



**MODUL TEKNIS PENYUSUNAN
KAJIAN *RISIKO BENCANA*
GELOMBANG *EKSTRIM*
DAN *ABRASI***

Penerbit : Direktorat Pengurangan Risiko Bencana
Badan Nasional Penanggulangan Bencana

MODUL TEKNIS PENYUSUNAN KAJIAN RISIKO BENCANA GELOMBANG EKSTRIM AN ABRASI

Versi 1.0, 2020

Tim Penyusun:

Pengarah:

B. Wisnu Widjaja
Deputi Bidang Sistem dan Strategi BNPB

Raditya Jati
Direktur Pengurangan Risiko Bencana BNPB

Berton S.P Panjaitan
Kepala Sub-Direktorat Pencegahan BNPB

Mohd. Robi Amri
Kepala Sub-Direktorat Mitigasi dan Standarisasi BNPB

Penulis:

1	Pratomo Cahyo Nugroho	8	Abdul Hafizh
2	Sridewanto Edi Pinuji	9	Ade Nugraha
3	Gita Yulianti S.	10	Ageng Nur Ichawana
4	Sesa Wiguna	11	Asfirmanto W. Adi
5	Syauqi	12	Roling Evans Randongkir
6	Fathia Zulfati Shabrina	13	Tri Utami Handayaningsih
7	Rizky Tri Septian	14	Arsyad A Iriansyah

Editor:

Ridwan Yunus
Seniarwan

Diterbitkan oleh:

Direktorat Pengurangan Risiko Bencana
Badan Nasional Penanggulangan Bencana

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian
Atau seluuh isi buku tanpa izin tertulis penerbit
Perpustakaan Nasional: Katalog Dalam Terbitan

Deputi Bidang Sistem dan Startagi
Badan Nasional Penanggulangan Bencana
Gedung INA DRTG, Kawasan Pusat Misi Pemeliharaan (Komplek IPSC)
Jl. Anyer Desa Tangkil Sentul, Kabupaten Bogor-
Provinsi Jawa Barat 16810

HALAMAN PENGESAHAN

Undang-undang No 24 tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana mengamankan perbaikan sistem penanggulangan bencana pada setiap tingkatan baik nasional, provinsi, kabupaten/kota, bahkan di tingkat masyarakat. Untuk percepatan perbaikan sistem tersebut, Pemerintah melalui BNPB dengan dukungan DPR RI memberikan prioritas penyusunan Dokumen Kajian Risiko Bencana dan Peta Risiko Bencana di tingkat kabupaten/kota. Disisi lain dengan telah diterbitkannya PP No.2 tahun 2018 tentang Standar Pelayanan Minimal dan Permendagri No. 101 tahun 2018 tentang standar teknis pelayanan dasar pada standar pelayanan minimal sub urusan bencana daerah Kabupaten/Kota mengamankan bahwa setiap Kab/Kota harus menyusun kajian risiko bencana dan peta risiko bencana

Untuk itu agar mempermudah proses penyusunan dan sesuai dengan metodologi yang ada, maka perlu disusun dan ditetapkan modul teknis penyusunan dokumen kajian risiko bencana GEA. Modul teknis ini berisi tahapan lebih mendetil penyusunan dokumen kajian risiko bencana GEA dari aspek ancaman, kerentanan, kapasitas, dan risiko bencana.

Demikian buku modul teknis penyusunan kajian risiko bencana GEA ini dibuat agar dapat menjadi acuan dan panduan oleh Pemerintah Daerah dan para pemangku kepentingan penyusunan dokumen kajian risiko bencana dan Peta risiko Bencana di daerah. Disadari modul teknis penyusunan kajian risiko GEA ini masih banyak kekurangan sehingga saran dan masukan sangat diharapkan demi kesempurnaan.

Jakarta, 1 Oktober 2019

Deputi Bidang Sistem dan Strategi

B. Wisnu Widjaja

Daftar Isi

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
Daftar Isi	iv
Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2.1. Tujuan dan Maksud Kegiatan	2
1.2. Dasar Hukum.....	3
1.3. Pengantar Pengkajian Risiko	3
1.4. Definisi	6
1.5. Petunjuk Bimbingan.....	7
Analisis Bahaya.....	8
2.1. Metode Analisis Bahaya.....	8
2.2. Penyusunan Indeks Bahaya.....	9
2.1.1. Buffer Garis Pantai ke Daratan	10
2.1.2. Input Data Tinggi Gelombang	12
2.1.3. Input Data Arus.....	14
2.1.4. Input Data Bentuk Garis Pantai	17
2.1.5. Input Data Tipologi Pantai.....	20
2.1.6. Pembuatan Klasifikasi Penutup Lahan	23
2.1.7. Indeks Bahaya.....	25
2.3. Pengkajian Bahaya.....	26
2.3.1. Klasifikasi Kelas Bahaya	26
2.3.2. Luas Kelas Bahaya	27
2.3.3. Kesimpulan Kelas Bahaya Administratif	30
2.4. Penyajian Hasil Kajian Bahaya	31
2.4.1. Penyajian Peta Bahaya.....	31
2.4.2. Penyajian Tabel Kajian Bahaya	32
Analisis Kerentanan	34
3.1. Metode Analisis Kerentanan	34
3.2. Penyusunan Indeks Kerentanan	36
3.2.1. Kerentanan Sosial	36
3.2.2. Kerentanan Fisik	56
3.2.3. Kerentanan Ekonomi.....	66
3.2.4. Kerentanan Lingkungan	73

3.2.5. Indeks Kerentanan	77
3.3. Pengkajian Kerentanan	78
3.3.1. Potensi Penduduk Terpapar	78
3.3.2. Potensi Kerugian	80
3.3.3. Potensi Kerusakan Lingkungan	81
3.3.4. Klasifikasi dan Kesimpulan Kelas Kerentanan	82
3.4. Penyajian Hasil Kajian Kerentanan.....	83
3.4.1. Penyajian Peta Kerentanan	83
3.4.2. Penyajian Tabel Kajian Kerentanan.....	84
Analisis Kapasitas	87
4.1. Penilaian Kapasitas Daerah.....	87
4.1.1. Ketahanan Daerah	87
4.1.2. Kesiapsiagaan Masyarakat.....	90
4.2. Penyusunan Indeks Kapasitas.....	92
4.2.1. Indeks Ketahanan Daerah	93
4.2.2. Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat	93
4.2.3. Indeks Kapasitas	95
4.3. Penyajian Hasil Kajian Kapasitas.....	95
4.3.1. Penyajian Peta Kapasitas	95
4.4.2. Penyajian Tabel Kajian Kapasitas	96
Analisis Risiko	98
5.1. Metodologi Analisis Risiko.....	98
5.2. Analisis Risiko.....	99
5.3. Pengkajian Risiko	99
5.3.1. Klasifikasi dan Kesimpulan Kelas Risiko	99
5.4. Penyajian Hasil Kajian Risiko.....	101
5.4.1. Penyajian Peta Risiko	101
5.4.2. Penyajian Tabel Kajian Risiko	101
Penutup	103
Daftar Pustaka.....	104



Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara yang mempunyai dua potensi besar, yaitu potensi sumber daya alam dan potensi bencana. Potensi bencana di Indonesia disebabkan oleh kondisi Geologi yang sangat berkaitan dengan tatanan Tektonik serta kondisi iklim tropis di Indonesia. Kondisi iklim tropis tersebut mempunyai ciri perubahan cuaca yang cukup ekstrim meliputi suhu, curah hujan, dan arah angin. Kondisi tersebut didukung oleh topografi wilayah Indonesia yang sangat heterogen, mulai dari pegunungan hingga dataran rendah. Selain itu, maupun kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh konversi lahan sehingga meningkatkan kerawanan bencana di wilayah tersebut, seperti banjir dan tanah longsor.

Secara sederhana, bencana dapat diartikan sebagai suatu fenomena atau kejadian yang dapat mengakibatkan kerusakan pada lingkungan, gangguan keamanan dan ketertiban di masyarakat, serta kerugian material maupun material. Seiring dengan banyaknya bencana di Indonesia, pemerintah Republik Indonesia mengeluarkan Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana.

Terbitnya Undang-undang tersebut telah memicu terjadinya pergeseran paradigma penanggulangan bencana menjadi berorientasi pengurangan risiko. Oleh karena itu Kabupaten/Kota sebagai pemangku kepentingan yang bersentuhan langsung dengan masyarakat perlu melakukan upaya terpadu melalui pengkajian risiko bencana yang terukur. Hal ini sejalan dengan fokus fase penanggulangan bencana Indonesia saat ini.

Berdasarkan kesepakatan global terkait dengan pengurangan risiko bencana, Indonesia telah menyetujui Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (SFDRR) 2015-2030. Salah satu rencana aksinya adalah memahami risiko bencana. Kebijakan dan praktik penanggulangan bencana harus didasarkan pada pemahaman tentang risiko bencana pada semua dimensi, yakni ancaman, kerentanan, dan kapasitas. Pengetahuan tersebut dapat dimanfaatkan untuk tujuan penilaian risiko sebelum bencana, pencegahan, dan mitigasi, serta pengembangan dan pelaksanaan kesiapsiagaan yang memadai dan respon yang efektif terhadap bencana. Oleh karena itu, penyusunan kajian risiko bencana penting untuk dilaksanakan sebagai salah satu upaya untuk melaksanakan rencana aksi di dalam SFDRR.

Penyusunan kajian risiko bencana di seluruh wilayah Indonesia penting dilakukan sebagai landasan konseptual untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan oleh bencana sekaligus dalam rangka pengenalan dan adaptasi terhadap bahaya yang ada, serta kegiatan berkelanjutan untuk mengurangi atau menghilangkan risiko jangka panjang, baik terhadap

PENDAHULUAN

kehidupan manusia maupun harta benda sehingga dapat mengurangi indeks risiko bencana.

Hasil pengkajian risiko bencana juga diharapkan mampu menjadi landasan teknokratis bagi rencana-rencana terkait penanggulangan bencana di daerah seperti: rencana penanggulangan bencana; rencana-rencana teknis pengurangan risiko bencana; rencana penanggulangan kedaruratan bencana; rencana kontingensi; rencana operasi kedaruratan; dan rencana pemulihan pasca bencana. Oleh karena itu pelaksanaan pengkajian risiko bencana harus dilakukan berdasarkan data dan metode yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Penanggulangan Bencana telah menjadi Program Prioritas Nasional dan menjadi urusan wajib bagi pemerintah daerah. Pemahaman tentang risiko yang dituangkan dalam dokumen Kajian Risiko Bencana kini menjadi salah satu poin dalam Standar Pelayanan Minimum yang dikeluarkan oleh Kemendagri dan wajib dipenuhi oleh pemerintah daerah. Oleh karena itu BNPB sebagai *leading sector* dalam penanggulangan bencana wajib memberikan bantuan berupa bimbingan ke pemerintah daerah untuk menyusun Kajian Risiko Bencana secara mandiri sesuai dengan metodologi yang disepakati bersama oleh BNPB dan Kementerian/Lembaga terkait. Bimbingan tersebut salah satunya dituangkan dalam Petunjuk Teknis/pedoman Penyusunan Kajian Risiko Bencana yang disusun oleh BNPB, Badan Geologi, PVMBG, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Badan Pusat Statistik, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Diharapkan dengan adanya petunjuk teknis/pedoman ini, pemerintah daerah mampu menyusun Kajian Risiko Bencana secara mandiri dengan kualitas yang diinginkan 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 di setiap 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.

Sehubungan dengan hal tersebut, Direktorat Pengurangan Risiko Bencana sebagai institusi yang bertanggung jawab dalam penyusunan Kajian Risiko Bencana, merasa penting untuk melaksanakan bimbingan teknis kajian risiko bencana. Untuk menyelenggarakan pelatihan tersebut secara baik dan terarah, diperlukan adanya pedoman sekaligus sebagai modul pembelajaran baik bagi fasilitator maupun calon peserta pelatihan.

1.2.1. Tujuan dan Maksud Kegiatan

Pedoman Bimbingan Teknis Penyusunan Kajian Risiko Bencana ini bertujuan 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;

PENDAHULUAN

4. Daerah dapat menyusun Peta Risiko (peta bahaya, peta kerentanan dan peta kapasitas) dengan skala 1:50.000 untuk wilayah administrasi kabupaten dan 1:25.000 untuk wilayah administrasi; dan
5. Mendukung Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten/Kota dalam upaya penyusunan kajian risiko bencana sebagai bahan acuan kebijakan terkait penanggulangan bencana.

Pedoman ini sebagai panduan dalam bimbingan teknis Kajian Risiko Bencana. Secara umum setelah mempelajari materi dan pedoman ini, peserta bimbingan teknis akan dapat mempelajari, memahami dan melaksanakan penyusunan Pengkajian Risiko Bencana. Secara khusus pedoman ini menjelaskan berbagai pemahaman dan langkah-langkah dalam menghitung berbagai indek kajian risiko bencana secara kuantitatif maupun kualitatif, menyusun Pengkajian risiko bencana yang berupa Dokumen dan Peta Kajian Risiko Bencana

1.2. Dasar Hukum

Dasar Hukum dalam Penyusunan Kajian Risiko Bencana antara lain:

1. Undang-Undang Nomor 41 tahun 1999 Tentang Kehutanan
2. Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana;
3. Undang-Undang Nomor 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana;
5. Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2008 tentang Peran Serta Lembaga Internasional dan Lembaga Asing Non-Pemerintah dalam Penanggulangan Bencana;
6. Peraturan Presiden Nomor 8 Tahun 2008 tentang Badan Nasional Penanggulangan Bencana;
7. Permenhut Nomor P.12/Menhut-II/2009 tentang Pengendalian Kebakaran Hutan.
8. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana.
9. Permendagri Nomor 101 Tahun 2018 tentang Standard Pelayanan Minimum.

1.3. Pengantar Pengkajian Risiko

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.

