleh serangkaian titik infleksi warna, untuk setiap sel grid yang didasarkan pada nilai numerik atau karakter yang bertugas untuk itu. „Warna landai“ yang berbeda harus didefinisikan untuk topik yang berbeda (jadi berbeda untuk peta bahaya, peta kerentanan, peta kapasitas dan peta risiko) untuk menghindari terlalu banyak pencampuran berbagai peta.

4. Analisis grid spesifik

Analisis spasial tertentu yang spesifik untuk analisis grid, seperti kemiringan, aspek dan grid jarak. Sebagaimana yang berlaku untuk geometri grid, lereng adalah pengukuran dari "kecuraman" dari sel grid dalam ruang tiga-dimensi dan oleh karenanya paling berlaku untuk permukaan ketinggian. Lereng adalah parameter yang paling penting untuk peta risiko longsor. Dalam aplikasi GIS vektor, Anda dapat membuat peta daerah sekitar benda pada jarak yang telah ditetapkan. Anda tidak bisa, bagaimanapun, menentukan jarak dalam wilayah penyangga. Misalnya, jika jalan raya adalah disangga pada jarak satu kilometer, Anda tidak akan dapat menentukan jarak yang tepat yang jatuh di kawasan penyangga (misalnya, 750 m atau 300 m). Dalam raster berbasis nilai dari setiap sel dalam kotak buffer dihitung sebagai jarak ke objek input terdekat. Sebagai hasilnya, Anda dapat menentukan jarak yang tepat di wilayah buffer.

5. Perhitungan grid

Perhitungan grid diperlukan untuk melakukan ekspresi matematis pada grid. Ekspresi matematis ini harus bisa menggabungkan operator matematis dengan fungsi yang telah ditetapkan. Kemampuan ini diperlukan untuk penyusunan indeks dan untuk menghitung indeks akhir berdasarkan faktor-faktor bobot. Raster berbasis software GIS biasanya menyediakan fungsi ini dalam bentuk 'kalkulator grid'.

6. Klasifikasi grid dan penurunan kontur dari layer grid

Klasifikasi dari grid istirahat yang dibutuhkan untuk membantu interpretasi. Interpretasi sering dibuat dalam bentuk penilaian seperti 'resiko tinggi', 'risiko menengah' dan 'risiko rendah'. Dalam kasus ini diinginkan untuk menunjukkan jalan penuh warna nilai-nilai, kelas-kelas ini juga dapat ditampilkan pada peta dalam bentuk kontur. Sejak persiapan kontur bisa menjadi sangat memakan waktu dalam kasus grid sangat tidak teratur, jalan pintas dapat dibuat dengan membuat grid kelas satu, dan mengkonversikannya ke poligon. Dalam hal yang ujung-ujungnya menyerupai kontur diperlukan.

7. Persiapan rangkuman statistik dan historis

Setelah hasil akhir ini telah diturunkan dalam peta grid, akan lebih ilustratif jika hasil juga bisa ditampilkan dalam bentuk Tabel dan grafik. Oleh karena itu informasi statistik (nilai maksimum, minimum dan rata-rata) akan diperlukan dari berbagai grid peta, dibagi per sub-area. Disamping itu informasi mengenai ukuran dari "risiko tinggi, 'risiko menengah' dan 'risiko rendah' akan sangat berharga (informasi histogram).

4.1. Indeks Ancaman Bencana

Indeks Ancaman Bencana disusun berdasarkan dua komponen utama, yaitu kemungkinan terjadi suatu ancaman dan besaran dampak yang pernah tercatat untuk bencana yang terjadi tersebut. Dapat dikatakan bahwa indeks ini disusun berdasarkan data dan catatan sejarah kejadian yang pernah terjadi pada suatu daerah.

Dalam penyusunan peta risiko bencana, komponen-komponen utama ini dipetakan dengan menggunakan Perangkat GIS. Pemetaan baru dapat dilaksanakan setelah seluruh data indikator pada setiap komponen diperoleh dari sumber data yang telah ditentukan. Data yang diperoleh kemudian dibagi dalam 3 kelas ancaman, yaitu rendah, sedang dan tinggi. Komponen dan indikator untuk menghitung Indeks Ancaman Bencana dapat dilihat pada **tabel 1**.

Tabel 1. Komponen Indeks Ancaman Bencana

NO	BENCANA	KOMPONEN/ INDIKATOR	KELAS INDEKS			BOBO T TOTAL	BAHAN RUJUKAN
			RENDAH	SEDANG	TINGGI		
1.	Gempa bumi	1. Peta Bahaya Gempa Bumi 2. Peta Zonasi Gempa Bumi 2010 (divalidasi dengan data kejadian)	Rendah (pga value < 0.2501)	Sedang (pga value 0,2501 – 0,70)	Tinggi (pga value > 0,70)	100%	SNI yang merujuk pada panduan yang diterbitkan oleh Badan Geologi Nasional
2.	Tsunami	Peta Estimasi Ketinggian Genangan Tsunami/ Peta Bahaya Tsunami	Rendah (<1 m)	Sedang (1-3 m)	Tinggi (> 3 m)	100%	Panduan dari Badan Geologi Nasional-ESDM dan BMKG
3.	Banjir	Peta Zonasi Daerah rawan banjir (divalidasi dengan data kejadian)	Rendah (<1 m)	Sedang (1-3 m)	Tinggi (> 3 m)	100%	Panduan dari Kementerian PU, BMKG dan Bakosurtanal

NO	BENCANA	KOMPONEN/ INDIKATOR	KELAS INDEKS			BOBO T TOTAL	BAHAN RUJUKAN	
			RENDAH	SEDANG	TINGGI			
4.	Tanah Longsor	Peta Bahaya Gerakan Tanah (divalidasi dengan data kejadian)	Rendah (zona kerentanan gerakan tanah sangat rendah – rendah)	Sedang (zona kerentanan gerakan tanah menengah)	Tinggi (zona kerentanan gerakan tanah tinggi)	100%	Panduan dari Badan Geologi Nasional-ESDM	
5.	Letusan Gunung Api	Peta KRB (divalidasi dengan data kejadian)	KRB I	KRB II	KRB III	100%	Panduan dari Badan Geologi Nasional-ESDM	
6.	Kekeringan	Peta Bahaya Kekeringan	Zona bahaya sangat rendah – rendah	Zona bahaya Sedang	Zona bahaya tinggi – Sangat Tinggi	100%	Panduan dari BMKG – Kementerian Pertanian	
7.	Gel. Ekstrim & Abrasi	1	Tinggi gelombang	< 1m	1-2.5 m	> 2.5 m	30%	Panduan dari BMKG dan Dishidros
		2	Arus (current)	< 0.2	0.2 – 0.4	> 0.4	30%	Panduan dari BMKG dan Dishidros
		3	Tutupan lahan/vegetasi pesisir (%)	> 80 %	40-80 %	< 40 %	15%	Panduan dari Kementerian Kehutanan
		4	Bentuk garis pantai	Berteluk	Lurus-berteluk	Lurus	15%	Panduan dari Bakosurtanal
8.	Cuaca Ekstrim (Angin Putting Beluung)	1	Lahan terbuka	Skor Bahaya= $0.3333 \times \text{Lahan Terbuka} + 0.3333 \times (1 - \text{Kemiringan Lereng}) + 0.3333 \times ((\text{Curah Hujan Tahunan}) / 5000)$			33.33%	Panduan dari BMKG
		2	Kemiringan Lereng				33.33%	
		3	Curah Hujan Tahunan				33.33%	
		Skor Bahaya		< 0,34	0,34 – 0,66	> 0,67		
9.	Kebakaran Hutan & Lahan	1	Jenis Hutan dan lahan	Hutan	Lahan Perkebunan	Padang rumput kering dan belukar, lahan pertanian	40%	Panduan dari Kementerian Kehutanan
		2	Iklm	Penghujan	Penghujan-kemarau	Kemarau	30%	Panduan dari BMKG
		3	Jenis tanah	Non organik/non gambut	Semi organik	Organik/gambut	30%	Panduan dari Puslitanah-Kementerian Pertanian
10.	Kebakaran Gedung & Pemukiman	1	Frekuensi (sejarah kejadian) (60%)	< 2 %	2-5%	> 5 %	100%	Panduan dari Damkar-Kementerian Dalam Negeri
		2	Dampak (40 %) Kerugian Ekonomi)	< Rp 1 M	Rp 1 M – 3 M	> Rp 3 M	15%	

NO	BENCANA	KOMPONEN/ INDIKATOR	KELAS INDEKS			BOBO T TOTAL	BAHAN RUJUKAN
			RENDAH	SEDANG	TINGGI		
		3 (Korban) : meninggal	-	1 orang	> 1 orang	70%	
		4 Luka berat	< 5 orang	5-10 orang	> 10 orang	15%	
11.	Epidemi & Wabah Penyakit	Kepadatan timbulnya malaria(KTM)	Skor Bahaya= $(0.25 \cdot KTM/10 + 0.25 \cdot KTDB/5 + 0.25 \cdot KTHIV/AIDS/(0.05) + 0.25 \cdot KTC/5) \cdot (\text{Log}(\text{Kepadatan penduduk}/0.01)/\text{Log}(100/0.01))$			25%	Panduan dari Kementerian Kesehatan
		Kepadatan timbulnya demam berdarah (KTDB)				25%	
		Kepadatan timbulnya HIV/AIDS (KTHIV/AIDS)				25%	
		Kepadatan timbulnya campak (KTC)				25%	
		Kepadatan penduduk					
		Skor Bahaya	< 0,34	0,34 – 0,66	>0,67		
12.	Gagal Teknologi	Jenis Industri (60 %)	-	Industri manufaktur	Industri kimia	100%	Panduan dari BPPT, LAPAN, Kementerian Perindustrian dan Kementerian Perhubungan
		Kapasitas (40 %)	Industri kecil	Industri menengah	Industri besar	100%	
13.	Konflik Sosial	1 Frekuensi kejadian (historical) -60%	< 2x	2-3 x	> 3 x	100%	Panduan dari Kementerian Sosial dan Polri
		2 Dampak akibat kejadian (historical) (40 %)	< 5 org	5-10 orang	> 10 orang	100%	

HAZARD

Identifikasi Jenis Ancaman (Hazard)

Untuk menentukan jumlah ancaman yang ada pada suatu daerah (Provinsi dan Kabupaten/Kotagunakan data dari dibi (<http://dibi.bnppb.go.id>). Sesuai dengan jenis ancaman yang di Buku Rencana Nasional Penanggulangan Bencana (Renas PB) terdapat 14 Jenis Bencana. Tidak semua provinsi memiliki semua jenis bencana tersebut.

Peta bahaya menentukan wilayah dimana peristiwa alam tertentu terjadi dengan frekuensi dan intensitas tertentu, tergantung pada kerentanan dan kapasitas daerah tersebut, yang dapat menyebabkan bencana. Untuk sebagian besar bencana, intensitas tinggi hanya terjadi dengan frekuensi sangat rendah (bencana "kecil" terjadi lebih sering daripada bencana "besar"). Selanjutnya pada beberapa bahaya setempat dan lain-lain hampir merata.

Hazard SNI

Beberapa jenis hazard (peta ancaman) telah dikeluarkan oleh Kementerian/Lembaga terkait, maka disarankan menggunakan peta ancaman tersebut untuk jenis bencana :

- a. Gempabumi (tim 9 revisi gempa)
- b. Longsor (ESDM)
- c. Gunungapi (PVMBG)
- d. Banjir (PU dan Bakosurtanal)
- e. Kekeringan (BMKG)

1. Gempabumi

Gunakan field Value untuk melakukan pengkelasan hazard, gunakan nilai berikut:

PGA Value	Kelas	Nilai	Bobot (%)	Skor
< 0.26	Rendah	1	100	0.333333
0.26 – 0.70	Sedang	2		0.666667
> 0.70	Tinggi	3		1.000000

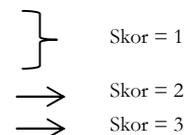
Catatan : Nilai diatas digunakan ketika menyusun peta risiko. Untuk layout peta ancaman (hazard) gunakan sesuai dengan nilai asli dari tim 9, seperti pada gambar dibawah.



2. Tanah Longsor

Gunakan field kerentanan. Jadikan nilai dari 4 kelas menjadi 3 kelas sesuai dengan kriteria dibawah

Zona kerentanan gerakan tanah rendah	Rendah
Zona kerentanan gerakan tanah sangat rendah	Rendah
Zona kerentanan gerakan tanah menengah	Sedang
Zona kerentanan gerakan tanah tinggi	Tinggi



Zona Ancaman	Kelas	Nilai	Bobot (%)	Skor
Gerakan Tanah Sangat Rendah , Rendah	Rendah	1	100	0.333333
Gerakan Tanah Menengah	Sedang	2		0.666667
Gerakan Tanah Tinggi	Tinggi	3		1.000000

3. Gunungapi

Gunakan KRB dari PVMBG untuk hazard gunungapi. Kelas KRB sesuaikan dengan peta yang ada dari PVMBG.

Kawasan Rawan Bencana (KRB)	Kelas	Nilai	Bobot (%)	Skor
I	Rendah	1	100	0.333333
II	Sedang	2		0.666667
III	Tinggi	3		1.000000

Catatan : Cross check kelengkapan peta KRB ke PVMBG, gunakan titik gunungapi untuk mengetahui gunungapi yang terdapat di masing-masing pulau. Lakukan digitasi KRB untuk gunungapi yang belum tersedia featurenya.

4. Banjir

Gunakan Field Kelas_Rawan. Hanya terdapat satu jenis kelas yaitu rawan banjir. Lakukan overlay kelas rawan banjir tersebut dengan SRTM untuk mendapatkan ketinggian genangan. Gunakan kelas skoring dibawah :

Kedalaman (m)	Kelas	Nilai	Bobot (%)	Skor
< 0.76	Rendah	1	100	0.333333
0.76 – 1.5	Sedang	2		0.666667
> 1.5	Tinggi	3		1.000000

5. Kekeringan

Gunakan field Acm_Kering. Rubah kelas yang ada dari 5 kelas menjadi 3 kelas.