Pengkajian risiko bencana suatu daerah tidak hanya mendalam, tapi juga dituntut untuk menghasilkan parameter-parameter tegas dan jelas yang digunakan sebagai sasaran kunci dalam membangun kebijakan dan perencanaan daerah. Parameter tersebut tidak hanya berupa angka dan perhitungan, namun juga dapat menentukan lokasi-lokasi yang

PENDAHULUAN

merupakan prioritas dan membutuhkan penanganan segera untuk menghindari dampak negatif dari bencana.

Kajian risiko bencana dapat dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan sebagai berikut:

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

Keterangan:

- ✓ **Risiko Bencana** adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat.
- ✓ **Bahaya** adalah situasi, kondisi atau karakteristik biologis, klimatologis, geografis, geologis, sosial, ekonomi, politik, budaya dan teknologi suatu masyarakat di suatu wilayah untuk jangka waktu tertentu yang berpotensi menimbulkan korban dan kerusakan.
- ✓ **Kerentanan** adalah tingkat kekurangan kemampuan suatu masyarakat untuk mencegah, menjinakkan, mencapai kesiapan, dan menanggapi dampak bahaya tertentu. Kerentanan berupa kerentanan sosial budaya, fisik, ekonomi dan lingkungan, yang dapat ditimbulkan oleh beragam penyebab.
- ✓ **Kapasitas** adalah penguasaan sumberdaya, cara dan ketahanan yang dimiliki pemerintah dan masyarakat yang memungkinkan mereka untuk mempersiapkan diri, mencegah, menjinakkan, menanggulangi, mempertahankan diri serta dengan cepat memulihkan diri dari akibat bencana.

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

1. Tingkat bahaya suatu kawasan;
2. Tingkat kerentanan kawasan yang terancam; dan
3. Tingkat kapasitas kawasan yang terancam.

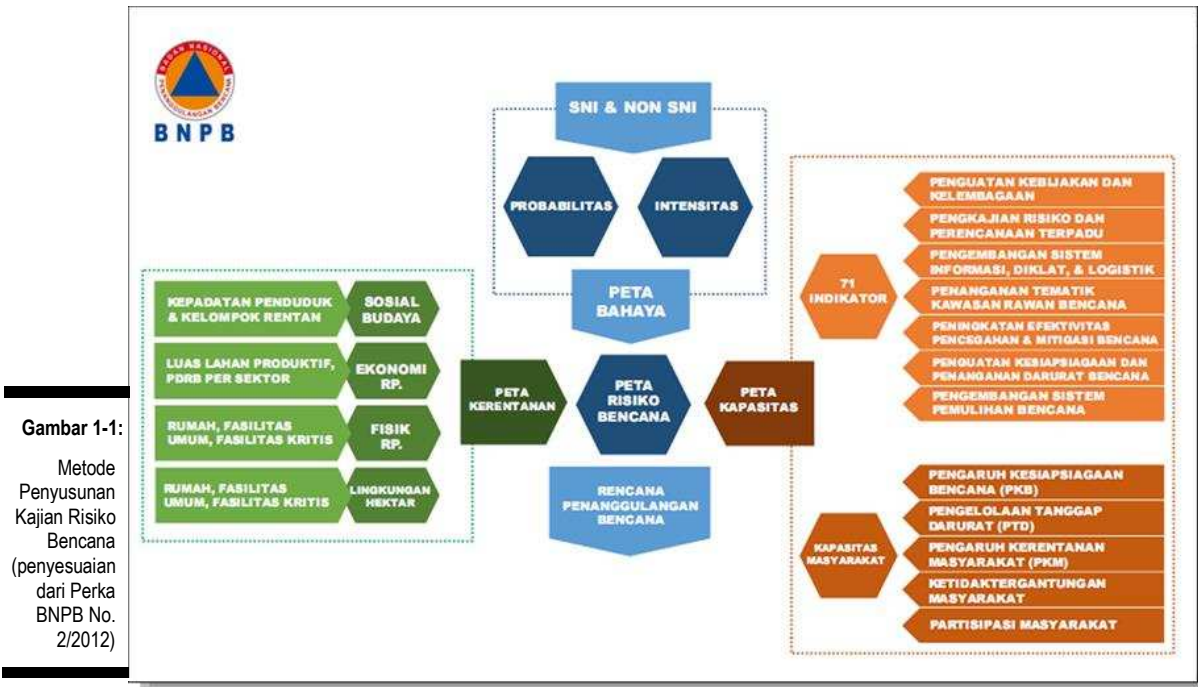
Upaya pengkajian risiko bencana pada dasarnya adalah menentukan besaran 3 komponen risiko tersebut dan menyajikannya dalam bentuk spasial maupun non spasial agar mudah dimengerti. Pengkajian risiko bencana digunakan sebagai landasan penyelenggaraan penanggulangan bencana pada disuatu kawasan. Penyelenggaraan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

Secara umum, metode pengkajian risiko bencana dapat dilihat pada **Gambar 1-1**. Metode yang diperlihatkan tersebut telah ditetapkan oleh BNPB sebagai dasar pengkajian risiko bencana pada suatu daerah melalui Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana dengan sedikit penyesuaian dalam pengkajian kapasitas.

Berdasarkan metode ini, suatu pengkajian risiko bencana akan menghasilkan gambaran spasial dalam bentuk peta risiko bencana. Selain itu hasil dari pengkajian juga dapat memperlihatkan tingkat risiko bencana suatu daerah dalam dokumen pengkajian risiko bencana. Peta Risiko Bencana dan Dokumen Kajian Risiko Bencana Daerah menjadi dasar

PENDAHULUAN

minimum untuk penyusunan kebijakan dan perencanaan penanggulangan bencana daerah. Asumsi dan pendekatan yang digunakan pada Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tersebut masih relevan untuk digunakan dengan beberapa penambahan dan penyesuaian. Penambahan dan penyesuaian dibutuhkan agar Pengkajian Risiko Bencana yang dilakukan dapat terjamin konektivitas dan sinkronisasinya dengan Kajian Risiko Bencana secara Nasional. Oleh karena itu pada tahap ini secara substansi dibutuhkan koordinasi yang baik antara Tim Pelaksana Pengkajian Risiko Bencana dengan BNPB di tingkat nasional.



Pengkajian risiko bencana dilakukan berdasarkan prinsip pengkajian:

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; dan
4. Kemampuan untuk diterjemahkan menjadi kebijakan pengurangan risiko bencana.

Pengkajian risiko bencana memiliki prasyarat umum yang harus diikuti. Prasyarat umum tersebut adalah:

1. Memenuhi aturan tingkat kedetailan analisis (kedalaman analisis di tingkat kabupaten/kota minimal hingga tingkat kelurahan/desa/kampung/nagari);
2. Skala peta minimal adalah 1:50.000 untuk tingkat kabupaten; skala 1:25.000 untuk tingkat kota;
3. Mampu menghitung jumlah jiwa terpapar bencana (dalam jiwa); menghitung nilai kerugian harta benda (dalam satuan rupiah) dan kerusakan lingkungan (dalam satuan hektar);

PENDAHULUAN

4. Menggunakan 3 kelas interval tingkat risiko, yaitu tingkat risiko tinggi, sedang dan rendah; dan
5. Menggunakan GIS dengan Analisis Grid minimal 30x30 m untuk tingkat kabupaten/kota.

1.4. Definisi

Definisi yang mencakup di dalam Modul Teknis Pengkajian Risiko, antara lain:

1. Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan 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, 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 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;

PENDAHULUAN

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. Tingkat Kerugian adalah potensi kerugian yang mungkin timbul akibat kehancuran fasilitas kritis, fasilitas umum dan rumah penduduk pada zona ketinggian tertentu akibat bencana;
17. Kapasitas adalah kemampuan daerah dan masyarakat untuk melakukan tindakan pengurangan Tingkat Ancaman dan Tingkat Kerugian akibat bencana;
18. Tingkat Risiko adalah perbandingan antara Tingkat Kerugian dengan Kapasitas Daerah untuk memperkecil Tingkat Kerugian dan Tingkat Ancaman akibat bencana;
19. Kajian Risiko Bencana adalah mekanisme terpadu untuk memberikan gambaran menyeluruh terhadap risiko bencana suatu daerah dengan menganalisis Tingkat Ancaman, Tingkat Kerugian dan Kapasitas Daerah;
20. Peta Risiko Bencana adalah gambaran Tingkat Risiko bencana suatu daerah secara spasial dan non spasial berdasarkan Kajian Risiko Bencana suatu daerah.

1.5. Petunjuk Bimbingan

Agar peserta Bimtek berhasil menguasai pedoman ini dengan baik, ikutilah pedoman teknis sebagai berikut:

1. Bacalah dengan cermat bagian pendahuluan bahan ajar ini, sampai peserta pelatihan memahami betul apa, untuk apa, dan bagaimana mempelajari bahan ajar ini.
2. Baca sepintas bagian demi bagian dan temukan kata-kata kunci dan kata-kata yang peserta pelatihan anggap baru. Kemudian cari dan baca pengertian kata-kata kunci dalam daftar kata-kata sulit bahan ajar ini atau dalam kamus Bahasa Indonesia dan kebencanaan.
3. Bila ada kesulitan, diskusikan dengan teman peserta pelatihan dan tanyakan kepada Fasilitator.

Analisis Bahaya

Gelombang ekstrim adalah gelombang tinggi yang ditimbulkan karena efek terjadinya siklon tropis di sekitar wilayah Indonesia dan berpotensi kuat menimbulkan bencana alam. Bahaya lain yang mungkin timbul di sekitar pesisir adalah Abrasi atau Erosi Pantai, yang merupakan proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang serta arus laut dan bersifat merusak.

2.1. Metode Analisis Bahaya

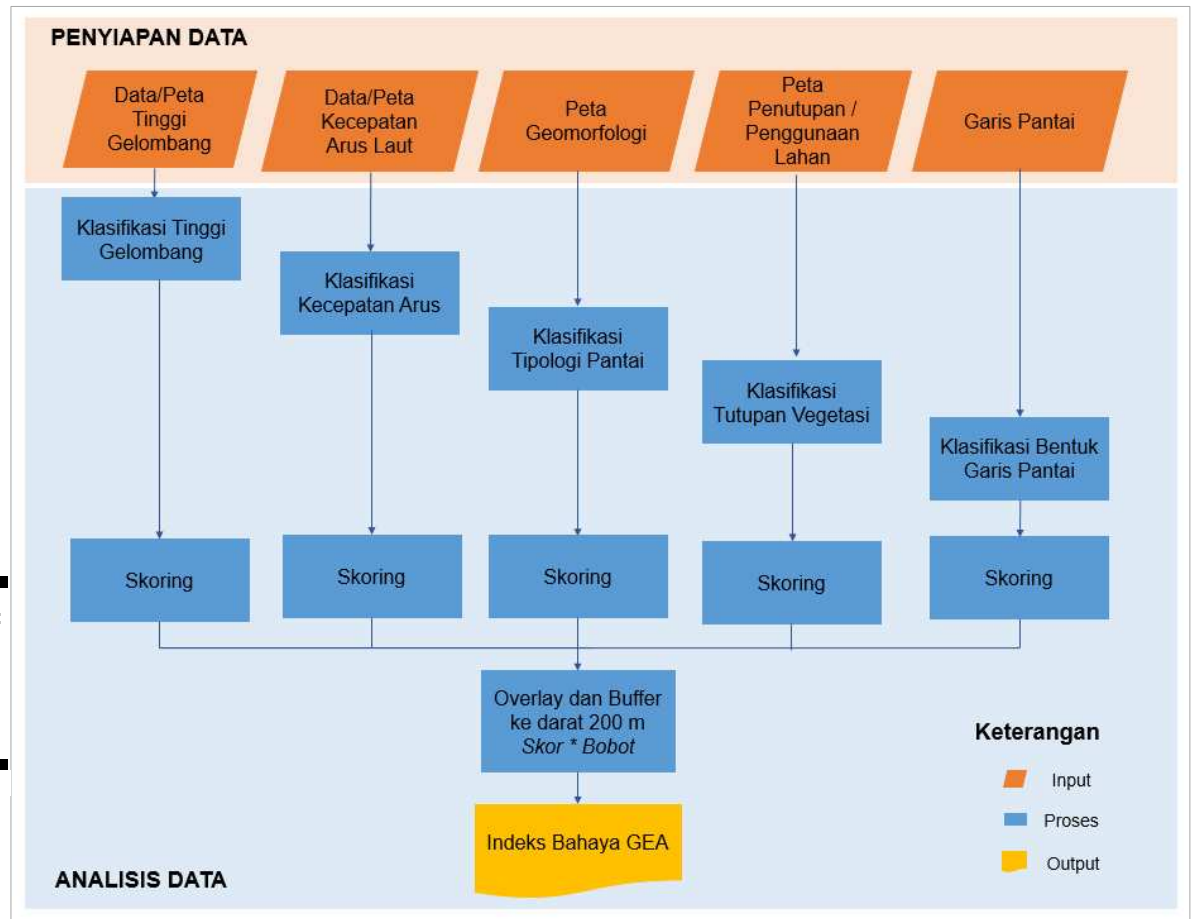
Bahaya Gelombang Ekstrim dan Abrasi (GEA) dibuat sesuai dengan metode yang terdapat dalam Perka nomor 2 BNPB tahun 2012. Parameter penyusunan tersebut terdiri dari tinggi gelombang, arus laut, tipologi pantai, tutupan vegetasi, dan bentuk garis pantai. Setiap parameter diidentifikasi untuk mendapatkan kelas parameter kemudian dilakukan penilaian berdasarkan tingkat pengaruh/kepentingan masing-masing kelas menggunakan metode skoring.

Data-data yang dapat digunakan dalam penyusunan peta bahaya GEA adalah berupa data spasial yang terdiri dari:

No.	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber
1.	Data/Peta Tinggi Gelombang	Tabular/GIS	BMKG/KKP
2.	Data/Peta Kecepatan Arus Laut	Tabular/GIS	BMKG/KKP
3.	Data/Peta Geomorfologi	GIS Vektor (Polygon)	BIG
4.	Data/Peta Garis Pantai	GIS Vektor (Polygon)	BIG
5.	Tutupan vegetasi	GIS Vektor (Polygon)	BIG/KLHK/Bappeda
6.	Batas Administrasi	GIS Vektor (Polygon)	BIG/Bappeda

ANALISIS BAHAYA

2.2. Penyusunan Indeks Bahaya



Gambar 2-2:
Alur Proses Pembuatan Indeks Bahaya GEA

Tabel 2-2

Parameter penyusun dan skoring Bahaya GEA

Parameter	Skor			Bobot
	0.333	0.666	1	
Tinggi Gelombang	<1m	1 - 2.5 m	>2.5 m	30%
Arus	<0.2	0.2 – 0.4	>0.4	30%
Tipologi Pantai	Berbatu Karang	Berbatu Pasir	Berlumpur	10%
Tutupan Vegetasi	>80% hutan,	40 - 80%	<40%	15%
Bentuk Garis Pantai	Berteluk	Lurus-berteluk	Lurus	15%

ANALISIS BAHAYA



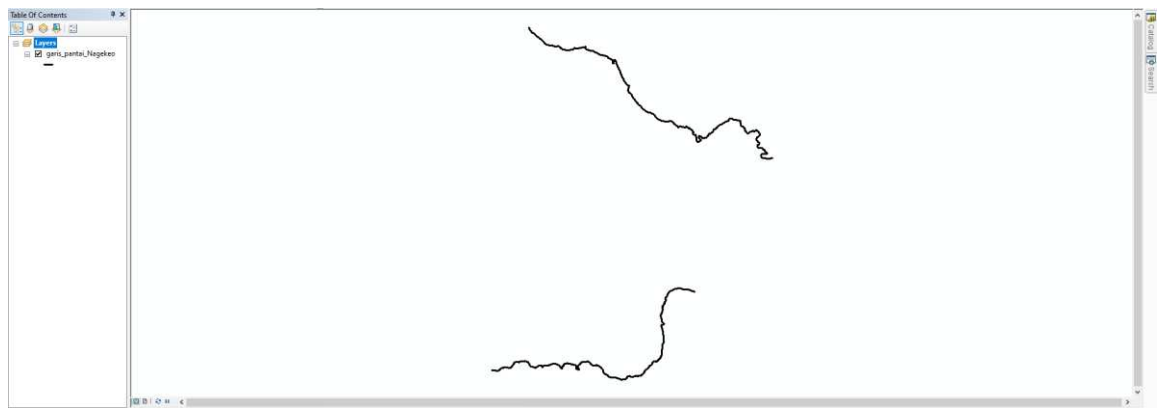
Semua proses analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak (*software*) **ArcGIS Desktop – ArcMap**. Sebelum proses analisis dimulai, sebaiknya terlebih dahulu dilakukan penyeragaman sistem koordinat pada semua data yaitu dengan melakukan reproyeksi sistem koordinat menjadi koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) atau *World Mercator*. Tujuannya agar proses analisis matematis dapat dilakukan secara langsung dengan satuan unit meter.

2.1.1. Buffer Garis Pantai ke Daratan

Data garis pantai menggunakan data yang telah dibuat oleh Kementerian/Lembaga yang berwenang (BIG). Pada studi kasus modul teknis ini, garis pantai menggunakan data pada Kabupaten Nagekeo.

Gambar 2-3:

Data garis pantai Kabupaten Nagekeo



Gelombang Ekstrim dan Abrasi (GEA) berdampak pada daerah di sekitar pesisir pantai, oleh karena itu analisis GEA dilakukan pada sempadan pantai sejauh 200 m dari garis pantai ke darat, sehingga semua analisis parameter berada pada area ini.

Data garis pantai yang berupa data vektor bertipe garis ini kemudian dilakukan buffer sejauh 200 m ke arah daratan sehingga data vektor ini menjadi bertipe area.

Tahapan proses analisisnya adalah sebagai berikut:

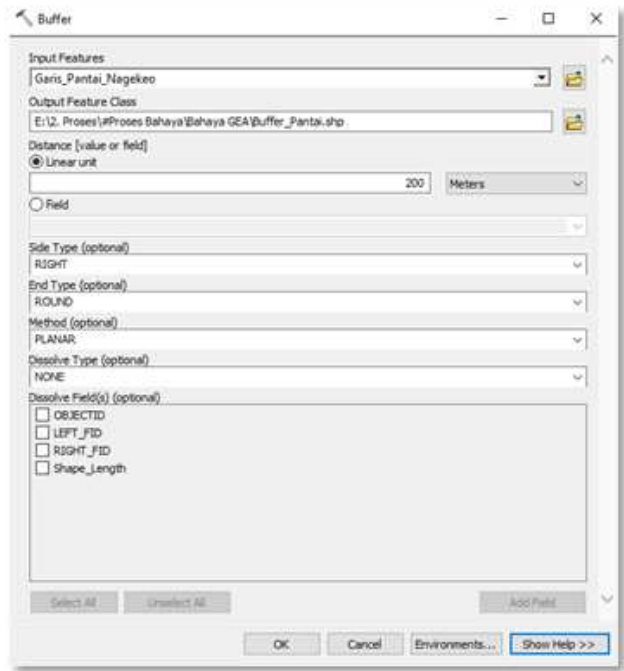
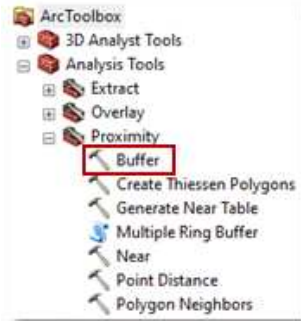


- ✓ Gunakan **toolbox Buffer** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data **layer garis_pantai_Nagekeo** digunakan sebagai data masukan pada **Input Feature**, kemudian simpan pada **Output Feature Class** dengan nama **Buffer_Pantai**
- ✓ Pilih **Linear unit** pada Distance, kemudian isi dengan angka **200** dengan memilih unit **Meters**
- ✓ Pilih **RIGHT** pada option Slide Type, agar buffer yang dihasilkan hanya ke area daratan saja
- ✓ Pilih **ROUND** pada option Method, agar ujung area buffer berbentuk setengah lingkaran

ANALISIS BAHAYA

Gambar 2-4:

Membuat *buffer* menggunakan *Analysis Tools Buffer*

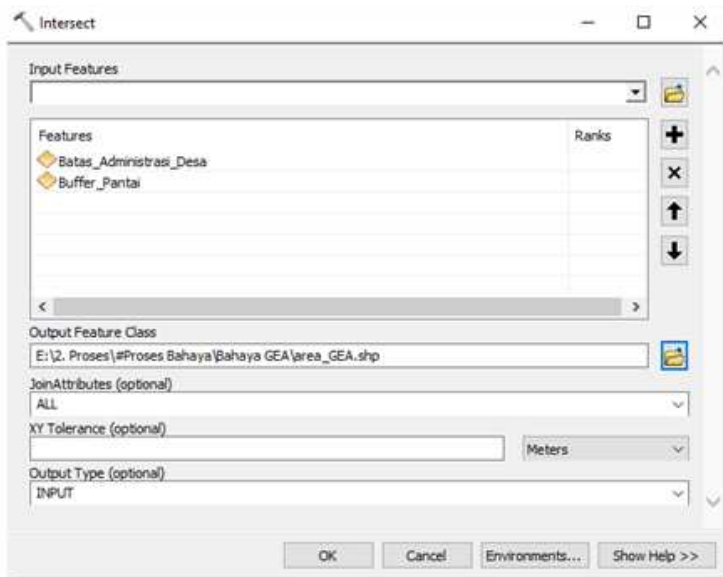
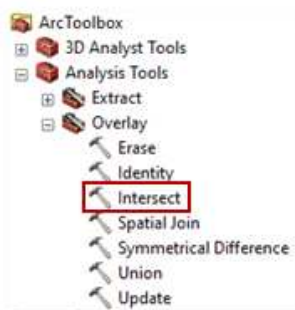


Tahap selanjutnya adalah dilakukan overlay area buffer yang telah dihasilkan dengan data batas administrasi desa. Tahapan prosesnya adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan *toolbox Intersect* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Buffer_Pantai* yang dihasilkan sebelumnya dan data **Batas_Administrasi_Desa** digunakan sebagai data masukan pada **Input Feature**
- ✓ kemudian simpan pada **Output Feature Class** dengan nama **area_GEA**

Gambar 2-5:

Overlay area garis pantai dengan batas administrasi desa menggunakan *Analysis Tools Intersect*



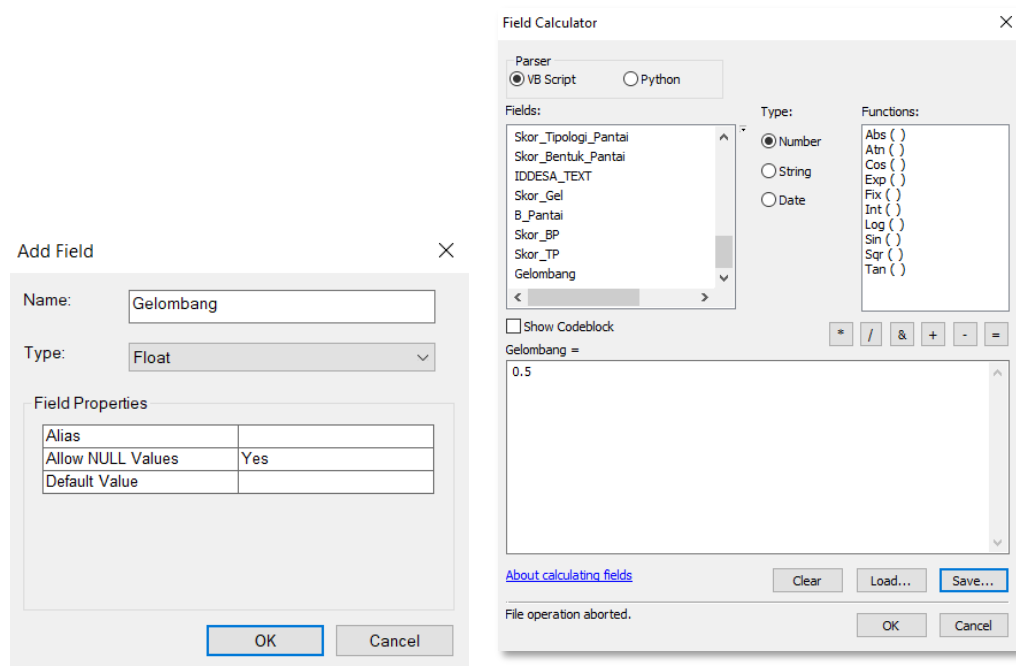
ANALISIS BAHAYA

2.1.2. Input Data Tinggi Gelombang

Data tinggi gelombang yang telah disiapkan, digunakan untuk diinputkan ke dalam tabel atribut area GEA. Data tinggi gelombang digunakan sebagai salah satu parameter yang dapat mempengaruhi pengangkutan sedimen di daerah pesisir akibat energi yang dibawa oleh gelombang.

Tahapan proses analisisnya adalah sebagai berikut:

- ✓ Tambahkan kolom (*field*) baru melalui **Add field** pada atribut data *layer Area_GEA*, kemudian beri nama “*Gelombang*”, dan pilih tipe *field Float* agar dapat dimasukkan nilai dengan bilangan desimal.
- ✓ Isi nilai pada *field Gelombang* yang telah dibuat menggunakan **Field Calculator**, berdasarkan data tinggi gelombang yang tersedia untuk setiap desa. Untuk mempercepat proses pengisian nilai gelombang, dapat digunakan **Select by Attribute** pada tabel atribut *layer Area_GEA* untuk menyeleksi nama-nama desa yang memiliki nilai gelombang yang sama, kemudian dapat diisi nilai gelombang keseluruhan desa yang terseleksi menggunakan **Field Calculator**.



Gambar 2-3:
Membuat *field*
dan mengisi
nilai *field*
menggunakan
Field
Calculator

Tahapan selanjutnya adalah memberi skor data gelombang tinggi berdasarkan pembagian kelas tinggi gelombang yang dapat dilihat pada tabel 2-2.