	Rendah	Rendah
	Sangat Rendah	Rendah
	Sedang	Sedang
	Tinggi	Tinggi
	Sangat Tinggi	Tinggi

Lakukan skoring sesuai dengan kelas yang ada (tinggi, sedang, rendah)

Zona Ancaman	Kelas	Nilai	Bobot (%)	Skor
Sangat Rendah, Rendah	Rendah	1	100	0.333333
Sedang	Sedang	2		0.666667
Tinggi, Sangat Tinggi	Tinggi	3		1.000000

Hazard Non SNI

Hazard non SNI merupakan peta ancaman yang belum diperoleh dari K/L terkait. Zonasi hazard ini harus ditentukan menggunakan metodologi yang telah ditentukan. Jenis ancaman non SNI meliputi :

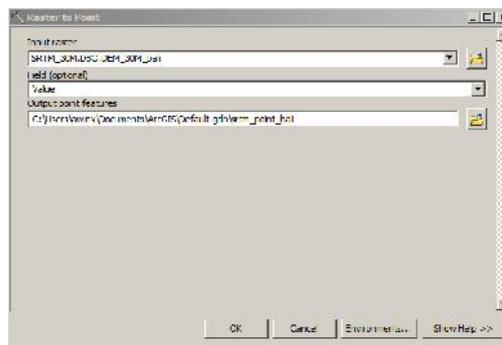
- Tsunami
- Konflik Sosial
- Kegagalan teknologi
- Epidemi dan Wabah Penyakit

- e. Kebakaran Gedung dan Permukiman
- f. Kebakaran Hutan dan Lahan
- g. Cuaca Ekstrem
- h. Gelombang Ekstrem dan Abrasi

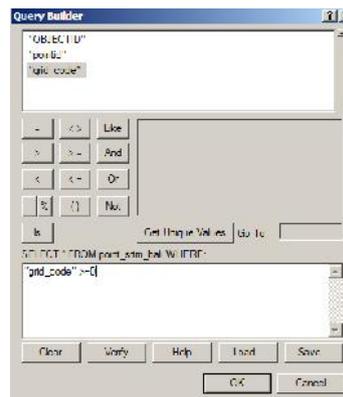
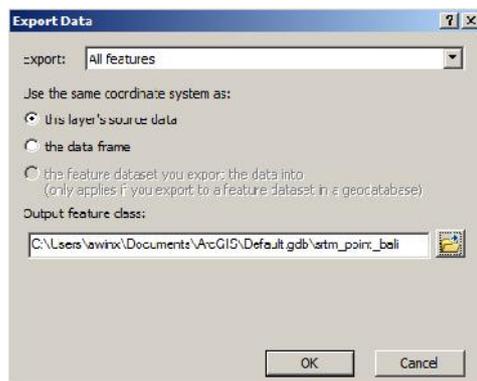
1. Tsunami

BNPB telah mengeluarkan Pedoman Kajian Risiko Tsunami atau *Tsunami Risk Assessment Guideline (TRA)* untuk penentuan zonasi ancaman tsunami. Untuk mengetahui langkah-langkah penentuan zonasi tsunami dapat dilihat pada dokumen TRA (terlampir).

- a) Tampilkan data SRTM 30 m di ArcMap
- b) Untuk mendapatkan nilai ketinggian dari SRTM lakukan konversi raster ke point dengan menggunakan ArcToolbox di ArcMap.



- c) Setelah anda memperoleh point srtm, pilih nilai SRTM yang bernilai positif, lakukan pemilihan dengan menggunakan query. Query builder, "grid_code" >=0
- d) Export kembali data titik SRTM anda yang bernilai positif. Klik kanan pada layer > data export



"grid_code" >=6 OR "KOTA_KAB" = 'KLUNGKUNG' AND "grid_code" >=9 OR "KOTA_KAB" = 'KOTA DENPASAR' AND "grid_code" >=9 OR "KOTA_KAB" = 'TABANAN' AND "grid_code" >=7

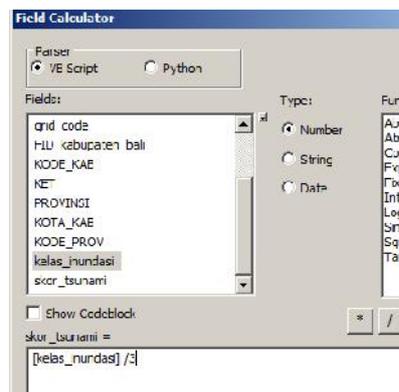
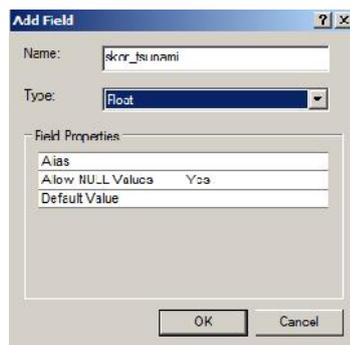
Berikan nilai 1 untuk hasil pemilihan kelas rendah, dan nilai 3 untuk kelas 3. Untuk kelas sedang diberi nilai 2.

Berikut contoh syntax untuk kelas tinggi.

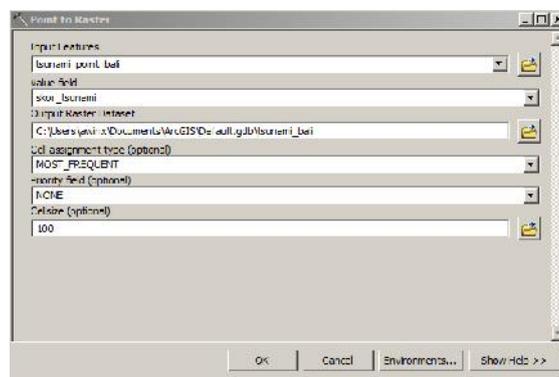
"KOTA_KAB" = 'BADUNG' AND "grid_code" <= 7 OR "KOTA_KAB" = 'BULELENG' AND "grid_code" <=6 OR "KOTA_KAB" = 'GIANYAR' AND "grid_code" <=7 OR "KOTA_KAB" = 'JEMBRANA' AND "grid_code" <=3 OR "KOTA_KAB" = 'KARANG ASEM' AND "grid_code" <=3 OR "KOTA_KAB" = 'KLUNGKUNG' AND "grid_code" <=7 OR "KOTA_KAB" = 'KOTA DENPASAR' AND "grid_code" <=7 OR "KOTA_KAB" = 'TABANAN' AND "grid_code" <=5

Nilai diluar kedua kelas diatas dimasukkan kedalam kelas sedang.

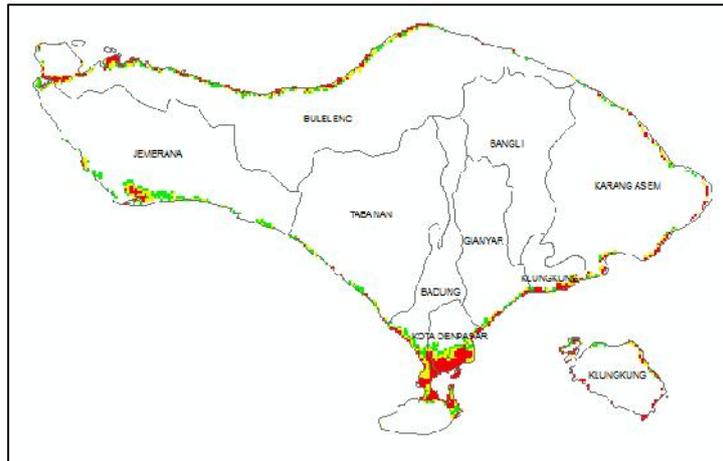
- j) Lakukan normalisasi nilai kelas diatas dengan membagi nilai kelas dengan nilai maksimum. Sehingga nilai kelas berubah menjadi 0 – 1. Buat sebuah field baru dengan nama skor_tsunami



- k) Konversikan nilai skor tsunami diatas menjadi data raster. Gunakan fungsi point to raster, pastikan anda menggunakan satuan meter untuk konversi ke raster 100 x 100. Pastikan pada Value_field anda memilih skor_tsunami



- l) Hasil yang diperoleh berupa peta ancaman tsunami dengan 3 kelas ancaman yaitu rendah, sedang, dan tinggi, gunakan pewarnaan stretch raster.



2. Konflik Sosial

Indikator yang digunakan untuk peta bahaya konflik social adalah jumlah kejadian dan dampak terhadap manusia akibat kejadian berdasarkan data historiactal. Zona bahaya yang didefinisikan pada peta bahaya konflik sosial berdasarkan kelas dan bobot untuk masing-masing parameter. Dinyatakan sebagai persamaan ini terlihat sebagai berikut:

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Jumlah kejadian	60	< 2x	2-3x	> 3x	Kelas/Nilai Max Kelas
Dampak akibat kejadian	40	< 5 orang	5-10 orang	> 10 orang	

$$\text{Hazard Konflik Sosial} = (0.6 \cdot \text{skor kejadian}) + (0.4 \cdot \text{skor dampak})$$

3. Kegagalan Teknologi

Indikator yang digunakan untuk peta bahaya kegagalan teknologi adalah jenis industri dan kapasitas industri berdasarkan data perindustrian. Zona bahaya yang didefinisikan pada peta bahaya kegagalan teknologi berdasarkan kawasan industri dari peta RTRW tingkat provinsi dan dengan data pada tingkat Kabupaten/Kota dan kemudian dihitung kelas dan bobot untuk masing-masing parameter. Dinyatakan sebagai persamaan ini terlihat sebagai berikut:

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Frekuensi kejadian kebakaran (%)	60	<2%	2 – 5%	>5%	Kelas/Nilai Max Kelas
Kerugian ekonomi (miliar rupiah)	6	<1 M	1 – 3 M	>3 M	
Jumlah korban meninggal	28	-	1 orang	>1 orang	
Jumlah korban luka berat	6	<5 orang	5 – 10 orang	>10 orang	

$$\text{Hazard kebakaran gedung dan pemukiman} = (0.6 \cdot \text{skor frekuensi kejadian}) + (0.5 \cdot \text{skor kerugian ekonomi}) + (0.28 \cdot \text{skor jumlah meninggal}) + (0.6 \cdot \text{skor jumlah luka berat})$$

4. Epidemi dan Wabah Penyakit

Indikator yang digunakan untuk peta bahaya epidemic dan wabah penyakit adalah terjadinya kepadatan bahaya epidemic (malaria, demam berdarah, HIV/AIDS dan campak), dikombinasikan dengan kepadatan penduduk. Untuk mendapatkan skala bahaya, rata-rata terjadinya indeks kepadatan dikalikan dengan logaritma kepadatan penduduk. Parameter konversi indeks dan persamaannya ditunjukkan di bawah ini.

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Frekuensi kejadian kebakaran (%)	60	<2%	2 – 5%	>5%	Kelas/Nilai Max Kelas
Kerugian ekonomi (miliar rupiah)	6	<1 M	1 – 3 M	>3 M	
Jumlah korban meninggal	28	-	1 orang	>1 orang	
Jumlah korban luka berat	6	<5 orang	5 – 10 orang	>10 orang	

$$\text{Hazard kebakaran gedung dan pemukiman} = (0,6 * \text{skor frekuensi kejadian}) + (0,5 * \text{skor kerugian ekonomi}) + (0,28 * \text{skor jumlah meninggal}) + (0,6 * \text{skor jumlah luka berat})$$

Keterangan :

- A = Kepadatan penderita malaria
- B = Kepadatan penderita demam berdarah
- C = Kepadatan penderita HIV/AIDS
- D = Kepadatan penderita campak

5. Kebakaran Gedung dan Permukiman

Indikator yang digunakan untuk peta bahaya kebakaran gedung dan pemukiman adalah frekuensi jumlah kejadian kebakaran, nilai kerugian ekonomi (miliar rupiah), jumlah korban meninggal dan jumlah korban luka berat. Zona bahaya yang didefinisikan pada peta bahaya kebakaran gedung dan pemukiman berdasarkan kelas dan bobot untuk masing-masing parameter. Dinyatakan sebagai persamaan ini terlihat sebagai berikut:

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Frekuensi kejadian kebakaran (%)	60	<2%	2 – 5%	>5%	Kelas/Nilai Max Kelas
Kerugian ekonomi (miliar rupiah)	6	<1 M	1 – 3 M	>3 M	
Jumlah korban meninggal	28	-	1 orang	>1 orang	
Jumlah korban luka berat	6	<5 orang	5 – 10 orang	>10 orang	

$$\text{Hazard kebakaran gedung dan pemukiman} = (0,6 * \text{skor frekuensi kejadian}) + (0,5 * \text{skor kerugian ekonomi}) + (0,28 * \text{skor jumlah meninggal}) + (0,6 * \text{skor jumlah luka berat})$$

Semua data diatas merupakan data berdasarkan catatan sejarah kejadian bencana tingkat kabupaten/kota diperoleh di Dinas Pemadam Kebakaran. Berikut merupakan rincian klasifikasi dan kelas parameter yang digunakan

6. Kebakaran Hutan dan Lahan

Indikator yang digunakan untuk peta bahaya kebakaran hutan dan lahan adalah koefisien jenis hutan dan lahan (hutan, perkebunan, padang rumput kering, semak belukar dan lahan pertanian), curah hujan tahunan dan koefisien jenis tanah. Untuk mendapatkan skala bahaya, koefisien jenis hutan dikalikan bobot 40%, curah hujan tahunan dikalikan bobot (/5000 x 30%) dan koefisien jenis tanah dikalikan bobot 30%. Parameter konversi indeks dan persamaannya ditunjukkan di bawah ini.

Parameter	Bobot (%)	Minimum	Maximum	Kelas			Skor
				Rendah	Sedang	Tinggi	
Jenis Hutan	40			Hutan	Lahan Perkebunan	padang rumput kering, semak belukar dan lahan pertanian	Kelas/Nilai Max Kelas
Curah Hujan Tahunan	30	0 mm	5000 mm	Penghujan	Penghujan-Kemarau	Kemarau	
Jenis Tanah	30	Non bog soil	Bog soil	Non organik/ Non gambut	Semi organik	Organik/gambut	

$$\text{Hazard Kebakaran Hutan dan Lahan} = (0.4 * \text{skor jenis hutan}) + (0.3 * (\text{curah hujan tahunan}/5000)) + (0.3 * \text{skor jenis tanah})$$

7. Cuaca Ekstrim

Indikator yang digunakan untuk peta bahaya cuaca ekstrim adalah koefisien keterbukaan (terkait dengan peta penggunaan lahan), dikombinasikan dengan 'perbukitan' (kelas lereng) dan peta curah hujan tahunan. Parameter konversi Indeks dan persamaan ditunjukkan pada di bawah ini.

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Jumlah kejadian	60	< 2x	2-3x	> 3x	Kelas/Nilai Max Kelas
Dampak akibat kejadian	40	< 5 orang	5-10 orang	> 10 orang	

$$\text{Hazard Konflik Sosial} = (0.6 * \text{skor kejadian}) + (0.4 * \text{skor dampak})$$

8. Gelombang Ekstrim dan Abrasi

Indikator yang digunakan untuk peta bahaya gelombang ekstrim dan abrasi adalah tinggi gelombang, arus wilayah perairan (current), tutupan vegetasi di wilayah pesisir, bentuk garis pantai dan tipologi pantai. Parameter konversi Indeks dan persamaan ditunjukkan pada di bawah ini.