Tahapan prosesnya adalah sebagai berikut:

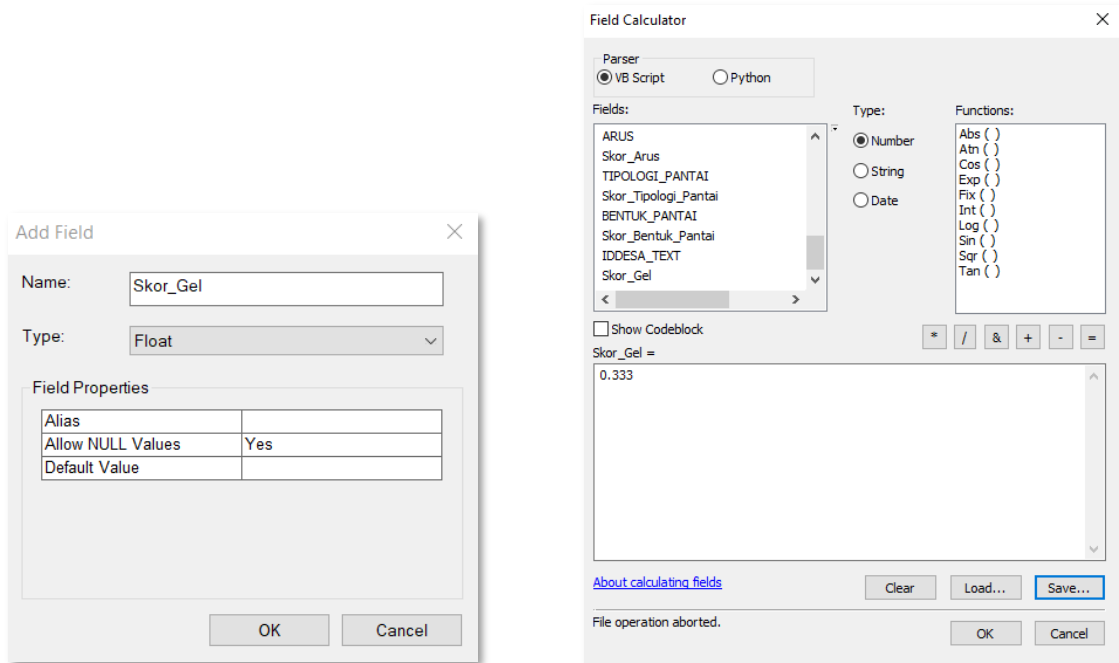
- ✓ Tambahkan kolom (*field*) baru melalui **Add field** pada atribut data *layer Area_GEA*, kemudian beri nama “*Skor_Gel*”, dan pilih tipe *field Float* agar dapat dimasukkan nilai dengan bilangan desimal.
- ✓ Isi nilai pada *field Skor_Gel* yang telah dibuat menggunakan **Field Calculator**, berdasarkan tabel 2-2. Untuk mempercepat proses pengisian nilai skor, dapat digunakan **Select by Attribute** pada tabel atribut *layer Area_GEA* untuk menyeleksi keseluruhan kelas klasifikasi yang memiliki nilai tinggi gelombang dalam kelas yang

ANALISIS BAHAYA

sama, kemudian dapat diisi nilai skor keseluruhan kelas klasifikasi yang terseleksi menggunakan **Field Calculator**.

Gambar 2-7:

Membuat *field* dan mengisi nilai *field* menggunakan *Field Calculator*



Tahapan selanjutnya adalah mengkonversi data *layer* gelombang tinggi yang berupa data berbentuk vector (polygon) menjadi data raster.

- ✓ Gunakan **toolbox Polygon to Raster** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data **Area_GEA** yang telah diisi atribut skor gelombang dijadikan sebagai data masukan.
- ✓ Pilih **Skor_Gel** sebagai **Value field**
- ✓ Tentukan **Cellsize** berdasarkan ukuran grid/piksel dari data **DEM** yaitu 30 (tambahkan data DEM sebagai input tambahan). Simpan sebagai data **Skor_Gel**

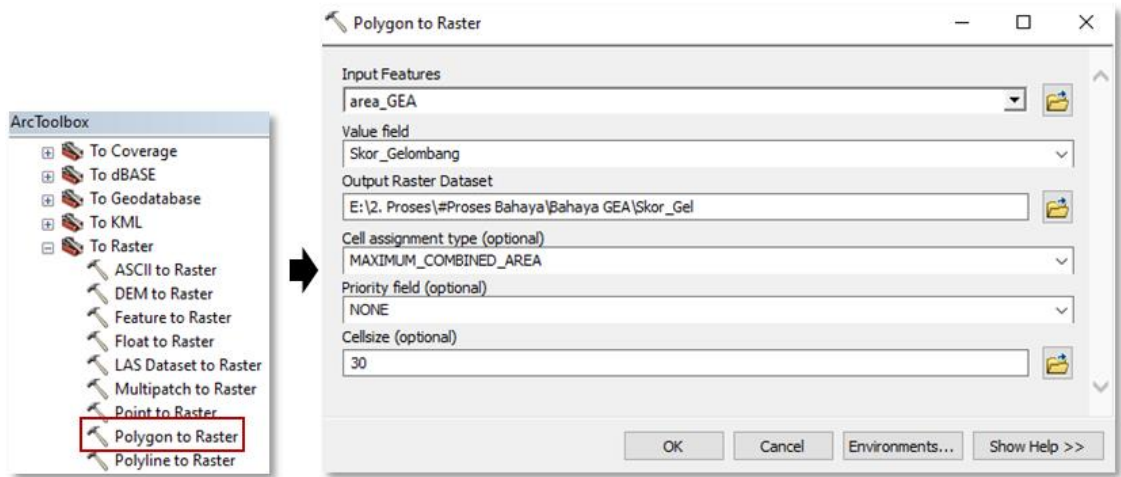


Agar diperoleh hasil keluaran data raster **Skor Gelombang** yang sesuai dengan cakupan area (*extent*) dan posisi setiap grid/piksel dari data **DEM**, maka sebaiknya dilakukan pengaturan lanjutan melalui tombol **Environments**. Pengaturan dilakukan pada **Processing Extent**, kemudian pada pilihan **Snap Raster** dipilih *layer DEM*. Cara ini dilakukan untuk menghindari terjadinya perbedaan cakupan area dan posisi grid/piksel setiap parameter sehingga dapat menyebabkan terjadinya pengurangan jumlah grid/piksel di wilayah tepi pada data keluaran saat dilakukan analisis lanjutan dengan menggunakan banyak *layer*.

ANALISIS BAHAYA

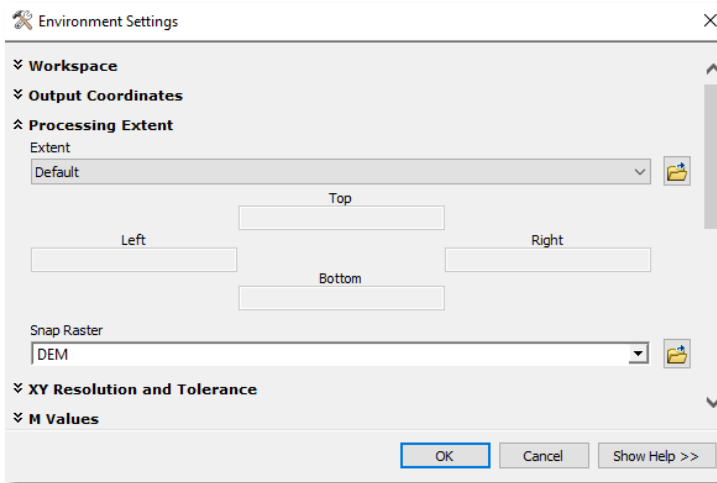
Gambar 2-8:

Membuat raster skor gelombang menggunakan *Polygon to Raster*



Gambar 2-9:

Pengaturan lanjutan (*Environment Settings*) untuk cakupan area dan posisi grid/sel.



2.1.3. Input Data Arus

Data kecepatan arus laut yang telah disiapkan, digunakan untuk diinputkan ke dalam tabel atribut area GEA. Kecepatan arus dapat menimbulkan gaya gesek terhadap tutupan lahan di daerah pesisir sehingga mempengaruhi jumlah sedimen terangkut yang dapat mengakibatkan perubahan garis pantai.

Tahapan proses analisisnya adalah sebagai berikut:

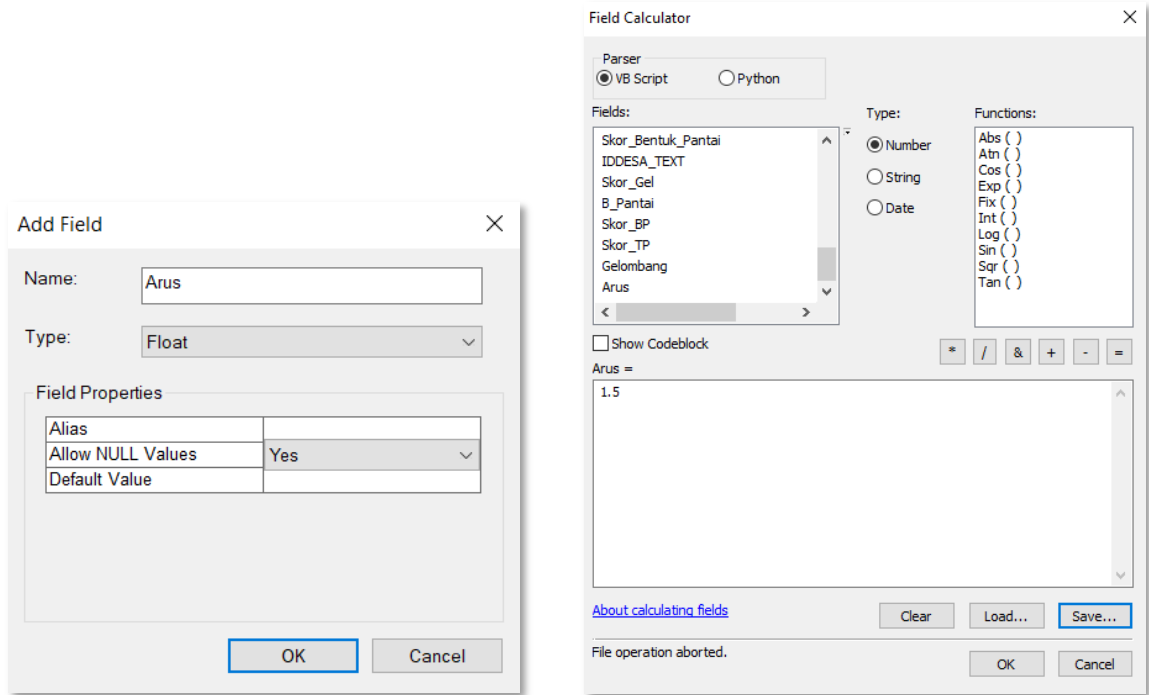
- ✓ Tambahkan kolom (*field*) baru melalui **Add field** pada atribut data *layer Area_GEA*, kemudian beri nama "Arus", dan pilih tipe *field Float* agar dapat dimasukkan nilai dengan bilangan desimal.
- ✓ Isi nilai pada *field Arus* yang telah dibuat menggunakan **Field Calculator**, berdasarkan data arus yang tersedia untuk setiap desa. Untuk mempercepat proses pengisian nilai arus, dapat digunakan **Select by Attribute** pada tabel atribut *layer Area_GEA* untuk



ANALISIS BAHAYA

menyeleksi nama-nama desa yang memiliki nilai arus yang sama, kemudian dapat diisi nilai arus keseluruhan desa yang terseleksi menggunakan **Field Calculator**.

Gambar 2-10:
Membuat *field*
dan mengisi nilai
field
menggunakan
Field Calculator



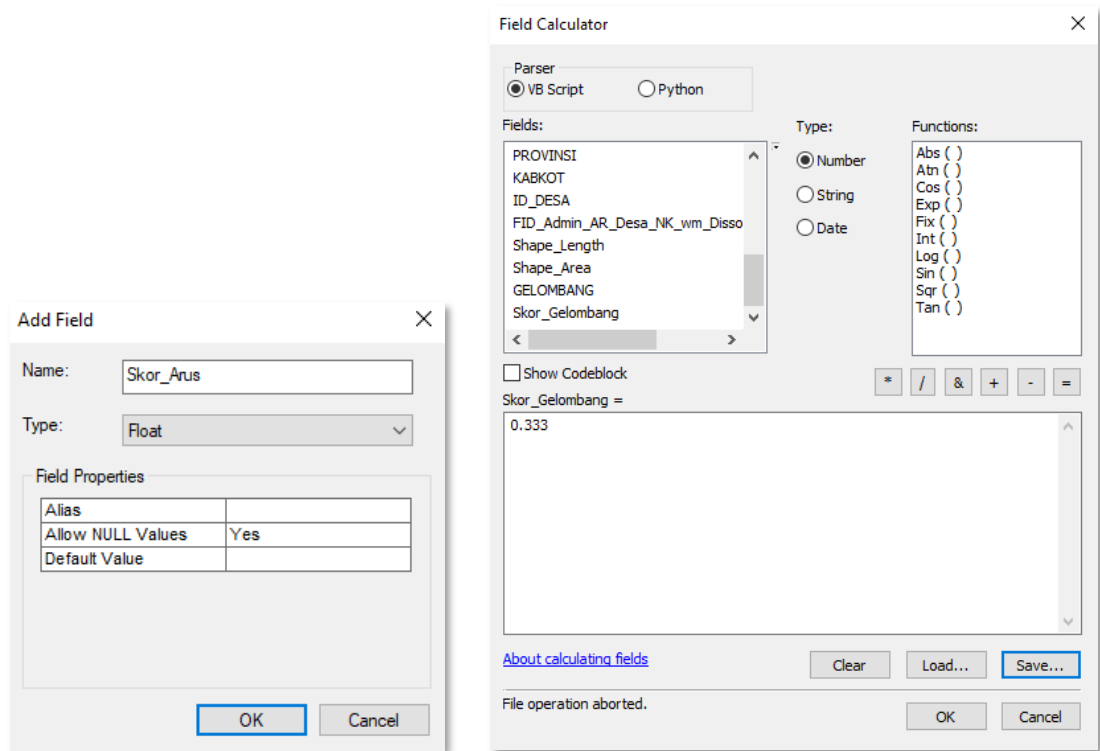
Tahapan selanjutnya adalah memberi skor data gelombang tinggi berdasarkan pembagian kelas arus yang dapat dilihat pada tabel 2-2.

Tahapan prosesnya adalah sebagai berikut:

- ✓ Tambahkan kolom (*field*) baru melalui **Add field** pada atribut data *layer Area_GEA*, kemudian beri nama "*Skor_Arus*", dan pilih tipe *field Float* agar dapat dimasukkan nilai dengan bilangan desimal.
- ✓ Isi nilai pada *field Skor_Arus* yang telah dibuat menggunakan **Field Calculator**, berdasarkan tabel 2-2. Untuk mempercepat proses pengisian nilai skor, dapat digunakan **Select by Attribute** pada tabel atribut *layer Area_GEA* untuk menyeleksi keseluruhan kelas klasifikasi yang memiliki nilai arus dalam kelas yang sama, kemudian dapat diisi nilai skor keseluruhan kelas klasifikasi yang terseleksi menggunakan **Field Calculator**.

ANALISIS BAHAYA

Gambar 2-11:
Membuat *field*
dan mengisi nilai
field
menggunakan
Field Calculator



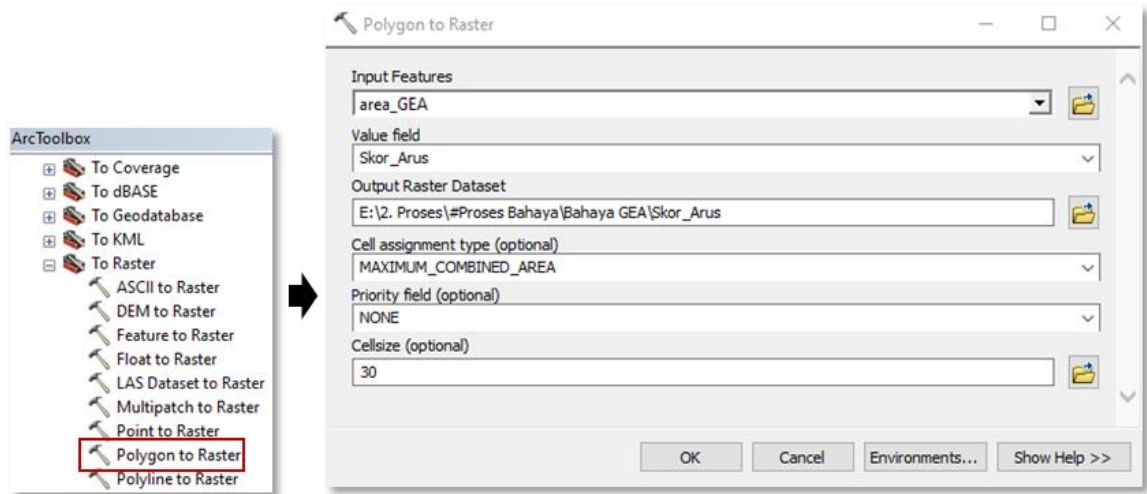
Tahapan selanjutnya adalah mengkonversi data *layer* gelombang tinggi yang berupa data berbentuk vector (polygon) menjadi data raster.

- ✓ Gunakan *toolbox Polygon to Raster* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data **Area_GEA** yang telah diisi atribut skor arus dijadikan sebagai data masukan.
- ✓ Pilih **Skor_Arus** sebagai **Value field**
- ✓ Tentukan **Cellsize** berdasarkan ukuran grid/piksel dari data **DEM** yaitu 30 (tambahkan data DEM sebagai input tambahan). Simpan sebagai data **Skor_Arus**



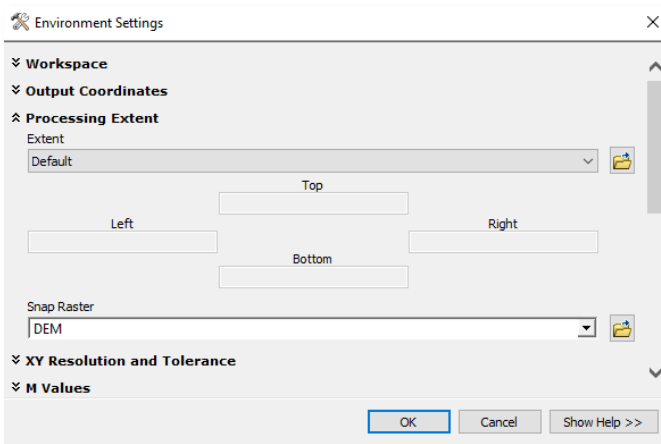
Agar diperoleh hasil keluaran data raster **Skor_Arus** yang sesuai dengan cakupan area (*extent*) dan posisi setiap grid/piksel dari data **DEM**, maka sebaiknya dilakukan pengaturan lanjutan melalui tombol **Environments**. Pengaturan dilakukan pada **Processing Extent**, kemudian pada pilihan **Snap Raster** dipilih *layer DEM*. Cara ini dilakukan untuk menghindari terjadinya perbedaan cakupan area dan posisi grid/piksel setiap parameter sehingga dapat menyebabkan terjadinya pengurangan jumlah grid/piksel di wilayah tepi pada data keluaran saat dilakukan analisis lanjutan dengan menggunakan banyak *layer*.

ANALISIS BAHAYA



Gambar 2-12:

Membuat raster Skor Arus menggunakan Polygon to Raster



Gambar 2-13:

Pengaturan lanjutan (Environment Settings) untuk cakupan area dan posisi grid/sel.

2.1.4. Input Data Bentuk Garis Pantai

Bentuk garis pantai mempengaruhi potensi suatu area pantai terkena abrasi. Data bentuk garis pantai diperoleh dengan melakukan interpretasi manual dari data garis pantai, apakah berbentuk lurus, berteluk, atau kombinasi dari keduanya. Interpretasi dapat dilakukan dengan mengatur layar agar terlihat gambaran garis pantai keseluruhan secara utuh.

Data bentuk garis pantai yang telah disiapkan, diinputkan ke dalam tabel atribut area GEA. Tahapan proses analisisnya adalah sebagai berikut:

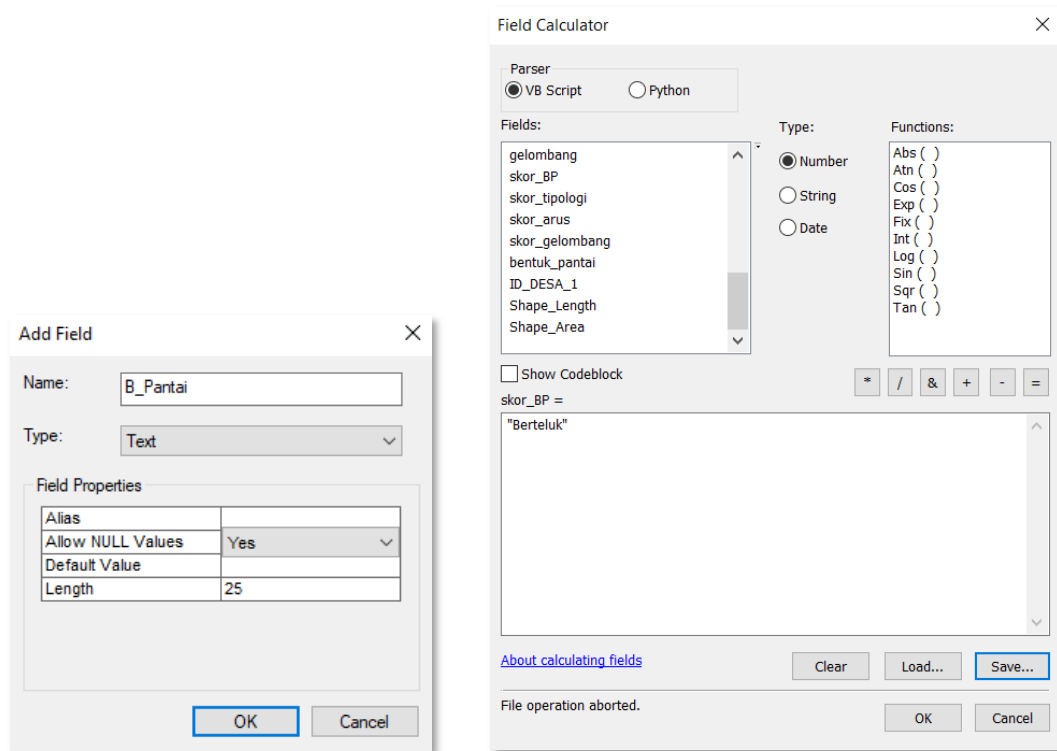


- ✓ Tambahkan kolom (*field*) baru melalui **Add field** pada atribut data *layer Area_GEA*, kemudian beri nama "**B_Pantai**", dan pilih tipe *field Text*, dengan mengisi length pada field properties sebesar 25.
- ✓ Isi nilai pada *field B_Pantai* yang telah dibuat menggunakan **Field Calculator**, berdasarkan data bentuk garis pantai yang tersedia untuk setiap desa. Untuk mempercepat proses pengisian data tipologi pantai, dapat digunakan **Select by Attribute** pada tabel atribut *layer Area_GEA* untuk menyeleksi nama-nama desa yang

ANALISIS BAHAYA

memiliki bentuk garis pantai yang sama, kemudian dapat diisi bentuk garis pantai keseluruhan desa yang terseleksi menggunakan **Field Calculator**.

Gambar 2-14:
Membuat *field*
dan mengisi nilai
field
menggunakan
Field Calculator



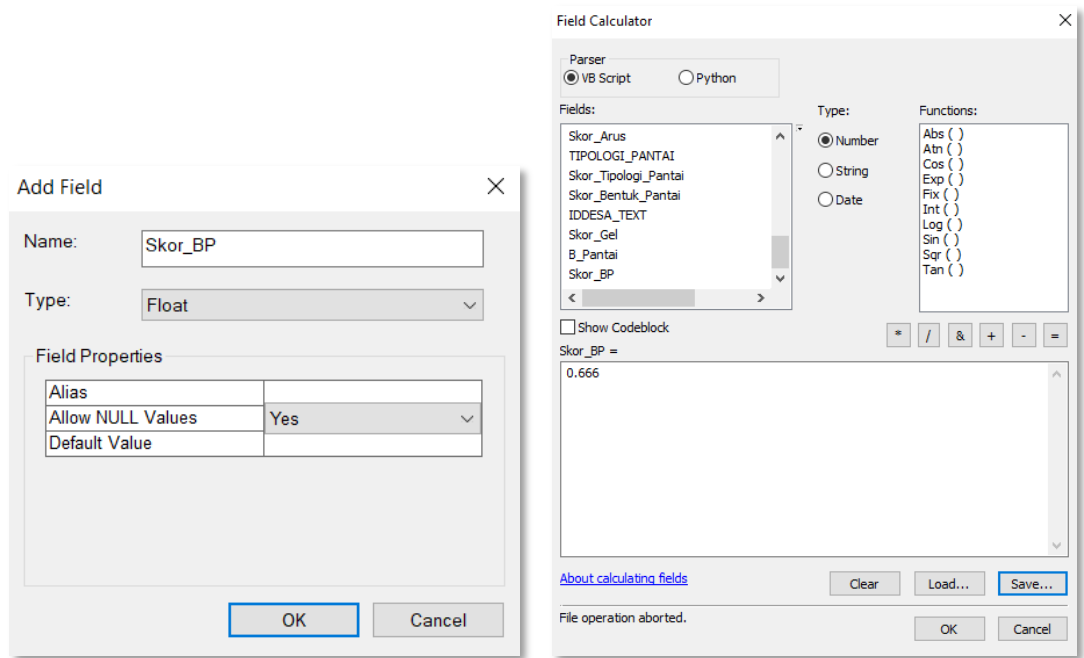
Tahapan selanjutnya adalah memberi skor data bentuk garis pantai berdasarkan pembagian kelas bentuk garis pantai yang dapat dilihat pada tabel 2-2.

Tahapan prosesnya adalah sebagai berikut:

- ✓ Tambahkan kolom (*field*) baru melalui **Add field** pada atribut data *layer Area_GEA*, kemudian beri nama "*Skor_BP*", dan pilih tipe *field Float* agar dapat dimasukkan nilai dengan bilangan desimal.
- ✓ Isi nilai pada *field Skor_BP* yang telah dibuat menggunakan **Field Calculator**, berdasarkan tabel 2-2. Untuk mempercepat proses pengisian nilai skor, dapat digunakan **Select by Attribute** pada tabel atribut *layer Area_GEA* untuk menyeleksi keseluruhan kelas klasifikasi yang memiliki nama bentuk garis pantai dalam kelas yang sama, kemudian dapat diisi nilai skor keseluruhan kelas klasifikasi yang terseleksi menggunakan **Field Calculator**.

ANALISIS BAHAYA

Gambar 2-15:
Membuat *field*
dan mengisi nilai
field
menggunakan
Field Calculator



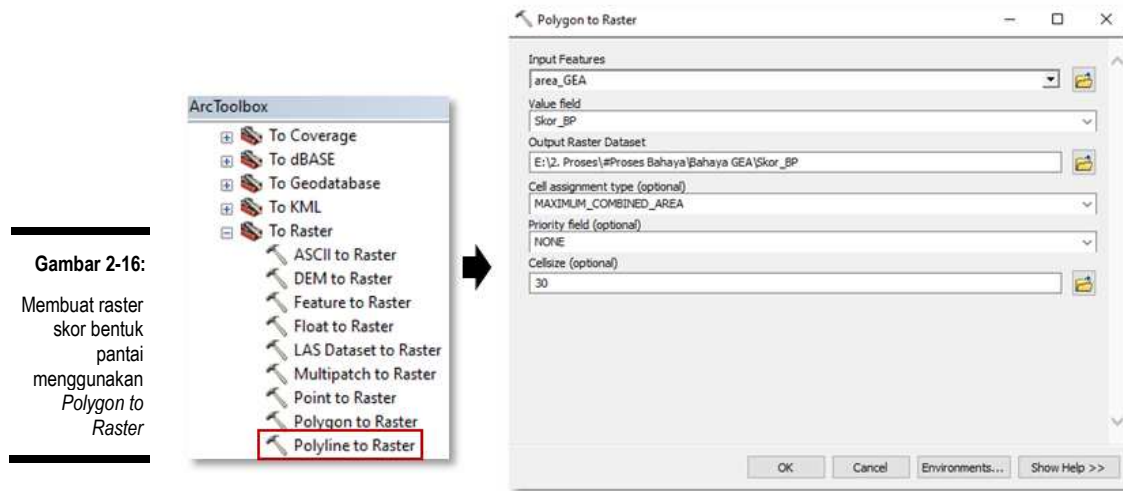
Tahapan selanjutnya adalah mengkonversi data *layer* bentuk garis pantai yang berupa data berbentuk vector (polygon) menjadi data raster.