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Tinggi gelombang	30	<1 m	1 – 2.5 m	>2.5 m	Kelas/Nilai Max Kelas
Arus (current)	30	<0.2	0.2 – 0.4	>0.4	
Tutupan vegetasi	15	>80%	40 – 80%	<40%	
Bentuk garis pantai	15	berteluk	berteluk - lurus	lurus	
Tipologi pantai	10	berbatu karang	berbatu pasir	berlumpur	
<p>Tipologi pantai</p> <p><i>Hazard Gelombang, Indeks Erosi dan Abrasi</i></p> $= (0.3 * skor\ tinggi\ gelombang) + (0.3 * skor\ arus) + (0.15 * skor\ tutupan\ vegetasi) + (0.15 * skor\ bentuk\ garis\ pantai) + (0.1 * skor\ tipologi\ pantai)$					

Catatan :

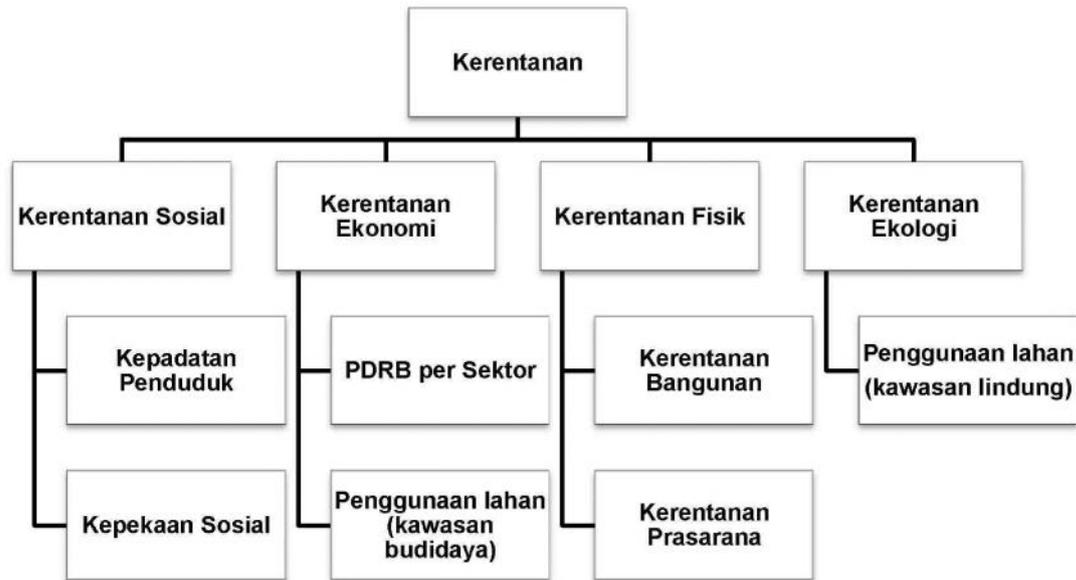
1. Lakukan konversi setiap parameter peta kedalam raster grid unit 100 x 100
2. Pastikan anda mengerjakan wilayah provinsi berdasarkan zona UTM untuk menghindari kesalahan konversi grid.
3. Overlay masing-masing parameter dilakukan dalam format raster grid unit 100 x 100 untuk menghasilkan peta ancaman (non SNI).
4. Masing-masing hazard (ancaman) akan menghasilkan satu peta akhir dalam tiga kelas ancaman rendah, sedang, tinggi.

4.2. Indeks Kerentanan

Peta kerentanan dapat dibagi-bagi ke dalam kerentanan sosial, ekonomi, fisik dan ekologi/lingkungan. Kerentanan dapat didefinisikan sebagai Exposure kali 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, Susenan, 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 tidak ada sumber yang baik tersedia untuk sampai level desa, sehingga akhirnya informasi desa dirangkum pada level kecamatan sebelum dapat disajikan dalam peta tematik. Untuk peta batas administrasi sebaiknya menggunakan peta terbaru yang dikeluarkan oleh BPS. Gambar dengan komposisi indikator kerentanan ditunjukkan di bawah ini:

TIGA KOMPOSISI UNTUK ANALISIS KERENTANAN



4.3. Indeks Penduduk Terpapar

Penentuan Indeks Penduduk Terpapar dihitung dari komponen sosial budaya di kawasan yang diperkirakan terlanda bencana. Komponen ini diperoleh dari indikator kepadatan penduduk dan indikator kelompok rentan pada suatu daerah bila terkena bencana. Indeks ini baru bisa diperoleh setelah Peta Ancaman untuk setiap bencana selesai disusun. Data yang diperoleh untuk komponen sosial budaya kemudian dibagi dalam 3 kelas ancaman, yaitu rendah, sedang dan tinggi. Selain dari nilai indeks dalam bentuk kelas (rendah, sedang atau tinggi), komponen ini juga menghasilkan jumlah jiwa penduduk yang terpapar ancaman bencana pada suatu daerah. Komponen dan indikator untuk menghitung Indeks Penduduk Terpapar dapat dilihat pada **tabel 2**.

Tabel 2. Komponen Indeks Penduduk Terpapar

NO	BENCANA	KOMPONEN/ INDIKATOR	KELAS INDEKS			BOBOT TOTAL	SUMBER DATA	
			RENDAH	SEDANG	TINGGI			
1.	Gempa bumi	Sosial Budaya (40%)						
		1	Kepadatan Penduduk	< 500 jiwa/km ²	500-1000 jiwa/km ²	> 1000 jiwa/km ²	60%	Podes, Susenas, dan Land use
		2	Kelompok Rentan	< 20 %	20-40 %	> 40 %	40%	Podes, Susenas, PPLS
2.	Tsunami	Sosial Budaya (40%)						
		1	Kepadatan Penduduk	< 500 jiwa/km ²	500-1000 jiwa/km ²	> 1000 jiwa/km ²	60%	Podes, Susenas, dan Land use
		2	Kelompok Rentan	< 20 %	20-40 %	> 40 %	40%	Podes, Susenas, PPLS
3.	Banjir	Sosial Budaya (40%)						
		1	Kepadatan Penduduk	< 500 jiwa/km ²	500-1000 jiwa/km ²	> 1000 jiwa/km ²	60%	Podes, Susenas, dan Land use

NO	BENCANA	KOMPONEN/ INDIKATOR	KELAS INDEKS			BOBOT TOTAL	SUMBER DATA
			RENDAH	SEDANG	TINGGI		
		2 Kelompok Rentan	< 20 %	20-40 %	> 40 %	40%	Podes, Susenas, PPLS
4.	Tanah Longsor	Sosial Budaya (40%)					
		1 Kepadatan Penduduk	< 500 jiwa/km ²	500-1000 jiwa/km ²	> 1000 jiwa/km ²	60%	Podes, Susenas, dan Land use
		2 Kelompok Rentan	< 20 %	20-40 %	> 40 %	40%	Podes, Susenas, PPLS
5.	Letusan Gunung Api	Sosial Budaya (40%)					
		1 Kepadatan Penduduk	< 500 jiwa/km ²	500-1000 jiwa/km ²	> 1000 jiwa/km ²	60%	Podes, Susenas, dan Land use
		2 Kelompok Rentan	< 20 %	20-40 %	> 40 %	40%	Podes, Susenas, PPLS
6.	Gel. Ekstrim & Abrasi	Sosial Budaya (40%)					
		1 Kepadatan Penduduk	< 500 jiwa/km ²	500-1000 jiwa/km ²	> 1000 jiwa/km ²	60%	Podes, Susenas, dan Land use
		2 Kelompok Rentan	< 20 %	20-40 %	> 40 %	40%	Podes, Susenas, PPLS
7.	Cuaca Ekstrim	Sosial Budaya (40%)					
		1 Kepadatan Penduduk	< 500 jiwa/km ²	500-1000 jiwa/km ²	> 1000 jiwa/km ²	60%	Podes, Susenas, dan Land use
		2 Kelompok Rentan	< 20 %	20-40 %	> 40 %	40%	Podes, Susenas, PPLS
8	Kekeringan	Sosial Budaya (40%)					
		1 Kepadatan Penduduk	< 500 jiwa/km ²	500-1000 jiwa/km ²	> 1000 jiwa/km ²	60%	Podes, Susenas, dan Land use
		2 Kelompok Rentan	< 20 %	20-40 %	> 40 %	40%	Podes, Susenas, PPLS
9.	Kebakaran Hutan & Lahan	Sosial Budaya (30%)					
		1 Kepadatan Penduduk	< 500 jiwa/km ²	500-1000 jiwa/km ²	> 1000 jiwa/km ²	60%	Podes, Susenas, dan Land use
		2 Kelompok Rentan	< 20 %	20-40 %	> 40 %	40%	Podes, Susenas, PPLS
10.	Kebakaran Gedung & Pemukiman	Sosial Budaya (40%)					
		1 Kepadatan Penduduk	< 500 jiwa/km ²	500-1000 jiwa/km ²	> 1000 jiwa/km ²	60%	Podes, Susenas, dan Land use
		2 Kelompok Rentan	< 20 %	20-40 %	> 40 %	40%	Podes, Susenas, PPLS
11.	Epidemi & Wabah Penyakit	Sosial Budaya (40%)					
		1 Kepadatan Penduduk	< 500 jiwa/km ²	500-1000 jiwa/km ²	> 1000 jiwa/km ²	60%	Podes, Susenas, dan Land use
		2 Kelompok Rentan	< 20 %	20-40 %	> 40 %	40%	Podes, Susenas, PPLS
12.	Gagal Teknologi	Sosial Budaya (40%)					
		1 Kepadatan Penduduk	< 500 jiwa/km ²	500-1000 jiwa/km ²	> 1000 jiwa/km ²	60%	Podes, Susenas, dan Land use

NO	BENCANA	KOMPONEN/ INDIKATOR	KELAS INDEKS			BOBOT TOTAL	SUMBER DATA
			RENDAH	SEDANG	TINGGI		
		2 Kelompok Rentan	< 10 %	20-25 %	> 25 %	40%	Podes, Susenas, PPLS
13.	Konflik Sosial	Sosial Budaya (40%)					
		1 Kepadatan Penduduk	< 500 jiwa/km2	500-1000 jiwa/km2	> 1000 jiwa/km2	60%	Podes, Susenas, dan Land use
		2 Kelompok Rentan	< 20 %	20-40 %	> 40 %	40%	Podes, Susenas, PPLS

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 di bawah ini.

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Kepadatan penduduk	60	<500 jiwa/km2	500-100 jiwa/km2	>1000 jiwa/km2	Kelas/Nilai Max Kelas
Rasio jenis kelamin (10%)	40	<20%	20 – 40%	>40%	
Rasio kemiskinan (10%)					
Rasio orang cacat (10%)					
Rasio kelompok umur (10%)					
Rasio kelompok umu (10%)					

$$\begin{aligned}
 & \text{Kerentanan Sosial} \\
 & = \left(0.6 * \frac{\log \left(\frac{\text{kepadatan penduduk}}{0.01} \right)}{\log \left(\frac{100}{0.01} \right)} \right) + (0.1 * \text{rasio jenis kelamin}) \\
 & + (0.1 * \text{rasio kemiskinan}) + (0.1 * \text{rasio orang cacat}) + (0.1 * \text{rasio kelompok umur})
 \end{aligned}$$

4.4. Indeks Kerugian

Indeks Kerugian diperoleh dari komponen ekonomi, fisik dan lingkungan. Komponen-komponen ini dihitung berdasarkan indikator-indikator berbeda Tergantung pada jenis ancaman bencana. Sama halnya dengan Indeks Penduduk Terpapar, Indeks Kerugian baru dapat diperoleh setelah Peta Ancaman untuk setiap bencana telah selesai disusun.

Data yang diperoleh untuk seluruh komponen kemudian dibagi dalam 3 kelas ancaman, yaitu rendah, sedang dan tinggi. Selain dari ditentukannya kelas indeks, penghitungan komponen-komponen ini juga akan menghasilkan potensi kerugian daerah dalam satuan rupiah. Komponen dan indikator untuk menghitung Indeks Kerugian dapat dilihat pada **tabel 3**.

Tabel 3. Komponen Indeks Kerugian

NO	BENCANA	KOMPONEN/ INDIKATOR	KELAS INDEKS			BOBOT TOTAL	SUMBER DATA	
			RENDAH	SEDANG	TINGGI			
1.	Gempa bumi	Ekonomi (dalam Rp) (30%)					60%	Landuse, Kabupaten/ Kecamatan dalam Angka
		1	Luas lahan produktif	< Rp 50 juta	Rp 50jt-200 jt	> Rp 200 jt		
		2	Kontribusi PDRB per sektor	< Rp 100 juta	Rp 100jt-300 jt	> Rp 300 jt	40%	Laporan Sektor, Kabupaten dalam Angka
		Fisik (dalam Rp) (30%)					40%	Podes
		1	Rumah	< Rp 400 juta	Rp 400jt-800 jt	> Rp 800jt		
		2	Fas. Umum	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M		
		3	Fas. Kritis	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M	30%	
2.	Tsunami	Ekonomi (dalam Rp) 25%					60%	Landuse, Kabupaten /Kecamatan Dalam Angka
		1	Luas lahan produktif	< Rp 50 juta	Rp 50jt-200 jt	> Rp 200 jt		
		2	Kontribusi PDRB per sektor	< Rp 100 juta	Rp 100jt-300 jt	> Rp 300 jt	40%	Laporan Sektor, Kabupaten dalam Angka
		Fisik (dalam Rp) 25%					40%	Podes
		1	Rumah	< Rp 400 juta	Rp 400jt-800 jt	> Rp 800jt		
		2	Fas. Umum	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M		
		3	Fas. Kritis	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M	30%	
3.	Banjir	Ekonomi (dalam Rp) 25%					60%	Landuse, Kabupaten /Kecamatan Dalam Angka
		1	Luas lahan produktif	< Rp 50 juta	Rp 50jt-200 jt	> Rp 200 jt		
		2	Kontribusi PDRB per sektor	< Rp 100 juta	Rp 100jt-300 jt	> Rp 300 jt	40%	Laporan Sektor, Kabupaten dalam Angka
		Fisik (dalam Rp) 25%					40%	Podes
		1	Rumah	< Rp 400 juta	Rp 400jt-800 jt	> Rp 800jt		

NO	BENCANA	KOMPONEN/ INDIKATOR		KELAS INDEKS			BOBOT TOTAL	SUMBER DATA
				RENDAH	SEDANG	TINGGI		
		2	Fas. Umum	< Rp 500 juta	Rp 500jt- 1 M	> Rp 1 M	30%	
		3	Fas. Kritis	< Rp 500 juta	Rp 500jt- 1 M	> Rp 1 M	30%	
4.	Tanah Longsor	Ekonomi (dalam Rp) 25%						
		1	Luas lahan produktif	< Rp 50 juta	Rp 50jt- 200 jt	> Rp 200 jt	60%	Landuse, Kabupaten /Kecamata n Dalam Angka
		2	Kontribusi PDRB per sektor	< Rp 100 juta	Rp 100jt- 300 jt	> Rp 300 jt	40%	Laporan Sektor, Kabupaten dalam Angka
		Fisik (dalam Rp) 25%						
		1	Rumah	< Rp 400 juta	Rp 400jt- 800 jt	> Rp 800jt	40%	Podes
		2	Fas. Umum	< Rp 500 juta	Rp 500jt- 1 M	> Rp 1 M	30%	
		3	Fas. Kritis	< Rp 500 juta	Rp 500jt- 1 M	> Rp 1 M	30%	
5.	Letusan Gunung Api	Ekonomi (dalam Rp) (25%)						
		1	Luas lahan produktif	< Rp 50 juta	Rp 50jt- 200 jt	> Rp 200 jt	60%	Landuse, Kabupaten /Kecamata n Dalam Angka
		2	Kontribusi PDRB per sektor	< Rp 100 juta	Rp 100jt- 300 jt	> Rp 300 jt	40%	Laporan Sektor, Kabupaten dalam Angka
		Fisik (dalam Rp) 25%						
		1	Rumah	< Rp 400 juta	Rp 400jt- 800 jt	> Rp 800jt	40%	Podes
		2	Fas. Umum	< Rp 400 juta	Rp 500jt- 1 M	> Rp 1 M	30%	
		3	Fas. Kritis	< Rp 500 juta	Rp 500jt- 1 M	> Rp 1 M	30%	
6.	Gel. Ekstrim & Abrasi	Ekonomi (dalam Rp) (25%)						
		1	Luas lahan produktif	< Rp 50 juta	Rp 50jt- 200 jt	> Rp 200 jt	60%	Landuse, Kabupaten /Kecamata n Dalam Angka
		2	Kontribusi PDRB per sektor	< Rp 100 juta	Rp 100jt- 300 jt	> Rp 300 jt	40%	Laporan Sektor, Kabupaten dalam Angka