- ✓ Gunakan *toolbox Polygon to Raster* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data **Area_GEA** yang telah diisi atribut skor tipologi pantai dijadikan sebagai data masukan.
- ✓ Pilih **Skor_BP** sebagai **Value field**
- ✓ Tentukan **Cellsize** berdasarkan ukuran grid/piksel dari data **DEM** yaitu 30 (tambahkan data DEM sebagai input tambahan). Simpan sebagai data **Skor_BP**



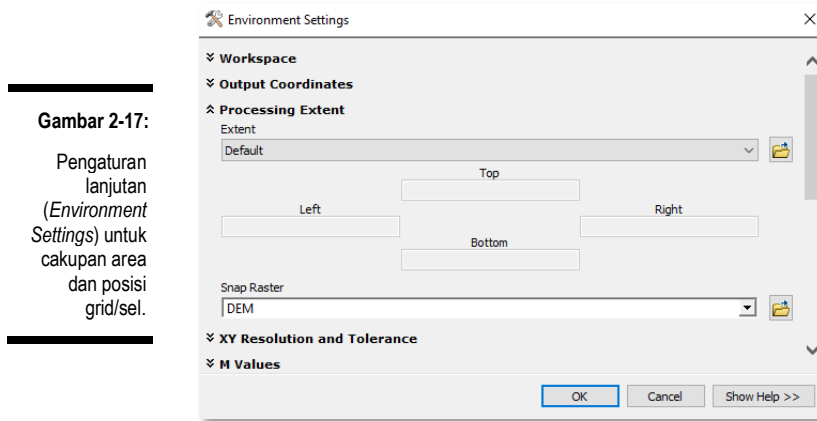
Agar diperoleh hasil keluaran data raster **Skor_BP** yang sesuai dengan cakupan area (*extent*) dan posisi setiap grid/piksel dari data **DEM**, maka sebaiknya dilakukan pengaturan lanjutan melalui tombol **Environments**. Pengaturan dilakukan pada **Processing Extent**, kemudian pada pilihan **Snap Raster** dipilih *layer DEM*. Cara ini dilakukan untuk menghindari terjadinya perbedaan cakupan area dan posisi grid/piksel setiap parameter sehingga dapat menyebabkan terjadinya pengurangan jumlah grid/piksel di wilayah tepi pada data keluaran saat dilakukan analisis lanjutan dengan menggunakan banyak *layer*.

ANALISIS BAHAYA



Gambar 2-16:

Membuat raster skor bentuk pantai menggunakan *Polygon to Raster*



Gambar 2-17:

Pengaturan lanjutan (*Environment Settings*) untuk cakupan area dan posisi grid/sel.

2.1.5. Input Data Tipologi Pantai

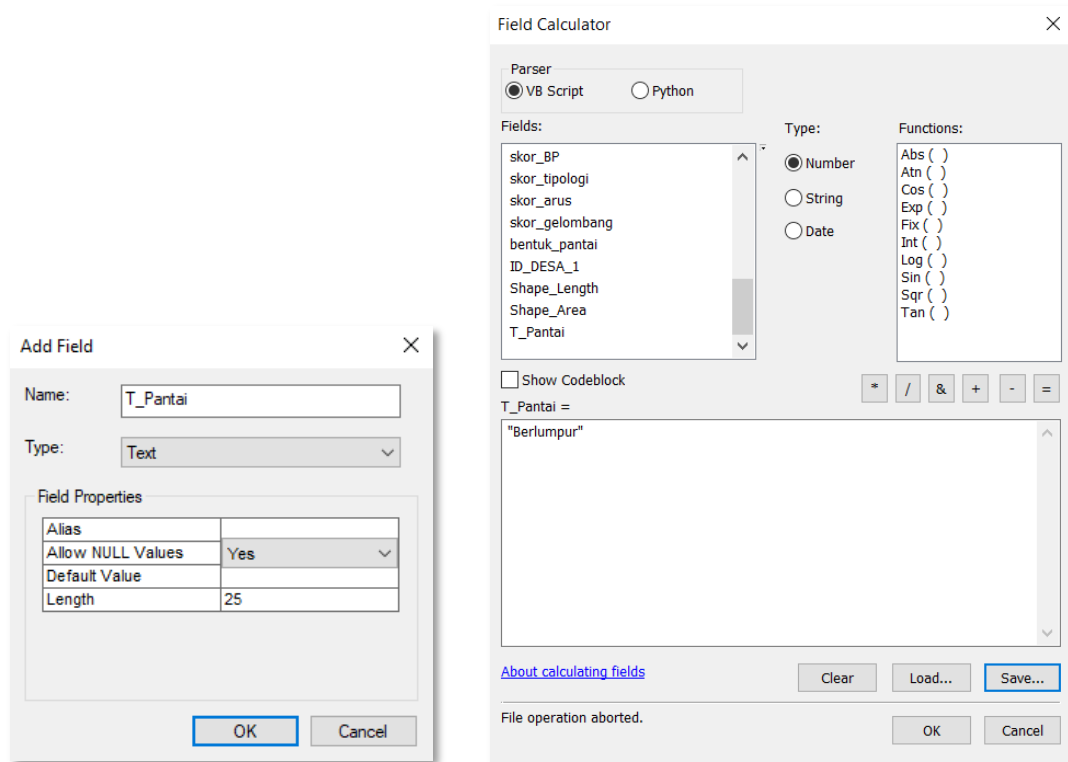
Data tipologi pantai yang berupa jenis sedimen pantai menentukan daya tahan sedimen terhadap faktor-faktor penyebab pergerakan sedimen di pesisir. Data tipologi pantai yang telah disiapkan diinputkan ke dalam tabel atribut area GEA.

Tahapan proses analisisnya adalah sebagai berikut:

- ✓ Tambahkan kolom (*field*) baru melalui **Add field** pada atribut data *layer Area_GEA*, kemudian beri nama "*T_Pantai*", dan pilih tipe *field Text*, dengan mengisi length pada field properties sebesar 25.
- ✓ Isi nilai pada *field T_Pantai* yang telah dibuat menggunakan **Field Calculator**, berdasarkan data tipologi pantai yang tersedia untuk setiap desa. Untuk mempercepat proses pengisian data tipologi pantai, dapat digunakan **Select by Attribute** pada tabel atribut *layer Area_GEA* untuk menyeleksi nama-nama desa yang memiliki tipologi pantai yang sama, kemudian dapat diisi bentuk garis pantai keseluruhan desa yang terseleksi menggunakan **Field Calculator**.

ANALISIS BAHAYA

Gambar 2-18:
Membuat *field*
dan mengisi nilai
field
menggunakan
Field Calculator



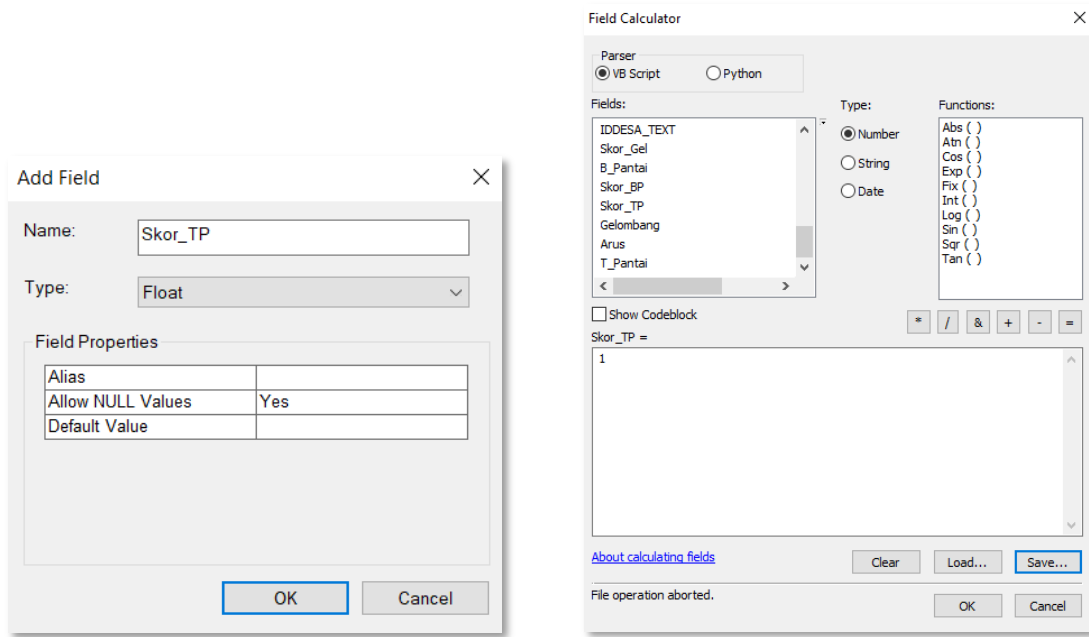
Tahapan selanjutnya adalah memberi skor data tipologi pantai berdasarkan pembagian kelas tipologi pantai yang dapat dilihat pada tabel 2-2.

Tahapan prosesnya adalah sebagai berikut:

- ✓ Tambahkan kolom (*field*) baru melalui **Add field** pada atribut data *layer* **GEA_TP**, kemudian beri nama "*Skor_TP*", dan pilih tipe *field* **Float** agar dapat dimasukkan nilai dengan bilangan desimal.
- ✓ Isi nilai pada *field* **Skor_TP** yang telah dibuat menggunakan **Field Calculator**, berdasarkan tabel 2-2. Untuk mempercepat proses pengisian nilai skor, dapat digunakan **Select by Attribute** pada tabel atribut *layer* **GEA_TP** untuk menyeleksi keseluruhan kelas klasifikasi yang memiliki nama tipologi pantai dalam kelas yang sama, kemudian dapat diisi nilai skor keseluruhan kelas klasifikasi yang terseleksi menggunakan **Field Calculator**.

ANALISIS BAHAYA

Gambar 2-19:
Membuat *field*
dan mengisi nilai
field
menggunakan
Field Calculator



Tahapan selanjutnya adalah mengkonversi data *layer* tipologi pantai yang berupa data berbentuk vector (polygon) menjadi data raster.

- ✓ Gunakan *toolbox Polygon to Raster* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data **Area_GEA** yang telah diisi atribut skor tipologi pantai dijadikan sebagai data masukan.
- ✓ Pilih **Skor_TP** sebagai **Value field**
- ✓ Tentukan **Cellsize** berdasarkan ukuran grid/piksel dari data **DEM** yaitu 30 (tambahkan data DEM sebagai input tambahan). Simpan sebagai data **Skor_TP**

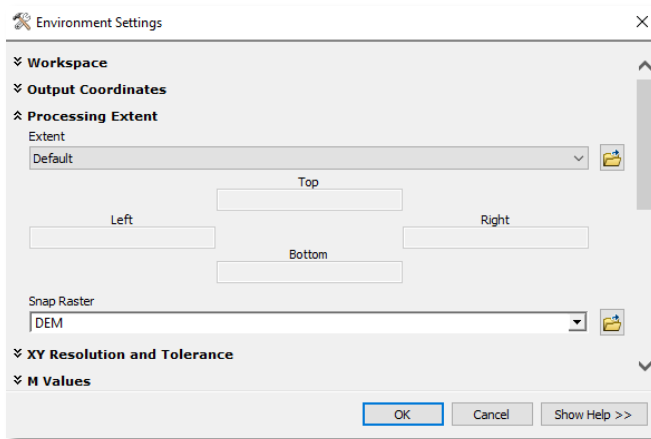
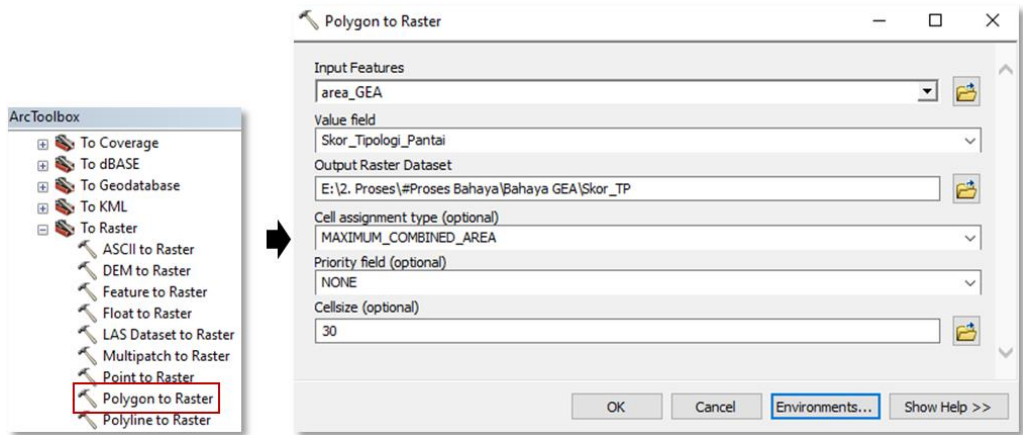


Agar diperoleh hasil keluaran data raster **Skor_TP** yang sesuai dengan cakupan area (*extent*) dan posisi setiap grid/piksel dari data **DEM**, maka sebaiknya dilakukan pengaturan lanjutan melalui tombol **Environments**. Pengaturan dilakukan pada **Processing Extent**, kemudian pada pilihan **Snap Raster** dipilih *layer DEM*. Cara ini dilakukan untuk menghindari terjadinya perbedaan cakupan area dan posisi grid/piksel setiap parameter sehingga dapat menyebabkan terjadinya pengurangan jumlah grid/piksel di wilayah tepi pada data keluaran saat dilakukan analisis lanjutan dengan menggunakan banyak *layer*.

Gambar 2-20:
Membuat raster
skor tipologi
pantai

ANALISIS BAHAYA

menggunakan
*Polygon to
Raster*



Gambar 2-21:

Pengaturan lanjutan (*Environment Settings*) untuk cakupan area dan posisi grid/sel.