NO	BENCANA	KOMPONEN/ INDIKATOR	KELAS INDEKS			BOBOT TOTAL	SUMBER DATA			
			RENDAH	SEDANG	TINGGI					
		Fisik (dalam Rp) 25%					Podes			
		1	Rumah	< Rp 400 juta	Rp 400jt-800 jt	> Rp 800jt			40%	
		2	Fas. Umum	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M			30%	
		3	Fas. Kritis	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M			30%	
		Ekonomi (dalam Rp) (30%)							60%	Landuse, Kabupaten /Kecamatan Dalam Angka
		1	Luas lahan produktif	< Rp 50 juta	Rp 50jt-200 jt	> Rp 200 jt				
7.	Cuaca Ekstrim	2	Kontribusi PDRB per sektor	< Rp 100 juta	Rp 100jt-300 jt	> Rp 300 jt	40%	Laporan Sektor, Kabupaten dalam Angka		
		Fisik (dalam Rp) 30%					40%	Podes		
		1	Rumah	< Rp 400 juta	Rp 400jt-800 jt	> Rp 800jt				
		2	Fas. Umum	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M				
		3	Fas. Kritis	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M	30%			
		8	Kekeringan	Ekonomi (dalam Rp) 30%					60%	Landuse, Kabupaten /Kecamatan Dalam Angka
1	Luas lahan produktif			< Rp 50 juta	Rp 50jt-200 jt	> Rp 200 jt				
2	Kontribusi PDRB per sektor			< Rp 100 juta	Rp 100jt-300 jt	> Rp 300 jt	40%	Laporan Sektor, Kabupaten dalam Angka		
9.	Kebakaran Hutan & Lahan	Ekonomi (dalam Rp) (20%)					60%	Landuse, Kabupaten /Kecamatan Dalam Angka		
		1	Luas lahan produktif	< Rp 50 juta	Rp 50jt-200 jt	> Rp 200 jt				
		2	Kontribusi PDRB per sektor	< Rp 100 juta	Rp 100jt-300 jt	> Rp 300 jt	40%	Laporan Sektor, Kabupaten dalam Angka		
		Fisik (dalam Rp) 10%					40%	Podes		
		1	Rumah	< Rp 400 juta	Rp 400jt-800 jt	> Rp 800jt				
2	Fas. Umum	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M	30%					

NO	BENCANA	KOMPONEN/ INDIKATOR	KELAS INDEKS			BOBOT TOTAL	SUMBER DATA	
			RENDAH	SEDANG	TINGGI			
		3 Fas. Kritis	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M	30%		
10.	Kebakaran Gedung & Pemukiman	Ekonomi (dalam Rp) (30%)						
		1 Kontribusi PDRB per sektor	< Rp 100 juta	Rp 100jt-300 jt	> Rp 300 jt	100%	Laporan Sektor, Kabupaten dalam Angka	
		Fisik (dalam Rp) 30%						
		1 Rumah	< Rp 400 juta	Rp 400jt-800 jt	> Rp 800jt	40%	Podes	
		2 Fas. Umum	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M	30%		
		3 Fas. Kritis	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M	30%		
11.	Epidemi & Wabah Penyakit	Ekonomi (dalam Rp) (25%)						
		1 Luas lahan produktif	< Rp 50 juta	Rp 50jt-200 jt	> Rp 200 jt	60%	Landuse, Kabupaten /Kecamatan Dalam Angka	
		2 Kontribusi PDRB per sektor	< Rp 100 juta	Rp 100jt-300 jt	> Rp 300 jt	40%	Laporan Sektor, Kabupaten dalam Angka	
		Fisik (dalam Rp) 25%						
		1 Rumah	< Rp 400 juta	Rp 400jt-800 jt	> Rp 800jt	40%	Podes	
		2 Fas. Umum	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M	30%		
3 Fas. Kritis	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M	30%				
12.	Gagal Teknologi	Ekonomi (dalam Rp) 25%						
		1 Luas lahan produktif	< Rp 50 juta	Rp 50jt-200 jt	> Rp 200 jt	60%	Landuse, Kabupaten /Kecamatan Dalam Angka	
		2 Kontribusi PDRB per sektor	< Rp 100 juta	Rp 100jt-300 jt	> Rp 300 jt	40%	Laporan Sektor, Kabupaten dalam Angka	
		Fisik (dalam Rp) 25%						
		1 Rumah	< Rp 400 juta	Rp 400jt-800 jt	> Rp 800jt	40%	Podes	
		2 Fas. Umum	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M	30%		
3 Fas. Kritis	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M	30%				

NO	BENCANA	KOMPONEN/ INDIKATOR	KELAS INDEKS			BOBOT TOTAL	SUMBER DATA	
			RENDAH	SEDANG	TINGGI			
13.	Konflik Sosial	Ekonomi (dalam Rp) (25%)					60%	Landuse, Kabupaten /Kecamatan Dalam Angka
		1	Luas lahan produktif	< Rp 50 juta	Rp 50jt-200 jt	> Rp 200 jt		
		2	Kontribusi PDRB per sektor	< Rp 100 juta	Rp 100jt-300 jt	> Rp 300 jt	40%	Laporan Sektor, Kabupaten dalam Angka
		Fisik (dalam Rp) 25%					40%	Podes
		1	Rumah	< Rp 400 juta	Rp 400jt-800 jt	> Rp 800jt		
		2	Fas. Umum	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M		
3	Fas. Kritis	< Rp 500 juta	Rp 500jt-1 M	> Rp 1 M	30%			

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 kedalam 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 untuk ancaman Gempabumi, Tanah Longsor, Gunungapi, Banjir, Kekeringan, Tsunami, Konflik Sosial, Kegagalan Teknologi, Epidemii dan Wabah Penyakit, Kebakaran Hutan dan Lahan, Cuaca Ekstrem dan Gelombang Ekstrem dan Abrasiditunjukkan pada persamaan dalam di bawah ini:

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Lahan produktif	60	<50 jt	50 – 200 jt	>200 jt	Kelas/Nilai Max Kelas
PDRB	40	<100 jt	100 – 300 jt	>300 jt	
$Kerentanan\ Ekonomi = (0,6 \cdot skor\ lahan\ produktif) + (0,4 \cdot skor\ PDRE)$					

Parameter konversi indeks kerentanan ekonomi untuk ancaman Kebakaran Gedung dan Pemukiman ditunjukkan pada persamaan dalam di bawah ini.

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
PDRB	100	<100 jt	100 – 300 jt	>300 jt	Kelas/Nilai Max Kelas
$\text{Kerentanan Ekonomi} = \left(\frac{\text{skor PDRB}}{100} \right)$					

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 untuk ancaman Gempabumi, Tanah Longsor, Gunungapi, Banjir, Tsunami, Konflik Sosial, Kegagalan Teknologi, Pandemi dan Wabah Penyakit, Kebakaran Gedung dan Pemukiman, Kebakaran Hutan dan Lahan, Cuaca Ekstrem dan Gelombang Ekstrem dan Abrasi ditunjukkan pada persamaan dalam di bawah ini.

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Rumah	40	<400 jt	400 – 800 jt	>800 jt	Kelas/Nilai Max Kelas
Fasilitas Umum	30	< 500 jt	500 jt – 1 M	> 1 M	
Fasilitas Kritis	30	<500 jt	500jt – 1M	>1 M	
$\text{Kerentanan Fisik} = (0,4 \text{ skor rumah}) + (0,3 \text{ skor Fasilitas Umum}) + (0,3 \text{ Skor Fasilitas Kritis})$					

Kerentanan Lingkungan

Indikator yang digunakan untuk kerentanan lingkungan adalah penutupan 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 factor-faktor pembobotan yang ditunjukkan pada persamaan untuk masing-masing jenis ancaman di bawah ini

Tanah Longsor

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Hutan Lindung	40	<20 ha	20 – 50 ha	>50 ha	Kelas/Nilai Max Kelas
Hutan Alam	40	<25 ha	25 – 75 ha	>75 ha	
Hutan Bakau/Mangrove	10	<10 ha	10 – 30 ha	>30 ha	
Semak Belukar	10	< 10 ha	10 – 30 ha	> 30 ha	

$$\text{Kerentanan Lingkungan} = (0.4 * \text{skor hutan lindung}) + (0.4 * \text{skor hutan alam}) + (0.1 * \text{Skor hutan bakau}) + (0.1 * \text{skor semak belukar})$$

Gunungapi

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Hutan Lindung	40	<20 ha	20 – 50 ha	>50 ha	Kelas/Nilai Max Kelas
Hutan Alam	40	< 25 ha	25 – 75 ha	> 75 ha	
Hutan Bakau/Mangrove	10	<10 ha	10 – 30 ha	>30 ha	
Semak Belukar	10	< 10 ha	10 – 30 ha	> 30 ha	

$$\text{Kerentanan Lingkungan} = (0.4 * \text{skor hutan lindung}) + (0.4 * \text{skor hutan alam}) + (0.1 * \text{Skor hutan bakau}) + (0.1 * \text{skor semak belukar})$$

Banjir

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Hutan Lindung	30	<20 ha	20 – 50 ha	>50 ha	Kelas/Nilai Max Kelas
Hutan Alam	30	< 25 ha	25 – 75 ha	> 75 ha	
Hutan Bakau/Mangrove	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	

$$\text{Kerentanan Lingkungan} = (0.3 * \text{skor hutan lindung}) + (0.3 * \text{skor hutan alam}) + (0.1 * \text{Skor hutan bakau}) + (0.1 * \text{skor semak belukar}) + (0.2 * \text{skor rawa})$$

Kekeringan

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Hutan Lindung	35	<20 ha	20 – 50 ha	>50 ha	Kelas/Nilai Max Kelas
Hutan Alam	35	< 25 ha	25 – 75 ha	> 75 ha	
Hutan Bakau/ Mangrove	10	<10 ha	10 – 30 ha	>30 ha	
Semak Belukar	20	< 10 ha	10 – 30 ha	> 30 ha	

$$\begin{aligned}
 \text{Kerentanan Lingkungan} &= (0,35 * \text{skor hutan lindung}) + (0,35 * \text{skor hutan alam}) \\
 &+ (0,1 * \text{Skor hutan bakau}) + (0,2 * \text{skor semak belukar})
 \end{aligned}$$

Tsunami

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Hutan Lindung	30	<20 ha	20 – 50 ha	>50 ha	Kelas/Nilai Max Kelas
Hutan Alam	30	< 25 ha	25 – 75 ha	> 75 ha	
Hutan Bakau/ Mangrove	40	<10 ha	10 – 30 ha	>30 ha	

$$\begin{aligned}
 \text{Kerentanan Lingkungan} &= (0,3 * \text{skor hutan lindung}) + (0,3 * \text{skor hutan alam}) + (0,4 * \text{Skor hutan bakau})
 \end{aligned}$$

Konflik Sosial

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Hutan Lindung	30	<20 ha	20 – 50 ha	>50 ha	Kelas/Nilai Max Kelas
Hutan Alam	30	< 25 ha	25 – 75 ha	> 75 ha	
Hutan Bakau/ Mangrove	20	<10 ha	10 – 30 ha	>30 ha	
Semak Belukar	10	< 10 ha	10 – 30 ha	> 30 ha	
Rawa	10	<5 ha	5 – 20 ha	>20 ha	

$$\begin{aligned}
 \text{Kerentanan Lingkungan} &= (0,3 * \text{skor hutan lindung}) + (0,3 * \text{skor hutan alam}) + (0,2 * \text{Skor hutan bakau}) \\
 &+ (0,1 * \text{skor semak belukar}) + (0,1 * \text{skor rawa})
 \end{aligned}$$

Kegagalan Teknologi

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Hutan Lindung	40	<20 ha	20 – 50 ha	>50 ha	Kelas/Nilai Max Kelas
Hutan Alam	30	< 25 ha	25 – 75 ha	> 75 ha	
Hutan Bakau/ Mangrove	30	<10 ha	10 – 30 ha	>30 ha	

$$\text{Kerentanan Lingkungan} = (0.4 * \text{skor hutan lindung}) + (0.3 * \text{skor hutan alam}) + (0.3 * \text{Skor hutan bakau})$$

Epidemi dan Wabah Penyakit

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Hutan Bakau/ Mangrove	50	<10 ha	10 – 30 ha	>30 ha	Kelas/Nilai Max Kelas
Rawa	50	<5 ha	5 – 20 ha	>20 ha	

$$\text{Kerentanan Lingkungan} = (0.5 * \text{Skor hutan bakau}) + (0.5 * \text{skor rawa})$$

Kebakaran Hutan dan Lahan

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Hutan Lindung	40	<20 ha	20 – 50 ha	>50 ha	Kelas/Nilai Max Kelas
Hutan Alam	40	< 25 ha	25 – 75 ha	> 75 ha	
Hutan Bakau/ Mangrove	10	<10 ha	10 – 30 ha	>30 ha	
Semak Belukar	10	< 10 ha	10 – 30 ha	> 30 ha	

$$\text{Kerentanan Lingkungan} = (0.4 * \text{skor hutan lindung}) + (0.4 * \text{skor hutan alam}) + (0.1 * \text{Skor hutan bakau}) + (0.1 * \text{skor semak belukar})$$

Gelombang Ekstrim dan Abrasi

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Hutan Lindung	10	<20 ha	20 – 50 ha	>50 ha	Kelas/Nilai Max Kelas
Hutan Alam	30	< 25 ha	25 – 75 ha	> 75 ha	
Hutan Bakau/ Mangrove	40	<10 ha	10 – 30 ha	>30 ha	
Semak Belukar	10	< 10 ha	10 – 30 ha	> 30 ha	

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Rawa	10	<5 ha	5 – 20 ha	>20 ha	
$\text{Kerentanan Lingkungan} = (0.1 * \text{skor hutan lindung}) + (0.3 * \text{skor hutan alam}) + (0.4 * \text{Skor hutan bakau}) + (0.1 * \text{skor semak belukar}) + (0.1 * \text{skor rawa})$					

Catatan: setiap parameter kerentanan lingkungan perlu ditambahkan nilai nol diluar area setiap parameter pada saat analisa overlay GIS dengan menggunakan raster calculator.

Kerentanan

Akhirnya semua kerentanan adalah hasil dari produk kerentanan sosial, ekonomi, fisik dan lingkungan, dengan faktor-faktor pembobotan yang berbeda untuk masing-masing jenis ancaman yang berbeda. Semua faktor bobot yang digunakan untuk analisis kerentanan adalah hasil dari proses AHP. Parameter konversi indeks kerentanan yang ditunjukkan pada persamaan untuk masing-masing jenis ancaman di bawah ini.

Gempabumi

$$\text{Kerentanan ancaman gempa bumi} = (0.4 * \text{skor kerentanan sosial}) + (0.3 * \text{skor kerentanan ekonomi}) + (0.3 * \text{skor kerentanan fisik})$$

Tanah Longsor

$$\text{Kerentanan ancaman tanah longsor} = (0.4 * \text{skor kerentanan sosial}) + (0.25 * \text{skor kerentanan ekonomi}) + (0.25 * \text{skor kerentanan fisik}) + (0.1 * (\text{skor kerentanan lingkungan}))$$

Gunungapi

$$\text{Kerentanan ancaman gunung api} = (0.4 * \text{skor kerentanan sosial}) + (0.25 * \text{skor kerentanan ekonomi}) + (0.25 * \text{skor kerentanan fisik}) + (0.1 * (\text{skor kerentanan lingkungan}))$$

Banjir

$$\text{Kerentanan ancaman banjir} = (0.4 * \text{skor kerentanan sosial}) + (0.25 * \text{skor kerentanan ekonomi}) + (0.25 * \text{skor kerentanan fisik}) + (0.1 * (\text{skor kerentanan lingkungan}))$$

Kekeringan

$$\begin{aligned} & \text{Kerentanan ancaman kekeringan} \\ &= (0.4 * \text{skor kerentanan sosial}) + (0.3 * \text{skor kerentanan ekonomi}) + (0.3 * \text{skor kerentanan lingkungan}) \end{aligned}$$

Tsunami

$$\begin{aligned} & \text{Kerentanan ancaman tsunami} \\ &= (0.4 * \text{skor kerentanan sosial}) + (0.25 * \text{skor kerentanan ekonomi}) \\ &+ (0.25 * \text{skor kerentanan fisik}) + (0.1 * \text{skor kerentanan lingkungan}) \end{aligned}$$

Konflik Sosial

$$\begin{aligned} & \text{Kerentanan ancaman konflik sosial} \\ &= (0.4 * \text{skor kerentanan sosial}) + (0.25 * \text{skor kerentanan ekonomi}) \\ &+ (0.25 * \text{skor kerentanan fisik}) + (0.1 * \text{skor kerentanan lingkungan}) \end{aligned}$$

Kegagalan Teknologi

$$\begin{aligned} & \text{Kerentanan ancaman kegagalan teknologi} \\ &= (0.4 * \text{skor kerentanan sosial}) + (0.25 * \text{skor kerentanan ekonomi}) \\ &+ (0.25 * \text{skor kerentanan fisik}) + (0.1 * \text{skor kerentanan lingkungan}) \end{aligned}$$

Epidemi dan Wabah Penyakit

$$\begin{aligned} & \text{Kerentanan ancaman epidemi dan wabah penyakit} \\ &= (0.4 * \text{skor kerentanan sosial}) + (0.25 * \text{skor kerentanan ekonomi}) \\ &+ (0.25 * \text{skor kerentanan fisik}) + (0.1 * \text{skor kerentanan lingkungan}) \end{aligned}$$

Kebakaran Gedung dan Pemukiman

$$\begin{aligned} & \text{Kerentanan ancaman kebakaran gedung dan pemukiman} \\ &= (0.4 * \text{skor kerentanan sosial}) + (0.3 * \text{skor kerentanan ekonomi}) \\ &+ (0.3 * \text{skor kerentanan fisik}) \end{aligned}$$

Kebakaran Hutan dan Lahan

<p>Kebakaran Hutan dan Lahan</p> <p><i>Kerentanan ancaman kebakaran hutan dan lahan</i></p> $= (0.3 * \text{skor kerentanan sosial}) + (0.2 * \text{skor kerentanan ekonomi}) + (0.1 * \text{skor kerentanan fisik}) + (0.4 * (\text{skor kerentanan lingkungan}))$	
--	--

Cuaca Ekstrem

<p>Cuaca Ekstrem</p> <p><i>Kerentanan ancaman cuaca ekstrem</i></p> $= (0.4 * \text{skor kerentanan sosial}) + (0.3 * \text{skor kerentanan ekonomi}) + (0.3 * \text{skor kerentanan fisik})$	
--	--

Gelombang Ekstrem dan Abrasi

<p>Gelombang Ekstrem dan Abrasi</p> <p><i>Kerentanan ancaman gelombang ekstrem dan abrasi</i></p> $= (0.4 * \text{skor kerentanan sosial}) + (0.25 * \text{skor kerentanan ekonomi}) + (0.25 * \text{skor kerentanan fisik}) + (0.1 * (\text{skor kerentanan lingkungan}))$	
--	--

4.5. Indeks Kapasitas

Indeks Kapasitas dihitung berdasarkan indikator dalam *Hyogo Framework for Actions* (Kerangka Aksi Hyogo-HFA). HFA yang disepakati oleh lebih dari 160 negara di dunia terdiri dari 5 Prioritas program pengurangan risiko bencana. Pencapaian prioritas-prioritas pengurangan risiko bencana ini diukur dengan 22 indikator pencapaian.

Indikator HFA

Prioritas program pengurangan risiko bencana HFA dan indikator pencapaiannya adalah :

1. Memastikan bahwa pengurangan risiko bencana menjadi sebuah prioritas nasional dan lokal dengan dasar kelembagaan yang kuat untuk pelaksanaannya, dengan indikator pencapaian :
 - a. Kerangka hukum dan kebijakan nasional/lokal untuk pengurangan risiko bencana telah ada dengan tanggungjawab eksplisit ditetapkan untuk semua jenjang pemerintahan
 - b. Tersedianya sumberdaya yang dialokasikan khusus untuk kegiatan pengurangan risiko bencana di semua tingkat pemerintahan
 - c. Terjalannya partisipasi dan desentralisasi komunitas melalui pembagian kewenangan dan sumber daya pada tingkat lokal
 - d. Berfungsinya forum/jaringan daerah khusus untuk pengurangan risiko bencana
2. Tersedianya Kajian Risiko Bencana Daerah berdasarkan data bahaya dan kerentanan untuk meliputi risiko untuk sektor-sektor utama daerah; dengan indikator :
 - a. Tersedianya Kajian Risiko Bencana Daerah berdasarkan data bahaya dan kerentanan untuk meliputi risiko untuk sektor-sektor utama daerah

- b. Tersedianya sistem-sistem yang siap untuk memantau, mengarsip dan menyebarluaskan data potensi bencana dan kerentanan-kerentanan utama
 - c. Tersedianya sistem peringatan dini yang siap beroperasi untuk skala besar dengan jangkauan yang luas ke seluruh lapisan masyarakat
 - d. Kajian Risiko Daerah Mempertimbangkan Risiko-Risiko Lintas Batas Guna Menggalang Kerjasama Antar Daerah Untuk Pengurangan Risiko
3. Terwujudnya penggunaan pengetahuan, inovasi dan pendidikan untuk membangun ketahanan dan budaya aman dari bencana di semua tingkat; dengan indikator :
- a. Tersedianya informasi yang relevan mengenai bencana dan dapat diakses di semua tingkat oleh seluruh pemangku kepentingan (melalui jejaring, pengembangan sistem untuk berbagi informasi, dst)
 - b. Kurikulum sekolah, materi pendidikan dan pelatihan yang relevan mencakup konsep-konsep dan praktik-praktik mengenai pengurangan risiko bencana dan pemulihan
 - c. Tersedianya metode riset untuk kajian risiko multi bencana serta analisis manfaat-biaya (cost benefit analysis) yang selalu dikembangkan berdasarkan kualitas hasil riset
 - d. Diterapkannya strategi untuk membangun kesadaran seluruh komunitas dalam melaksanakan praktik budaya tahan bencana yang mampu menjangkau masyarakat secara luas baik di perkotaan maupun pedesaan.
4. Mengurangi faktor-faktor risiko dasar; dengan indikator :
- a. Pengurangan risiko bencana merupakan salah satu tujuan dari kebijakan-kebijakan dan rencana-rencana yang berhubungan dengan lingkungan hidup, termasuk untuk pengelolaan sumber daya alam, tata guna lahan dan adaptasi terhadap perubahan iklim
 - b. Rencana-rencana dan kebijakan-kebijakan pembangunan sosial dilaksanakan untuk mengurangi kerentanan penduduk yang paling berisiko terkena dampak bahaya
 - c. Rencana-rencana dan kebijakan-kebijakan sektoral di bidang ekonomi dan produksi telah dilaksanakan untuk mengurangi kerentanan kegiatan-kegiatan ekonomi
 - d. Perencanaan dan pengelolaan pemukiman manusia memuat unsur-unsur pengurangan risiko bencana termasuk pemberlakuan syarat dan izin mendirikan bangunan untuk keselamatan dan kesehatan umum (enforcement of building codes)
 - e. Langkah-langkah pengurangan risiko bencana dipadukan ke dalam proses-proses rehabilitasi dan pemulihan pascabencana
 - f. Siap sedianya prosedur-prosedur untuk menilai dampak-dampak risiko bencana atau proyek-proyek pembangunan besar, terutama infrastruktur.
5. Memperkuat kesiapsiagaan terhadap bencana demi respon yang efektif di semua tingkat, dengan indikator :
- a. Tersedianya kebijakan, kapasitas teknis kelembagaan serta mekanisme penanganan darurat bencana yang kuat dengan perspektif pengurangan risiko bencana dalam pelaksanaannya
 - b. Tersedianya rencana kontinjensi bencana yang berpotensi terjadi yang siap di semua jenjang pemerintahan, latihan reguler diadakan untuk menguji dan mengembangkan program-program tanggap darurat bencana
 - c. Tersedianya cadangan finansial dan logistik serta mekanisme antisipasi yang siap untuk mendukung upaya penanganan darurat yang efektif dan pemulihan pasca bencana
 - d. Tersedianya prosedur yang relevan untuk melakukan tinjauan pasca bencana terhadap pertukaran informasi yang relevan selama masa tanggap darurat

Berdasarkan pengukuran indikator pencapaian ketahanan daerah maka kita dapat membagi tingkat ketahanan tersebut kedalam 5 tingkatan, yaitu :

- **Level 1** Daerah telah memiliki pencapaian-pencapaian kecil dalam upaya pengurangan risiko bencana dengan melaksanakan beberapa tindakan maju dalam rencana-rencana atau kebijakan.
- **Level 2** Daerah telah melaksanakan beberapa tindakan pengurangan risiko bencana dengan pencapaian-pencapaian yang masih bersifat sporadis yang disebabkan belum adanya komitmen kelembagaan dan/atau kebijakan sistematis.
- **Level 3** Komitmen pemerintah dan beberapa komunitas terkait pengurangan risiko bencana di suatu daerah telah tercapai dan didukung dengan kebijakan sistematis, namun capaian yang diperoleh dengan komitmen dan kebijakan tersebut dinilai belum menyeluruh hingga masih belum cukup berarti untuk mengurangi dampak negatif dari bencana.
- **Level 4** Dengan dukungan komitmen serta kebijakan yang menyeluruh dalam pengurangan risiko bencana disuatu daerah telah memperoleh capaian-capaian yang berhasil, namun diakui ada masih keterbatasan dalam komitmen, sumberdaya finansial ataupun kapasitas operasional dalam pelaksanaan upaya pengurangan risiko bencana di daerah tersebut.
- **Level 5** Capaian komprehensif telah dicapai dengan komitmen dan kapasitas yang memadai disemua tingkat komunitas dan jenjang pemerintahan.

Metode Penghitungan Indeks 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.

Indeks Kapasitas diperoleh dengan melaksanakan diskusi terfokus kepada beberapa pelaku penanggulangan bencana pada suatu daerah. Panduan diskusi dan alat bantu untuk memperoleh Tingkat Ketahanan Daerah terlampir. Berdasarkan Tingkat Ketahanan Daerah yang diperoleh dari diskusi terfokus, diperoleh Indeks Kapasitas. Hubungan Tingkat Ketahanan Daerah dengan Indeks Kapasitas terlihat pada **tabel 4**.

Tabel 4. Komponen Indeks Kapasitas

NO.	BENCANA	KOMPONEN/INDIKATOR	KELAS INDEKS			BOBOT TOTAL	SUMBER DATA
			RENDAH	SEDANG	TINGGI		
1.	Seluruh Bencana	1. Aturan dan Kelembagaan Penanggulangan Bencana 2. Peringatan Dini dan Kajian Risiko Bencana 3. Pendidikan Kebencanaan 4. Pengurangan Faktor Risiko Dasar 5. Pembangunan Kesiapsiagaan pada seluruh lini	Tingkat Ketahanan 1 dan Tingkat Ketahanan 2	Tingkat Ketahanan 3	Tingkat Ketahanan 4 dan Tingkat Ketahanan 5	100%	FGD pelaku PB (BPBD, Bappeda, Dinsos, Dinkes, UKM, Dunia Usaha, Universitas, LSM, Tokoh masyarakat, Tokoh Agama dll)

Indikator yang digunakan untuk peta kapasitas adalah indicator HFA yang terdiri dari: a) aturan dan kelembagaan penanggulangan bencana; b) peringatan dini dan kajian risiko bencana; c) pendidikan kebencanaan; d) pengurangan factor risiko dasar; dan e) pembangunan kesiapsiagaan pada seluruh lini. Parameter konversi Indeks dan persamaan ditunjukkan pada di bawah ini.

Parameter	Bobot (%)	Kelas			Skor
		Rendah	Sedang	Tinggi	
Aturan dan kelembagaan penanggulangan bencana	100	< 0.33	0.33 – 0.66	> 0.66	Kelas/Nilai Max Kelas
Peringatan dini dan kajian risiko bencana					
Pendidikan kebencanaan					
Pengurangan factor risiko dasar					
Pembangunan kesiapsiagaan pada seluruh lini					
$\text{Indeks Kapasitas} = \left(\frac{\text{Jumlah seluruh lini}}{10} \cdot \text{skor kapasitas} \right)$					

BAB V

PENGAJIAN RISIKO BENCANA

Pengkajian risiko bencana dilaksanakan dengan mengkaji dan memetakan Tingkat Ancaman, Tingkat Kerentanan dan Tingkat Kapasitas berdasarkan Indeks Kerugian, Indeks Penduduk Terpapar, Indeks Ancaman dan Indeks Kapasitas. Metodologi untuk menterjemahkan berbagai indeks tersebut ke dalam peta dan kajian diharapkan dapat menghasilkan tingkat risiko untuk setiap ancaman bencana yang ada pada suatu daerah. Tingkat risiko bencana ini menjadi landasan utama untuk menyusun Rencana Penanggulangan Bencana Daerah.

Pada **gambar 4** terlihat bahwa kunci dalam mengkaji risiko setiap bencana adalah 4 indeks kajian. Setelah seluruh indeks diperoleh, maka proses penyusunan kajian dan peta risiko bencana dapat dilaksanakan.

5.1. Penyusunan Peta Risiko dan Risiko multi Ancaman Bencana

Peta Risiko Bencana disusun dengan melakukan *overlay* Peta Ancaman, Peta Kerentanan dan Peta Kapasitas. Peta Risiko Bencana disusun untuk tiap-tiap bencana yang mengancam suatu daerah. Peta kerentanan baru dapat disusun setelah Peta Ancaman selesai.

Pemetaan risiko bencana minimal memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Memenuhi aturan tingkat kedetailan analisis (kedalaman analisis di tingkat nasional minimal hingga kabupaten/kota, kedalaman analisis di tingkat provinsi minimal hingga kecamatan, kedalaman analisis di tingkat kabupaten/kota minimal hingga tingkat kelurahan/desa/kam-pung/nagari).
2. Skala peta minimal adalah 1:250.000 untuk provinsi; peta dengan skala 1:50.000 untuk kabupaten/kota di Pulau Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi; peta dengan skala 1:25.000 untuk kabupaten/kota di Pulau Jawa, Bali dan Nusa Tenggara.
3. Dapat digunakan untuk menghitung jumlah jiwa terpapar bencana (dalam jiwa).
4. Dapat digunakan untuk menghitung kerugian harta benda, (dalam rupiah) dan kerusakan lingkungan.
5. Menggunakan 3 kelas interval tingkat risiko, yaitu tingkat risiko tinggi, sedang dan rendah.
6. Menggunakan GIS dalam pemetaan risiko bencana.