2.1.6. Pembuatan

Klasifikasi Penutup Lahan

Data *layer Penutup_Lahan* yang telah disiapkan, dianalisis untuk menghasilkan data Klasifikasi Penutup Lahan. Dalam pembuatan Klasifikasi Penutup lahan untuk GEA dibagi menjadi 3 kelas jenis Lahan dengan skor dan bobot tersendiri lihat tabel 2-3 (Perka BNPB no 2 tahun 2012)

Tabel 2-3

Klasifikasi Jenis Penutup Lahan

Sumber: Dimodifikasi dari Perka BNPB No 2 Tahun 2012

Parameter	SKOR		
	0.333	0.666	1
Jenis Lahan	Hutan	Kebun/Perkebunan	Tegalan/Ladang, Semak Belukar, Padang Rumput Kering, Pemukiman, Badan Air

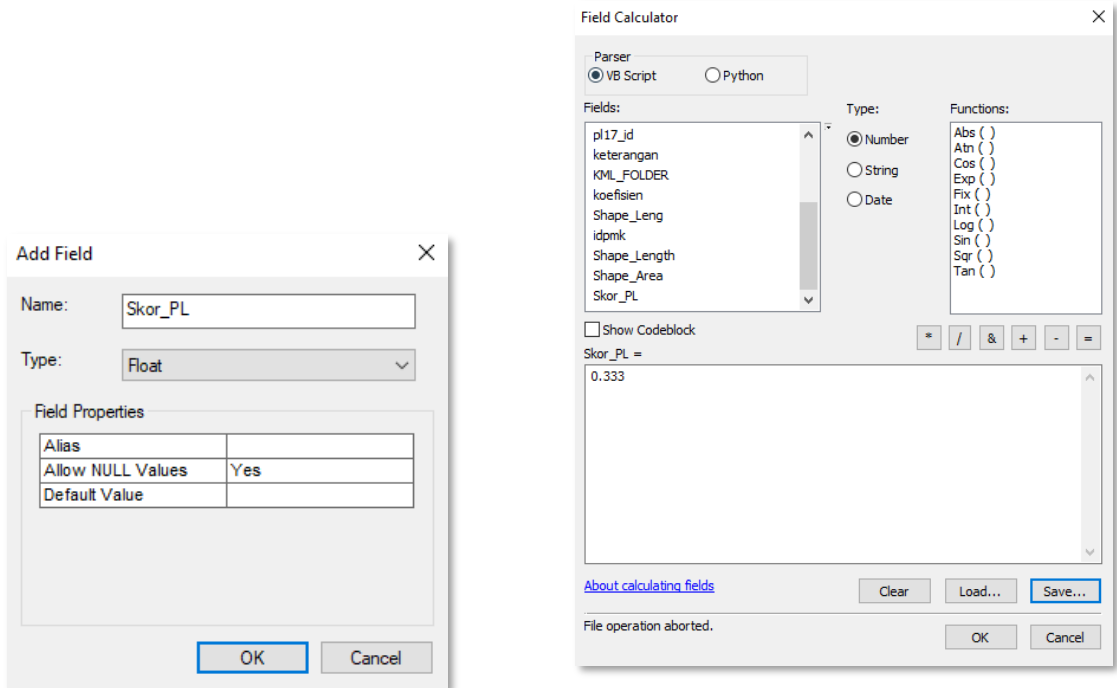
Tahapan proses analisisnya adalah sebagai berikut:



ANALISIS BAHAYA

- ✓ Tambahkan kolom (*field*) baru melalui **Add field** pada atribut data *layer* **Penutup_Lahan**, kemudian beri nama “*Skor_PL*”, dan pilih tipe *field* **Float** agar dapat dimasukkan nilai dengan bilangan desimal.
- ✓ Isi nilai pada *field* **Skor_PL** yang telah dibuat menggunakan **Field Calculator**, berdasarkan **Tabel 2-3**. Untuk mempercepat proses pengisian nilai skor, dapat digunakan **Select by Attribute** pada tabel atribut *layer* **Penutup_Lahan** untuk menyeleksi keseluruhan kelas klasifikasi yang memiliki jenis lahan yang sama, kemudian dapat diisi nilai skor keseluruhan kelas klasifikasi yang terseleksi menggunakan **Field Calculator**.

Gambar 2-22:
Membuat *field*
dan mengisi nilai
field
menggunakan
Field Calculator

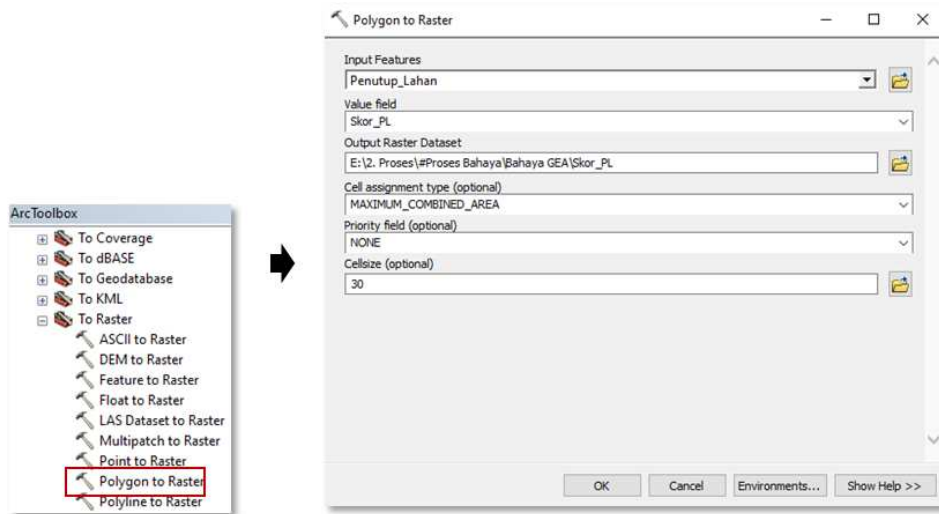


Tahapan selanjutnya adalah mengkonversi data *layer* tutupan/penggunaan lahan yang berupa data berbentuk vector (polygon) menjadi data raster.

- ✓ Gunakan *toolbox* **Polygon to Raster** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data **Penutup_Lahan** yang telah diisi atribut nilai skor dijadikan sebagai data masukan.
- ✓ Pilih **Skor_PL** sebagai **Value field**
- ✓ Tentukan **Cellsize** berdasarkan ukuran grid/piksel dari data **DEM** yaitu 30 (tambahkan data DEM sebagai input tambahan). Simpan sebagai data **Skor_PL**

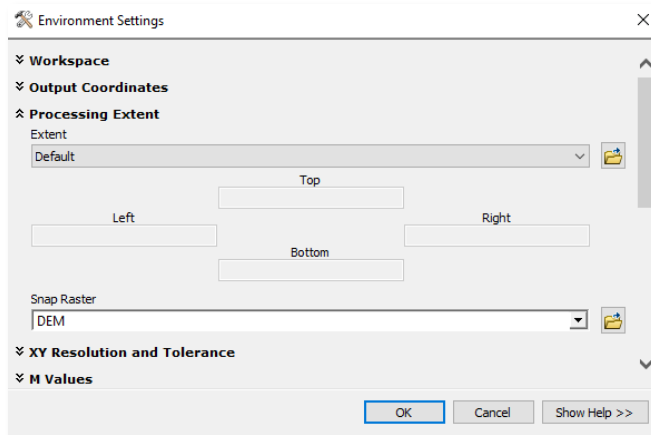
Agar diperoleh hasil keluaran data raster **Skor_PL** yang sesuai dengan cakupan area (*extent*) dan posisi setiap grid/piksel dari data **DEM**, maka sebaiknya dilakukan pengaturan lanjutan melalui tombol **Environments**. Pengaturan dilakukan pada **Processing Extent**, kemudian pada pilihan **Snap Raster** dipilih *layer* **DEM**. Cara ini dilakukan untuk menghindari terjadinya perbedaan cakupan area dan posisi grid/piksel setiap parameter sehingga dapat menyebabkan terjadinya pengurangan jumlah grid/piksel di wilayah tepi pada data keluaran saat dilakukan analisis lanjutan dengan menggunakan banyak *layer*.

ANALISIS BAHAYA



Gambar 2-23:

Membuat raster Skor Lahan menggunakan *Polygon to Raster*



Gambar 2-24:

Pengaturan lanjutan (*Environment Settings*) untuk cakupan area dan posisi grid/sel.

2.1.7. Indeks Bahaya

Sebagaimana penjelasan diawal bahwa ukuran bahaya Gelombang Ekstrim dan Abrasi adalah hasil overlay dari kelima parameter di atas. Klasifikasi untuk kelas bahaya berdasarkan Perka BNPB 2/2012 adalah sebagai berikut:

- Bahaya Rendah $\sim \leq 1$
- Bahaya Sedang $\sim 1 \leq 3$
- Bahaya Tinggi $\sim > 3$

Tahapan Overlay untuk kelima parameter sebagai berikut:

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data raster dari **Skor_Gel**, **Skor_Arus**, **Skor_BP**, **Skor_TP**, dan **Skor_PL** yang telah dihasilkan sebelumnya dijadikan sebagai data masukan.
- ✓ Masukkan/tuliskan syntax rumus sebagai pada raster calculator sebagai berikut :

ANALISIS BAHAYA

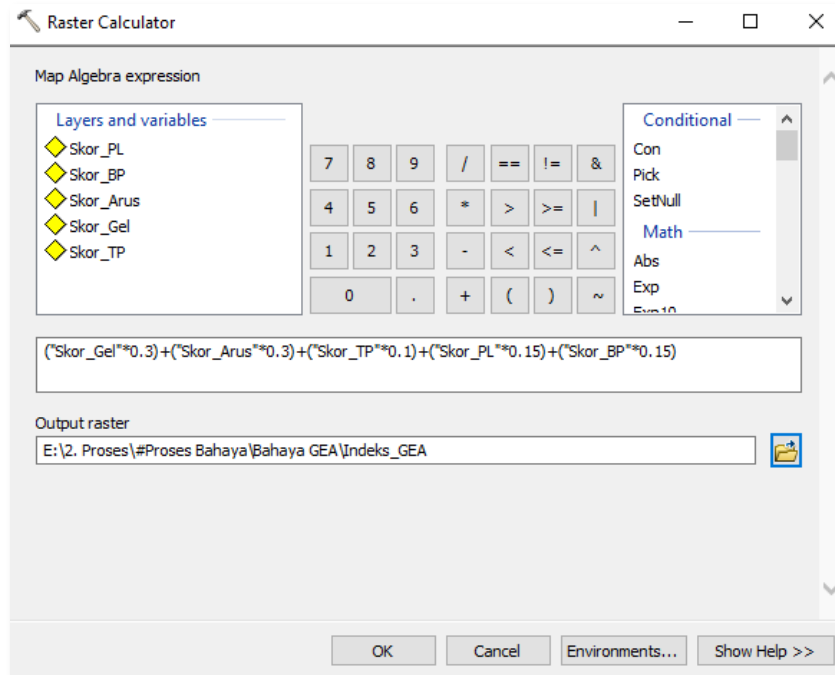
$$("Skor_Gel"*0.3)+("Skor_Arus"*0.3)+("Skor_TP"*0.1)+("Skor_PL"*0.15)+("Skor_BP"*0.15)$$

Parameter tersebut dikalikan dengan bobot per parameter. Adapun bobot per parameter lihat di **tabel 2-2**.

- ✓ Simpan dengan output bernama **Indeks_bahaya_GEA**

Gambar 2-25:

Menghitung indeks bahaya GEA menggunakan tool *Raster Calculator*



2.3. Pengkajian Bahaya

Kajian bahaya dilakukan untuk memperoleh kesimpulan dari hasil analisis indeks bahaya (H) berupa kelas bahaya. Kelas bahaya diklasifikasi berdasarkan pengelompokan nilai indeks bahaya sebagai berikut:



- **Rendah** ($H \leq 0.333$)
- **Sedang** ($0.333 < H \leq 0.666$)
- **Tinggi** ($H > 0.666$)

2.3.1. Klasifikasi Kelas Bahaya

Tahapan proses pengkelasan data indeks bahaya GEA adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*

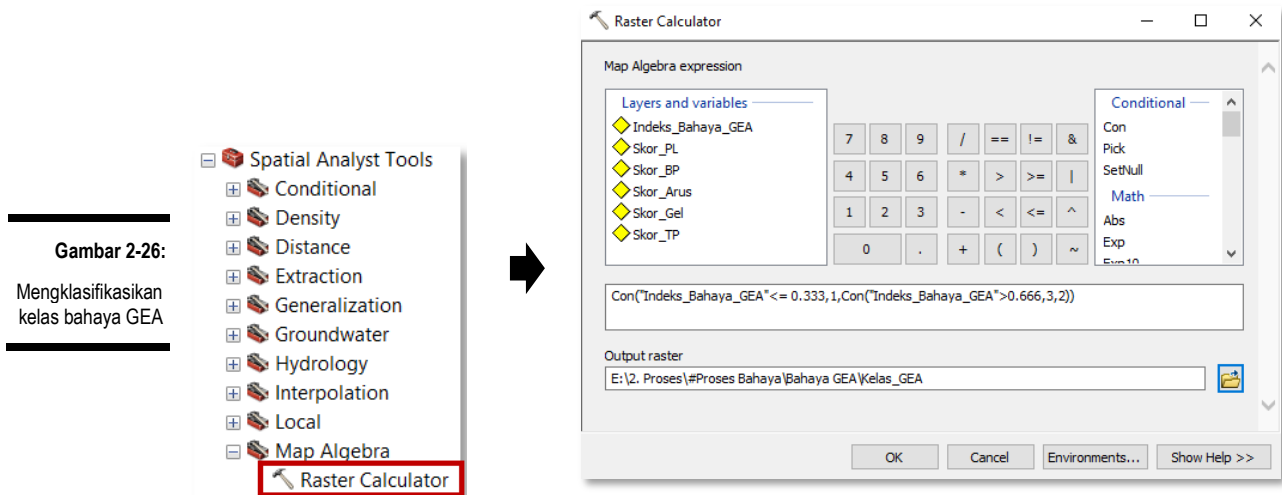
ANALISIS BAHAYA

- ✓ Data **Indeks_Bahaya_GEA** yang telah dihasilkan sebelumnya digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

Con("Indeks_Bahaya_GEA" <= 0.333, 1, Con("Indeks_Bahaya_GEA" > 0.666, 3, 2))

pada kolom isian yang tersedia.