Peta Risiko

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, Peta Risiko telah dipersiapkan berdasarkan grid indeks atas peta Ancaman, peta Kerentanan dan peta Kapasitas, berdasarkan rumus: $R \approx H * V / C$. Modifikasi berikut harus dibuat untuk rumus di atas agar bisa dipergunakan:

- Perkalian dengan kapasitas terbalik (1-C) dilakukan, daripada pembagian dengan C untuk menghindari nilai yang tinggi dalam kasus ekstrim nilai-nilai C rendah atau kesalahan dalam hal nilai-nilai kosong C;

- Hasil dari indeks perkalian harus dikoreksi dengan menunjukkan pangkat 1/n, untuk mendapatkan kembali dimensi asalnya ($0.25 * 0.25 * 0.25 = 0.015625$, dikoreksi: $0.015625^{(1/3)} = 0.25$).

Berdasarkan koreksi diatas, persamaan yang digunakan adalah:

$$Risk = \sqrt[3]{Hazard * Vulnerability * (1 - Capacity)}$$

Peta Risiko Multi Ancaman

Peta risiko multi ancaman dihasilkan berdasarkan penjumlahan dari indeks-indeks risiko masing-masing ancaman berdasarkan faktor-faktor pembobotan dari masing-masing ancaman. Sebagai sumber dari hasil pembobotan adalah frekuensi dan dampak dari masing-masing jenis ancaman, seperti ditunjukkan dibawah ini:

No.	Jenis Ancaman	Bobot (%)
1	Banjir	0.1064
2	Gempa Bumi	0.1064
3	Tsunami	0.0638
4	Kebakaran Gedung dan Permukiman	0.0638
5	Kekeringan	0.0638
6	Cuaca Ekstrim	0.0638
7	Tanah Longsor	0.1064
8	Letusan Gunung Api	0.1064
9	Gelombang Ekstrim dan Abrasi	0.0638
10	Kebakaran Hutan dan Lahan	0.0638
11	Kegagalan Teknologi	0.0638
12	Konflik Sosial	0.0638
13	Epidemi dan Wabah Penyakit	0.0638

Persamaan untuk memperoleh peta risiko multi ancaman adalah sebagai berikut:

Risiko Multi Ancaman

$$\begin{aligned} &= (\text{indeks risiko bajir} * 0.1064) + (\text{indeks risiko gempabumi} * 0.1064) \\ &+ (\text{indeks risiko tsunami} * 0.0638) \\ &+ (\text{indeks risiko kebakaran_gedung_dan_pemukiman} * 0.0638) \\ &+ (\text{indeks risiko kekeringan} * 0.0638) + (\text{indeks risiko cuaca_ekstrim} \\ &0.0638) + (\text{indeks risiko tanah_longsor} * 0.1064) \\ &+ (\text{indeks risiko letusan_gunung_api} * 0.1064) \\ &+ (\text{indeks risiko gelombang_ekstrim_dan_abrasi} * 0.0638) \\ &+ (\text{indeks risiko kebakaran_hutan_lahan} * 0.0638) \\ &+ (\text{indeks risiko kegagalan_teknologi} * 0.0638) \\ &+ (\text{indeks risiko konflik_sosial} * 0.0638) + (\text{indeks risiko epidemi} \\ &0.0638 \end{aligned}$$

5.2. Penyusunan Kajian Risiko Bencana

Penyusunan Kajian Risiko Bencana membutuhkan perangkat tambahan setelah diperoleh indeks-indeks yang dipersyaratkan. Kajian risiko bencana memberikan gambaran umum daerah terkait tingkat risiko suatu bencana pada suatu daerah. Proses kajian harus dilaksanakan untuk seluruh bencana yang ada pada setiap daerah.

Penentuan Tingkat Ancaman

Tingkat Ancaman dihitung dengan menggunakan hasil Indeks Ancaman dan Indeks Penduduk Terpapar. Penentuan Tingkat Ancaman dilakukan dengan menggunakan matriks seperti yang terlihat pada **gambar 5** berikut. Penentuan dilaksanakan dengan menghubungkan kedua nilai indeks dalam matriks tersebut. Warna tempat pertemuan nilai tersebut melambangkan Tingkat Ancaman suatu bencana pada daerah tersebut.

Gambar 5. Matriks Penentuan Tingkat Ancaman

TINGKAT ANCAMAN		INDEKS PENDUDUK TERPAPAR		
		RENDAH	SEDANG	TINGGI
INDEKS ANCAMAN	RENDAH	RENDAH	RENDAH	SEDANG
	SEDANG	RENDAH	SEDANG	TINGGI
	TINGGI	SEDANG	TINGGI	TINGGI

■	TINGKAT ANCAMAN TINGGI
■	TINGKAT ANCAMAN SEDANG
■	TINGKAT ANCAMAN RENDAH

Penentuan Tingkat Kerugian

Tingkat Kerugian baru dapat disusun bila Tingkat Ancaman pada suatu daerah telah dikaji. Tingkat Kerugian diperoleh dari penggabungan Tingkat Ancaman dengan Indeks Kerugian. Penentuan Tingkat Kerugian dilakukan dengan menggunakan matriks seperti yang terlihat pada **gambar 6**. Penentuan dilaksanakan dengan menghubungkan kedua nilai indeks dalam matriks tersebut. Warna tempat pertemuan nilai tersebut melambangkan Tingkat Kerugian yang mungkin ditimbulkan oleh suatu bencana pada daerah tersebut.

Gambar 6. Matriks Penentuan Tingkat Kerugian

TINGKAT KERUGIAN		INDEKS KERUGIAN		
		RENDAH	SEDANG	TINGGI
TINGKAT ANCAMAN	RENDAH	RENDAH	SEDANG	TINGGI
	SEDANG	RENDAH	SEDANG	TINGGI
	TINGGI	RENDAH	SEDANG	TINGGI

■ TINGKAT KERUGIAN TINGGI
■ TINGKAT KERUGIAN SEDANG
■ TINGKAT KERUGIAN RENDAH

Penentuan Tingkat Kapasitas

Sama halnya dengan penentuan Tingkat Kerugian, Tingkat Kapasitas baru dapat ditentukan setelah diperoleh Tingkat Ancaman. Tingkat Kapasitas diperoleh penggabungan Tingkat Ancaman dan Indeks Kapasitas. Penentuan Tingkat Kapasitas dilakukan dengan menggunakan matriks seperti yang terlihat pada **gambar 7**. Penentuan dilaksanakan dengan menghubungkan kedua nilai indeks dalam matriks tersebut. Warna tempat pertemuan nilai tersebut melambangkan Tingkat Kapasitas.

Gambar 7. Matriks Penentuan Tingkat Kapasitas

TINGKAT KAPASITAS		INDEKS KAPASITAS		
		TINGGI	SEDANG	RENDAH
TINGKAT ANCAMAN	RENDAH	TINGGI	SEDANG	RENDAH
	SEDANG	TINGGI	SEDANG	RENDAH
	TINGGI	TINGGI	SEDANG	RENDAH

■ TINGKAT KAPASITAS RENDAH
■ TINGKAT KAPASITAS SEDANG
■ TINGKAT KAPASITAS TINGGI

Penentuan Tingkat Risiko Bencana

Tingkat Risiko Bencana ditentukan dengan menggabungkan Tingkat Kerugian dengan Tingkat Kapasitas. Penentuan Tingkat Risiko Bencana dilaksanakan untuk setiap ancaman bencana yang ada pada suatu daerah. Penentuan Tingkat Risiko Bencana dilakukan dengan menggunakan matriks seperti yang terlihat pada **gambar 8**. Penentuan dilaksanakan dengan

menghubungkan Tingkat Kerugian dan Tingkat Kapasitas dalam matriks tersebut. Warna tempat pertemuan nilai tersebut melambangkan Tingkat Risiko suatu bencana di kawasan tersebut.

Gambar 8. Matriks Penentuan Tingkat Risiko Bencana

TINGKAT RISIKO BENCANA		TINGKAT KAPASITAS		
		TINGGI	SEDANG	RENDAH
TINGKAT KERUGIAN	RENDAH			
	SEDANG			
	TINGGI			

	TINGKAT RISIKO BENCANA TINGGI
	TINGKAT RISIKO BENCANA SEDANG
	TINGKAT RISIKO BENCANA RENDAH

Penentuan Tingkat Kapasitas

Sama halnya dengan penentuan Tingkat Kerugian, Tingkat Kapasitas baru dapat ditentukan setelah diperoleh Tingkat Ancaman. Tingkat Kapasitas diperoleh penggabungan Tingkat Ancaman dan Indeks Kapasitas. Penentuan Tingkat Kapasitas dilakukan dengan menggunakan matriks seperti yang terlihat pada **gambar 7**. Penentuan dilaksanakan dengan menghubungkan kedua nilai indeks dalam matriks tersebut. Warna tempat pertemuan nilai tersebut melambangkan Tingkat Kapasitas.

Gambar 7. Matriks Penentuan Tingkat Kapasitas

TINGKAT KAPASITAS		INDEKS KAPASITAS		
		TINGGI	SEDANG	RENDAH
TINGKAT ANCAMAN	RENDAH			
	SEDANG			
	TINGGI			

	TINGKAT KAPASITAS RENDAH
	TINGKAT KAPASITAS SEDANG
	TINGKAT KAPASITAS TINGGI

Penentuan Tingkat Risiko Bencana

Tingkat Risiko Bencana ditentukan dengan menggabungkan Tingkat Kerugian dengan Tingkat Kapasitas. Penentuan Tingkat Risiko Bencana dilaksanakan untuk setiap ancaman bencana yang ada pada suatu daerah. Penentuan Tingkat Risiko Bencana dilakukan dengan menggunakan matriks seperti yang terlihat pada **gambar 8**. Penentuan dilaksanakan dengan menghubungkan Tingkat Kerugian dan Tingkat Kapasitas dalam matriks tersebut. Warna tempat pertemuan nilai tersebut melambangkan Tingkat Risiko suatu bencana di kawasan tersebut.

Gambar 8. Matriks Penentuan Tingkat Risiko Bencana

TINGKAT RISIKO BENCANA		TINGKAT KAPASITAS		
		TINGGI	SEDANG	RENDAH
TINGKAT KERUGIAN	RENDAH	RENDAH	RENDAH	SEDANG
	SEDANG	RENDAH	SEDANG	TINGGI
	TINGGI	SEDANG	TINGGI	TINGGI

■	TINGKAT RISIKO BENCANA TINGGI
■	TINGKAT RISIKO BENCANA SEDANG
■	TINGKAT RISIKO BENCANA RENDAH

BAB VI

PENYUSUNAN KEBIJAKAN PENANGGULANGAN BENCANA

Pengkajian risiko bencana merupakan dasar dalam penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana dari tingkat nasional hingga tingkat kabupaten/kota. Pada prinsipnya, fungsi dari kajian dan peta risiko bencana adalah memberikan landasan yang kuat kepada daerah untuk mengambil kebijakan yang dibutuhkan untuk meningkatkan kapasitasnya hingga mampu mengurangi jumlah jiwa terpapar serta mengurangi kerugian harta benda dan kerusakan lingkungan bila bencana terjadi.

Kondisi penyelenggaraan penanggulangan bencana daerah memperlihatkan bahwa pada umumnya beberapa komponen dasar sebagai pendukung penyelenggaraan penanggulangan bencana di suatu daerah masih membutuhkan perkuatan. Selain itu upaya penyelenggaraan penanggulangan bencana yang langsung berpengaruh terhadap berkurangnya jumlah jiwa terpapar dan potensi kerugian harta benda dan kerusakan lingkungan juga masih belum terfokus dan berdampak signifikan. Oleh karenanya kebijakan penanggulangan bencana perlu dibagi menjadi 2 komponen umum yaitu :

1. kebijakan yang bersifat administratif dan;
2. kebijakan yang bersifat teknis.

Kebijakan ini saling mendukung dan saling terikat. Perbedaan sifat bertujuan untuk memperjelas maksud dan jenis kebijakan tanpa perlu memperjelas perbedaan ini dalam penulisan dokumen kebijakan tersebut.

Seluruh kebijakan penanggulangan bencana dirangkum dalam Dokumen Rencana Penanggulangan Bencana (RPB). RPB merupakan salah satu mekanisme yang dilembagakan untuk mengarusutamakan penanggulangan bencana dalam pembangunan. Penyusunan RPB diuraikan dalam pedoman tersendiri.

Untuk lebih jelasnya skema penyusunan kebijakan penanggulangan bencana berdasarkan hasil pengkajian risiko bencana dapat dilihat pada **gambar 9**.



Gambar 9. Skema Penyusunan Kebijakan Penanggulangan Bencana berdasarkan Hasil Pengkajian Risiko Bencana

6.1. Kebijakan Administratif

Kebijakan administratif adalah kebijakan pendukung kebijakan teknis yang akan diterapkan untuk mengurangi potensi jumlah masyarakat terpapar dan mengurangi potensi aset yang mungkin hilang akibat kejadian bencana pada suatu kawasan. Kebijakan administratif lebih mengacu kepada pembangunan kapasitas daerah secara umum dan terfokus kepada pembangunan perangkat daerah untuk mendukung upaya penyelenggaraan penanggulangan bencana untuk setiap bencana yang ada di daerah tersebut.

Kebijakan administratif disusun berdasarkan hasil kajian ketahanan daerah pada saat penentuan Tingkat Ketahanan Daerah. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, penentuan Tingkat Ketahanan Daerah dilaksanakan berdasarkan indikator HFA. Dalam prosesnya, penentuan Tingkat Ketahanan Daerah ini juga menghasilkan tindakan prioritas yang harus dilaksanakan dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana pada lingkup kawasan kajian. Tindakan-tindakan prioritas yang teridentifikasi menjadi dasar penyusunan kebijakan yang bersifat administratif.

Komponen kebijakan yang bersifat administratif adalah :

1. Peraturan dan kelembagaan;
2. Pengkajian risiko dan sistem peringatan dini;
3. Pelatihan, pendidikan dan keterampilan;
4. Pengurangan faktor risiko dasar;
5. Sistem kesiapsiagaan pemerintah.

Transformasi tindakan prioritas hasil kajian Tingkat Ketahanan Daerah menjadi kebijakan administratif membutuhkan beberapa proses. Proses ini membutuhkan masukan dari berbagai pemangku kebijakan terkait.

6.2. Kebijakan Teknis

Kebijakan yang bersifat teknis juga dapat diperoleh berdasarkan kajian dan peta risiko bencana. Komponen kebijakan yang bersifat teknis dan harus dipertimbangkan untuk setiap bencana pada level terendah pemerintahan lingkup kajian adalah :

1. Pencegahan dan mitigasi bencana
2. Kesiapsiagaan bencana
3. Tanggap darurat bencana
4. Pemulihan bencana

Penyusunan kebijakan teknis harus memperhatikan peta risiko yang telah disusun. Peta risiko bencana mampu memperlihatkan tingkat risiko di setiap daerah pemerintahan terendah yang dikaji.

Sama halnya dengan penyusunan kebijakan yang bersifat administratif, kebijakan teknis disusun dengan berdiskusi dan berkonsultasi dengan para pemangku kebijakan terkait penyelenggaraan penanggulangan bencana

BAB VII

PENYAJIAN

Hasil pengkajian risiko bencana adalah Dokumen Kajian Risiko Bencana dan Peta Risiko Bencana. Pengkajian dilaksanakan untuk setiap bencana yang ada dalam suatu daerah. Dokumen dan peta yang dihasilkan harus memiliki kemampuan untuk menjelaskan seluruh ancaman bencana yang ada kepada para pemangku kepentingan sebagai pengguna informasi ini.

Berdasarkan sifat penggunaannya, maka prinsip penyajian hasil pengkajian risiko bencana adalah :

1. Sederhana;

Penyajian hasil pengkajian risiko bencana harus dapat dipahami oleh seluruh lapisan masyarakat dan pemangku kebijakan. Penggunaan istilah yang asing sedapat mungkin ditekan, dan bila dibutuhkan istilah tersebut disusun dalam sebuah daftar istilah tersendiri. Untuk menjaga kesederhanaan dan keringkasan, Dokumen Kajian Risiko Bencana disusun tidak lebih dari 100 halaman.

2. Komprehensif;

Komprehensivitas hasil pengkajian risiko bencana diperoleh dengan menggunakan standarisasi format penyajian Dokumen Kajian Risiko Bencana dan Peta Risiko Bencana. Penggunaan format standar ini diharapkan dapat memberikan batasan minimal kebutuhan informasi yang harus diberikan kepada pengguna hasil pengkajian risiko bencana.

3. Resmi/legal

Hasil pengkajian risiko bencana digunakan sebagai dasar penyusunan rencana kebijakan daerah terkait penyelenggaraan penanggulangan bencana. Sebagai dasar, hasil kajian harus dikeluarkan secara resmi. Oleh karenanya baik dokumen maupun peta harus disahkan oleh lembaga yang berwenang di pemerintah.

7.1. Penyajian Dokumen Kajian Risiko Bencana

Untuk menjaga penggunaan dokumen, maka dokumen disusun tidak lebih dari 100 halaman untuk setiap daerah kajian. Selain itu dokumen ini perlu dilegislati untuk kemudian disosialisasikan. Penyajian Dokumen Kajian Risiko Bencana terdiri dari bab-bab sebagai berikut:

- Ringkasan Eksekutif
- Bab 1 : Pendahuluan
- Bab 2 : Kondisi Kebencanaan
- Bab 3 : Kajian Risiko Bencana
- Bab 4 : Dasar Kebijakan Pengurangan Risiko Bencana
- Bab 5 : Kesimpulan dan Penutup

Penyajian dokumen sedapat mungkin menggunakan bahasa yang lugas dan sederhana. Kesederhanaan ini diharapkan dapat mempermudah seluruh masyarakat untuk memahami hasil kajian secara menyeluruh.

Ringkasan Eksekutif

Ringkasan eksekutif disusun tidak lebih dari 2 halaman. Ringkasan ini memaparkan seluruh hasil pengkajian dalam bentuk tabel tingkat risiko bencana pada suatu daerah. Selain itu, ringkasan ini juga memberikan gambaran umum berbagai rekomendasi kebijakan yang perlu diambil oleh suatu daerah untuk menekan risiko bencana di daerah tersebut.

Bab 1 : Pendahuluan

Berisi sub bab sebagai berikut :

1. Latar belakang
Memaparkan alasan-alasan disusunnya dokumen dengan mengembangkan perspektif umum terkait sejarah kebencanaan dan penanggulangannya, struktur sosial daerah, dan kondisi lain yang penting.
2. Tujuan
Menjawab pertanyaan apa fungsi dokumen ini disusun
3. Ruang Lingkup
Memaparkan batasan kajian
4. Landasan Hukum
Landasan hukum penyusunan Kajian Risiko Bencana adalah:
 - a. Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana;
 - b. Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana;
 - c. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 4 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana;
 - d. Peraturan lain terkait seperti peraturan daerah dan sejenisnya.
5. Pengertian
Memberikan definisi dari istilah-istilah yang digunakan dalam laporan.
6. Sistematika Penulisan
Menginformasikan judul-judul bab laporan

Bab 2 : Kondisi Kebencanaan

Berisi sub bab sebagai berikut :

1. Umum
Memaparkan secara singkat perspektif penanggulangan bencana disuatu daerah terkait kondisi perekonomian, sosial, budaya, lingkungan, infrastruktur, kelembagaan dan kesiapsiagaan masyarakat

2. Sejarah Kebencanaan Daerah
Memaparkan secara singkat data dan sejarah kebencanaan di daerah bencana geologi, klimatologi, kejadian luar biasa, kegagalan teknologi, bencana sosial dan lainnya.
3. Potensi Bencana
Memaparkan potensi bencana di daerah yang melakukan lingkup kajian. Data potensi bencana ini dapat menggunakan sumber informasi dari Data dan Informasi Bencana Indonesia (DIBI).

Bab 3 : Pengkajian Risiko Bencana

Berisi sub bab sebagai berikut:

1. Indeks Pengkajian Risiko Bencana
Memaparkan Indeks Ancaman, Indeks Penduduk Terpapar, Indeks Kerugian Ekonomi dan Indeks Kapasitas untuk setiap bencana di lingkup kajian.
2. Peta Risiko Bencana
Memaparkan Peta Risiko Bencana untuk setiap bencana yang diperoleh berdasarkan perhitungan dari Indeks Pengkajian Risiko Bencana
3. Kajian Risiko Bencana Daerah
Memaparkan kajian Tingkat Risiko Bencana lingkup kajian untuk setiap bencana yang berpotensi terjadi. Kajian Tingkat Risiko Bencana ini dilaksanakan berdasarkan Indeks Pengkajian Risiko Bencana.

Bab 4 : Rekomendasi

Berisi sub bab sebagai berikut :

1. Rekomendasi Kebijakan Bersifat Administratif
Memaparkan rekomendasi kebijakan yang diperoleh berdasarkan kajian Tingkat Ketahanan Daerah berdasarkan HFA.
2. Rekomendasi Kebijakan Bersifat Teknis
Memaparkan rekomendasi kebijakan yang diperoleh berdasarkan pemetaan risiko bencana pada lingkup daerah pemerintahan terkecil pada lingkup daerah kajian.

Bab 5 : Penutup

Memberikan kesimpulan akhir terkait Tingkat Risiko Bencana dan kebijakan yang direkomendasikan serta kemungkinan tindak lanjut dari dokumen yang sedang disusun.

Lampiran

Lampiran minimal terdiri dari :

- a. Perhitungan Indeks Pengkajian Risiko Bencana (suplemen untuk Bab 4)
- b. Peta Ancaman Bencana (ukuran A4 -suplemen Bab 5)
- c. Peta Kerentanan Daerah (ukuran A4-suplemen Bab 5)
- d. Peta Kapasitas Daerah (ukuran A4-suplemen Bab 5)
- e. Hasil Perhitungan Kapasitas Daerah (Suplemen untuk Bab 3)

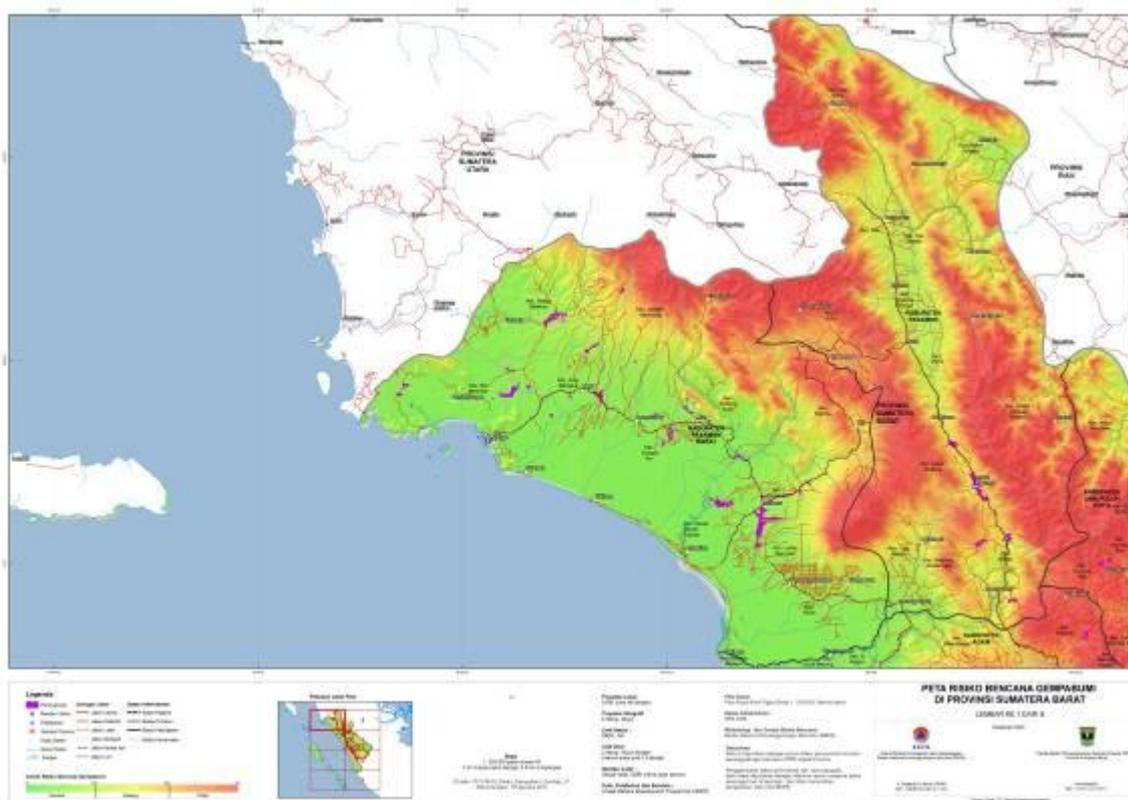
Untuk menjaga penggunaan dokumen, maka dokumen disusun tidak lebih dari 100 halaman untuk

7.2. Penyajian Peta Risiko Bencana

Peta Risiko Bencana disajikan dalam 2 bagian yaitu peta dan suplemen peta. Untuk memenuhi kualitas hasil kajian yang diinginkan maka penyajian peta harus memenuhi standar penyajian yang ditetapkan.

Penyajian Peta

Penyajian seluruh peta dalam pengkajian risiko bencana disusun seperti contoh peta yang terlihat pada **gambar 10**.

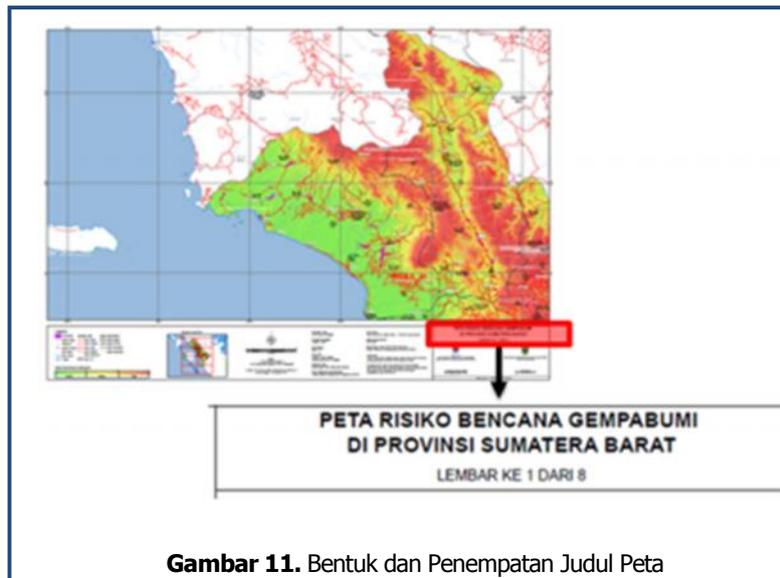


Gambar 10. Contoh penyajian peta dalam Pengkajian Risiko Bencana

Peta ditampilkan pada kertas dengan ukuran A1. Peta yang dihasilkan dalam Pengkajian Risiko Bencana harus menginformasikan beberapa komponen seperti :

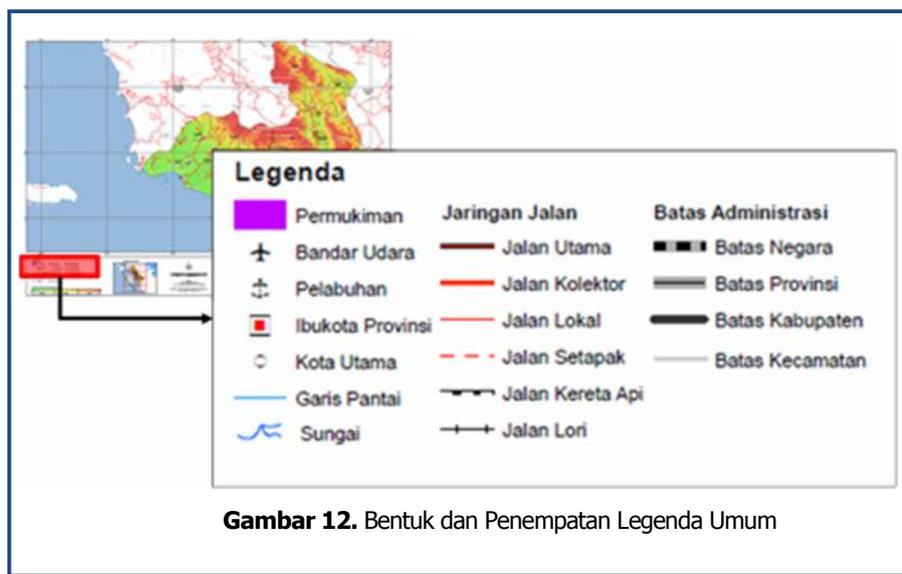
1. Judul Peta

Judul peta memberikan informasi umum tentang peta yang sedang disajikan. Informasi tersebut adalah jenis bencana yang dipetakan dan daerah pemetaan. Bentuk dan penempatan judul peta dapat dilihat pada **gambar 11**.



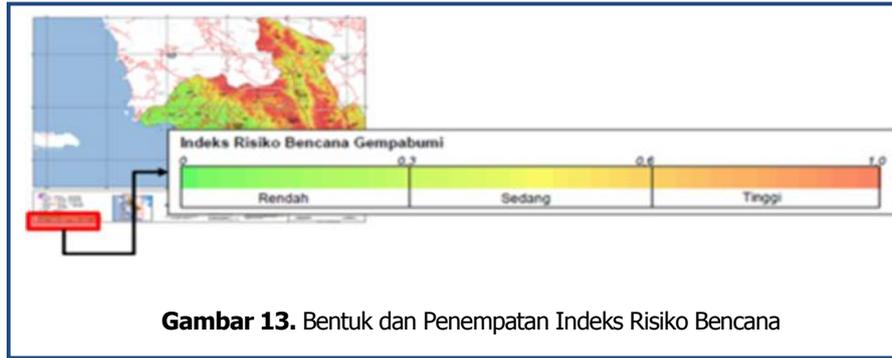
Gambar 11. Bentuk dan Penempatan Judul Peta

2. Legenda umum;
Memaparkan penjelasan simbol-simbol yang digunakan dalam peta. Penempatan dan contoh bentuk legenda umum ini dapat dilihat pada **gambar 12**.



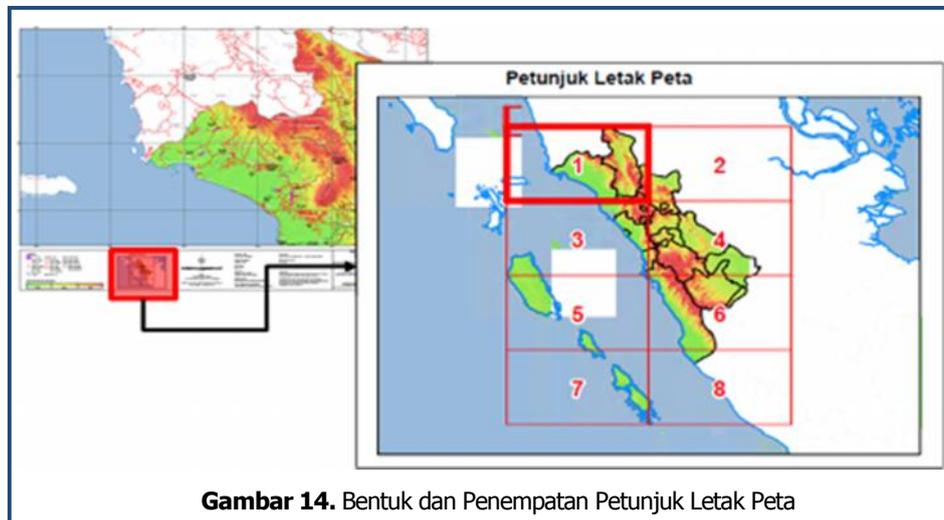
Gambar 12. Bentuk dan Penempatan Legenda Umum

3. Indeks Risiko Bencana;
Menjelaskan range pewarnaan yang melambangkan tingkat risiko bencana pada daerah yang dipetakan. Pewarnaan indeks ini mengikuti aturan bahwa untuk indeks risiko tinggi menggunakan warna merah, indeks risiko sedang menggunakan warna kuning dan indeks risiko rendah menggunakan warna hijau. Penempatan dan contoh bentuk indeks ini dapat dilihat pada **gambar 13**.



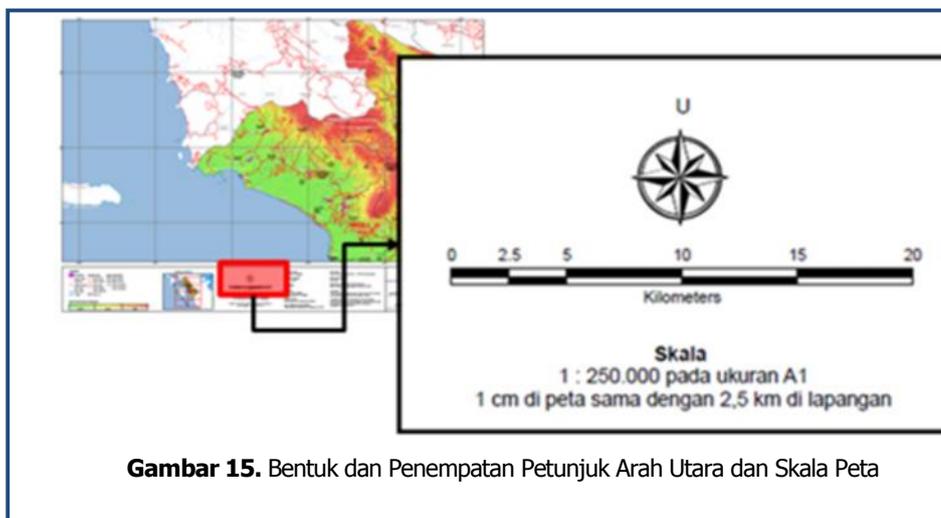
Gambar 13. Bentuk dan Penempatan Indeks Risiko Bencana

4. Petunjuk letak peta
Menjelaskan posisi peta pada daerah yang lebih luas. Peta pembanding minimal adalah kawasan administratif 1 tingkat di atas kawasan peta yang disajikan. Penempatan dan contoh bentuk petunjuk letak peta dapat dilihat pada **gambar 14**.



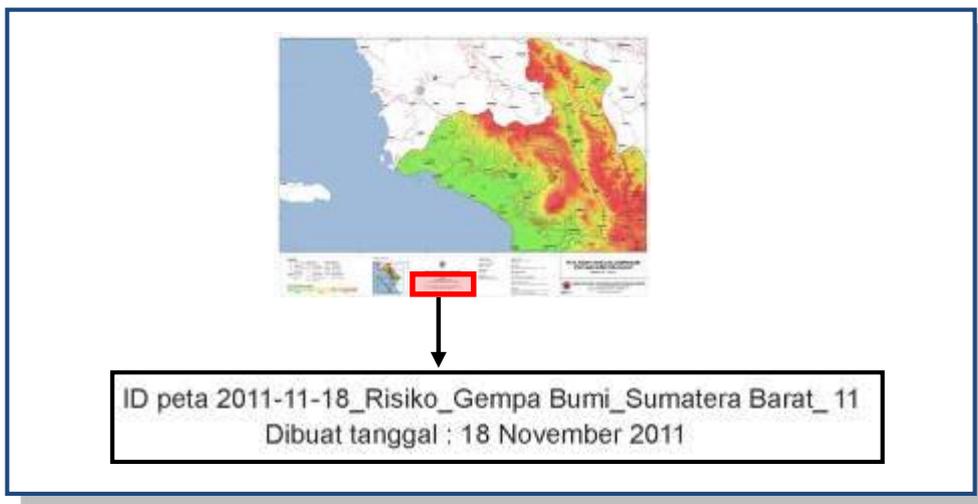
Gambar 14. Bentuk dan Penempatan Petunjuk Letak Peta

5. Petunjuk arah Utara dan Skala Peta
Penempatan dan contoh bentuk petunjuk arah utara dan skala peta dapat dilihat pada **gambar 15**.



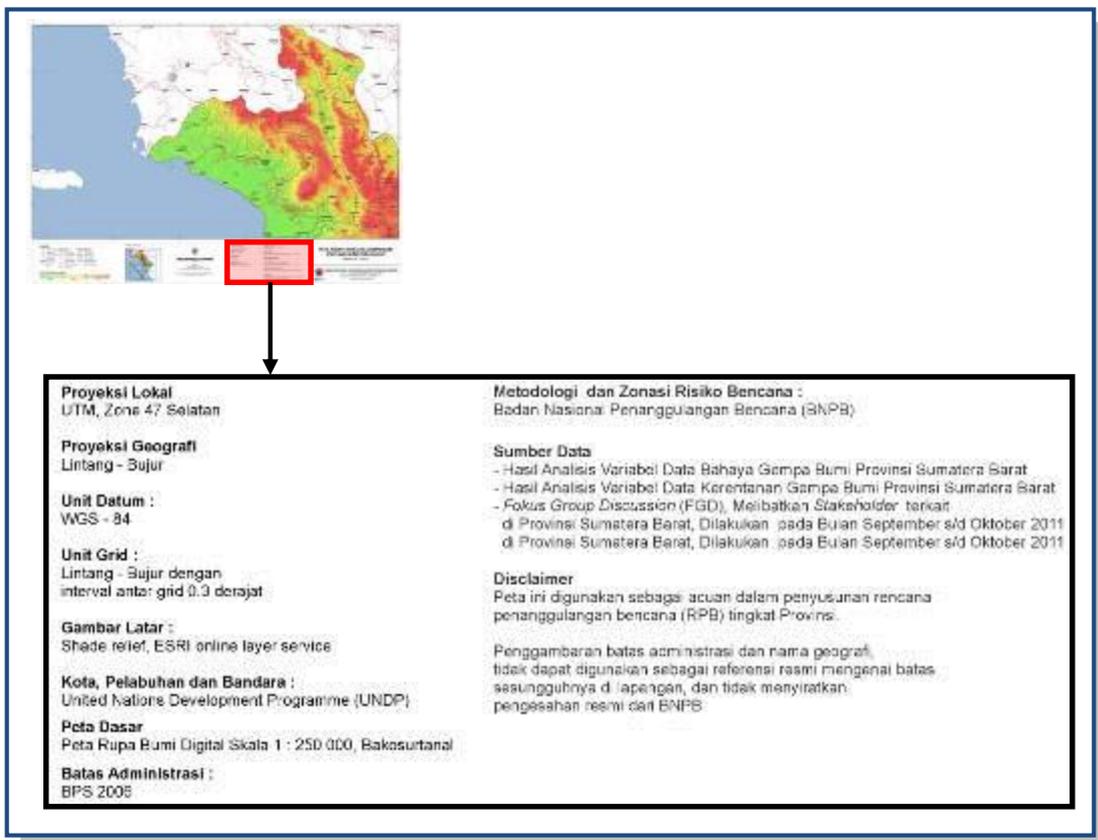
Gambar 15. Bentuk dan Penempatan Petunjuk Arah Utara dan Skala Peta

6. Nama file dan tanggal pembuatan peta
Penempatan nama file dan tanggal pembuatan peta dapat dilihat pada **gambar 16**.



Gambar 16. Bentuk dan Penempatan Nama File dan Tanggal Pembuatan Peta

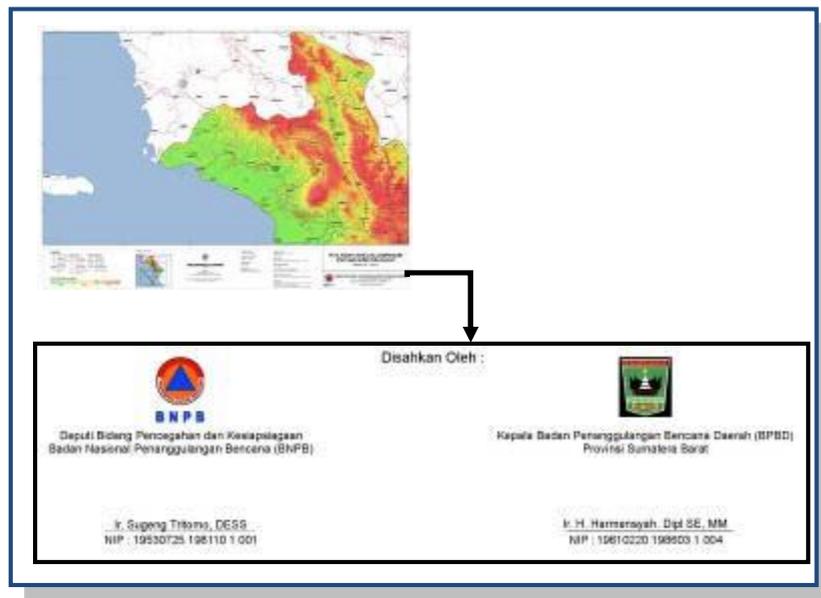
7. Data Teknis dan lingkup pemakaian peta
Data teknis minimal adalah proyeksi lokal, proyeksi geografi, unit grid, gambar latar, sumber peta dan data pendukung lain serta metodologi yang digunakan. Lingkup pemakaian peta harus secara jelas dipaparkan untuk membatasi lingkup penggunaan peta. Data teknis dan lingkup pemakaian peta dapat dilihat pada **gambar 17**.



Gambar 17. Bentuk dan Penempatan Data Teknis dan Lingkup Pemakaian Peta

8. Pengesahan dan penyusun peta

Peta Risiko Bencana dapat disusun oleh lembaga diluar pemerintah seperti perguruan tinggi, LSM maupun lembaga profesional. Namun seluruh peta yang dihasilkan tetap merupakan tanggung jawab pemerintah sebagai penanggung jawab penyelenggaraan penanggulangan bencana pada suatu daerah. Oleh karenanya, peta resmi yang harus digunakan oleh seluruh pemangku kepentingan harus telah disahkan oleh pemerintah. Pengesahan dan penyusun peta ini dapat dilihat pada **gambar 18**.



Gambar 18. Bentuk dan Penempatan Pengesahan dan Penyusun Peta

Suplemen Peta

Suplemen peta disusun untuk memudahkan pengguna dalam membaca peta secara detail. Selain itu suplemen ini juga ditujukan untuk memudahkan para pengambil kebijakan dalam menyusun rencana kebijakan penyelenggaraan penanggulangan bencana pada suatu kawasan. Suplemen peta disusun berdasarkan tingkat analisis kawasan terkecil sesuai dengan Prasyarat Umum Pengkajian Risiko Bencana. Bila pengkajian dilaksanakan pada tingkat nasional, maka suplemen peta disusun berdasarkan tingkat kabupaten. Sama halnya bila pengkajian dilaksanakan di tingkat nasional, suplemen peta untuk provinsi disusun pada tingkat kecamatan, dan suplemen peta untuk kabupaten disusun pada tingkat kelurahan. Suplemen peta berisikan informasi terkait jenis ancaman, tingkat risiko, jumlah penduduk terpapar, kemungkinan kerugian dan kapasitas yang dimiliki daerah kajian untuk setiap bencana yang mengancam. Suplemen Peta disusun dengan menggunakan matriks seperti terlihat pada **gambar 19**.

NO.	KABUPATEN/ KECAMATAN/ KELURAHAN	JENIS ANCAMAN	TINGKAT RISIKO	ANCAMAN	KERENTANAN			KAPASITAS
					KETERPAPARAN JIWA (Org)	HARTA BENDA (Rp)	LINGKUNGAN (Ha)	
	<i>Diisi dengan nama kabupaten atau kecamatan atau kelurahan tergantung tingkat kedalaman kajian</i>	<i>Diisi dengan jenis ancaman yang ada di kabupaten/ kecamatan/ kelurahan tersebut</i>	<i>Diisi dengan tingkat risiko untuk tiap jenis ancaman bencana (tinggi, sedang atau rendah)</i>	<i>Diisi dengan persentase luas kawasan terancam untuk setiap tingkatan ancaman.</i>	<i>Diisi dengan jumlah jiwa terpapar berdasarkan perhitungan komponen sosial budaya untuk setiap Jenis Ancaman</i>	<i>Diisi dengan nilai kerugian (dalam rupiah) yang mungkin timbul untuk rumah, fasilitas publik dan fasilitas kritis berdasarkan perhitungan komponen fisik dan ekonomi untuk setiap Jenis Ancaman</i>	<i>Diisi dengan luas kawasan lingkungan (dalam Hektar) yang terpapar ancaman berdasarkan komponen lingkungan untuk setiap jenis ancaman</i>	<i>Diisi dengan kebijakan minimum yang perlu ditingkatkan pada wilayah kajian</i>

Gambar 19. Contoh Matriks Suplemen Peta Risiko Bencana

BAB VIII

PENUTUP

Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana merupakan sebuah acuan awal untuk membangun dasar yang kuat dalam proses perencanaan penyelenggaraan penanggulangan bencana. Sebagai acuan awal, pedoman ini perlu diperjelas dalam sebuah panduan teknis untuk pengkajian setiap bencana yang ada di Indonesia. Panduan teknis tersebut sebaiknya disusun dengan mempertimbangkan kemampuan pemerintah daerah untuk melaksanakan pengkajian secara mandiri.

Bagi pengguna pedoman ini, sebaiknya membangun tim kerja yang memiliki kapasitas teknis dibidang GIS yang memadai, dan memiliki pemahaman dalam sistem penanggulangan bencana nasional. BNPB dapat memberikan bantuan asistensi terkait peta risiko bencana yang disusun. Oleh karena itu proses asistensi menjadi penting untuk menjamin tercapainya kualitas hasil kajian yang memadai. Diharapkan dengan hasil kajian yang berkualitas, kebijakan yang disusun untuk penyelenggaraan penanggulangan bencana pada suatu kawasan dapat menjadi efektif.