Sintak tersebut merupakan formula fungsi kondisional dengan aturan perhitungan batas rentang nilai untuk menghasilkan nilai masing-masing kelas bahaya. Nilai **1** adalah kelas bahaya rendah, nilai **2** adalah kelas bahaya sedang, dan nilai **3** adalah kelas bahaya tinggi.



2.3.2. Luas Kelas Bahaya

Tahapan proses perhitungan luas kelas bahaya GEA adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan *toolbox* **Tabulate Area** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data **Batas_Administrasi_Desa** digunakan sebagai data masukan awal, dengan pilihan **Zone field** menggunakan **IDDESA_TEXT**



Perlu diingat bahwa *field* **IDDESA_TEXT** yang digunakan tersebut merupakan *field* dengan tipe *String* (*field* yang bisa diinputkan harus bertipe *string* atau *integer*)

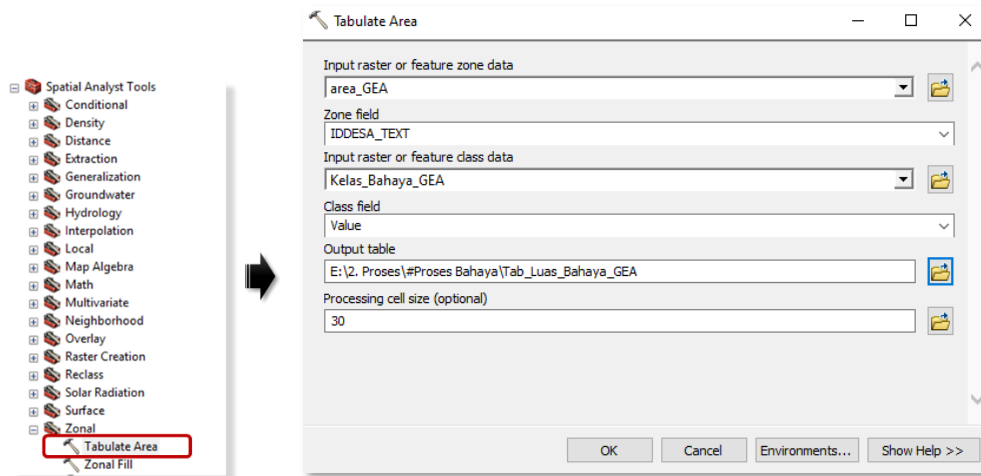
- ✓ Data **Kelas_Bahaya_GEA** yang telah dihasilkan sebelumnya digunakan sebagai data masukan selanjutnya, dengan pilihan **Class field** secara otomatis adalah **Value**.

Nilai masukan pada **Processing cell size** secara otomatis akan mengikuti data **Kelas_Bahaya_GEA**



Perlu diingat bahwa perhitungan luas menggunakan **Tabulate Area** menghasilkan luas dengan unit satuan **meter persegi (m²)**, sehingga untuk proses selanjutnya perlu dilakukan **konversi luas dari m² ke hektar (Ha)**.

ANALISIS BAHAYA



Rowid	IDDESA_TEXT	VALUE_2	VALUE_3
1	5318060017	1136700	0
2	5318060016	322200	0
3	5318060023	3600	0
4	5318060020	852300	41400
5	5318060018	1504800	0
6	5318060022	369000	852300
7	5318060021	529200	1800
8	5318070003	2566800	0
9	5318070001	1170900	0
10	5318070005	1487700	0
11	5318010005	574200	0
12	5318020005	162900	0
13	5318020001	324000	0
14	5318030007	2700	0
15	5318030008	87300	0
16	5318030003	1467000	0
17	5318010003	160200	0
18	5318010006	413100	0
19	5318010007	321300	0
20	5318010019	423000	0

Gambar 2-28:

Contoh tampilan table atribut hasil perhitungan luas kelas bahaya GEA

Keterangan:

- **VALUE_1** adalah kelas bahaya **RENDAH**
- **VALUE_2** adalah kelas bahaya **SEDANG**
- **VALUE_3** adalah kelas bahaya **TINGGI**

(Pada kasus ini, daerah Nagekeo tidak memiliki daerah pesisir dengan kelas bahaya rendah / VALUE_1)

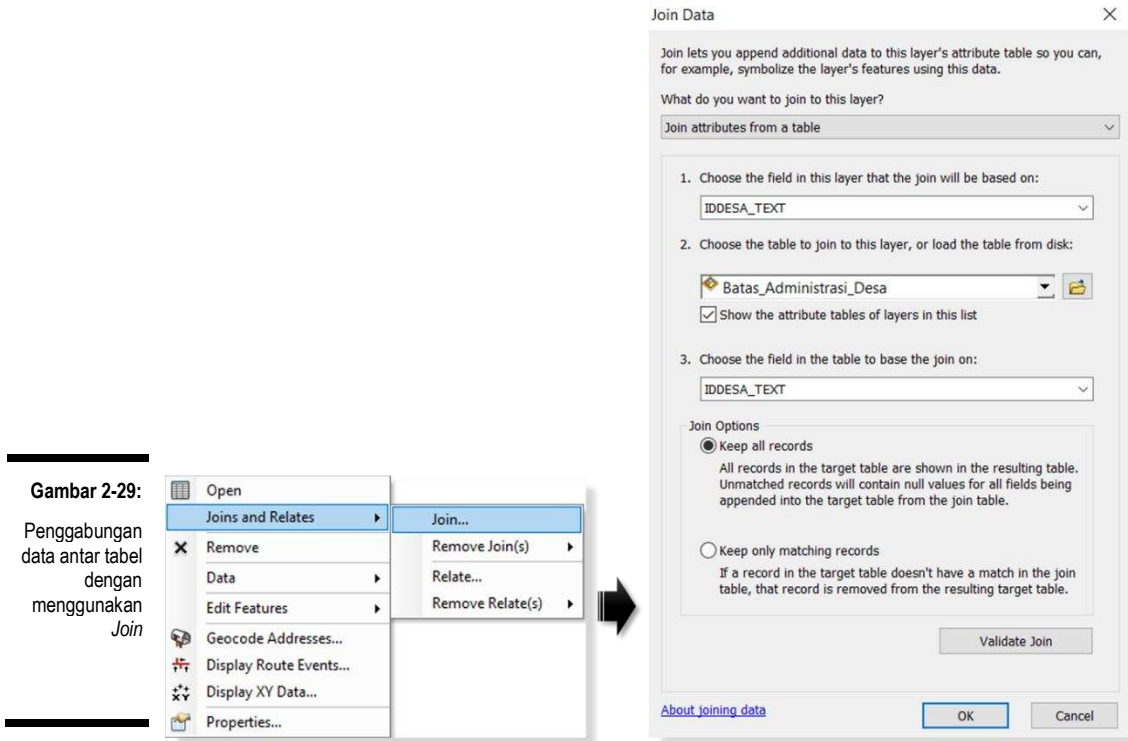
Agar dapat diketahui nama wilayah (desa/kelurahan – provinsi) dari hasil analisis perhitungan luas kelas bahaya GEA, maka tahapan proses selanjutnya adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan fasilitas **Join** pada *layer* atau pada opsi di dalam atribut tabel **Tab_Luas_Bahaya_GEA**
- ✓ Pilih *field* **IDDESA_TEXT** sebagai *field* penghubung (*primary key*) dari data **Tab_Luas_Bahaya_GEA**
- ✓ Pilih *layer* **Batas_Administrasi_Desa** sebagai data tabel yang akan digabungkan atributnya

ANALISIS BAHAYA

- ✓ Pilih *field* **IDDESA_TEXT** sebagai *field* penghubung (*primary key*) dari data **Batas_Administrasi_Desa**

Perlu diingat bahwa *field* **IDDESA_TEXT** yang digunakan tersebut merupakan *field* dengan tipe *String* (*field* yang bisa diinputkan harus bertipe *string* atau *integer*)

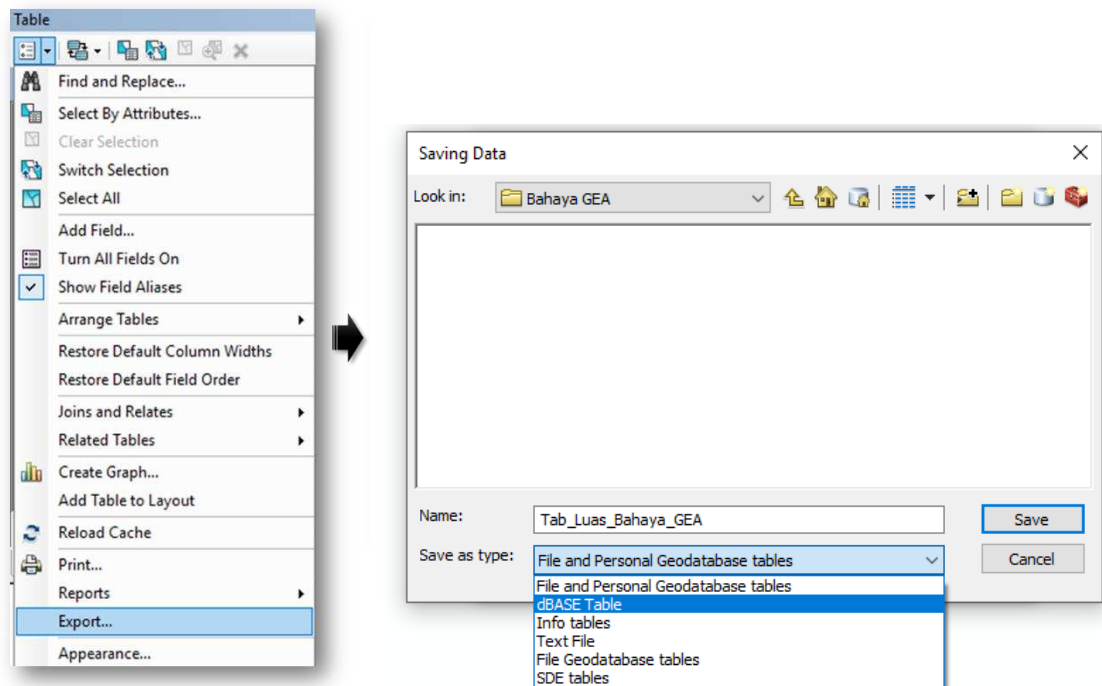


- ✓ Ekspor dan simpan hasil *join* tersebut melalui pilihan opsi tabel atribut *layer* **Tab_Luas_Bahaya_GEA** menjadi data baru dengan tipe **dBase table** (*dbf*) atau **Text file** (*txt*)

Gambar 2-30:

Ekspor tabel menjadi data baru dengan tipe file yang berbeda

ANALISIS BAHAYA



- ✓ Buka file **Tab_Luas_Bahaya_GEA.dbf** melalui *software* **MS Excel**
- ✓ Rapikan masing-masing kolom tabel jika diperlukan, atau ganti judul kolom jika diperlukan (sesuai kebutuhan), khususnya pada kolom VALUE_1, VALUE_2, dan VALUE_3 secara berturut-turut diganti menjadi RENDAH, SEDANG, dan TINGGI.
- ✓ Konversi nilai pada masing-masing kolom VALUE_1, VALUE_2, dan VALUE_3 dari m² ke Ha menggunakan formula dengan sintak **=Cell/10000**.
- ✓ Buat kolom dengan judul **TOTAL LUAS** pada bagian akhir kolom tabel. Isikan pada setiap baris formula penjumlahan dengan sintak **=SUM(CelIIRENDAH:CellITINGGI)** atau **=CellIRENDAH+CellISEDANG+CellITINGGI**

2.3.3. Kesimpulan Kelas Bahaya Administratif

Penentuan kesimpulan pada setiap level administrasi daerah dilakukan berdasarkan pendekatan skenario terburuk atau berdasarkan kelas maksimum bahaya.

ANALISIS BAHAYA



- ✓ Buat kolom dengan judul **KELAS** pada bagian akhir kolom tabel
- ✓ Isikan pada setiap baris formula untuk mendapatkan kesimpulan kelas bahaya ditingkat desa/kelurahan dengan sintak **=IF(MAX(CellIRENDAH:CellITINGGI)= CellIRENDAH,1, IF(MAX(CellIRENDAH:CellITINGGI)=CellISEDANG,2,3))**
- ✓ Buat **Pivot Table** pada *sheet* baru dan lakukan perekapan **KELAS** pada level kecamatan. Gunakan **Max** pada **Summarize value field by** untuk menghasilkan rekapan nilai kelas pada level kecamatan (juga pada kabupaten/kota).
- ✓ **Copy** semua hasil tabel dari proses **Pivot**, kemudian **Paste** pada *sheet* yang baru.
- ✓ Rapikan masing-masing kolom tabel baru tersebut jika diperlukan, atau ganti judul kolom jika diperlukan (sesuai kebutuhan)

2.4. Penyajian Hasil Kajian Bahaya

2.4.1. Penyajian Peta Bahaya

Penyajian (*layout*) peta bahaya GEA mengacu pada standar yang telah ditetapkan pada Perka BNPB 2/2012.

ANALISIS BAHAYA



2.4.2. Penyajian Tabel Kajian Bahaya

Tabel hasil kajian bahaya level desa/kelurahan menjadi lampiran Album Peta KRB dan disajikan sebagai berikut:

DESA	KECAMATAN	JENIS BAHAYA	BAHAYA				
			LUAS BAHAYA (HA)			TOTAL LUAS	KELAS
			RENDAH	SEDANG	TINGGI		
HILIHORU	AMANDRAYA	GELOMBANG EKSTREM DAN ABRASI	65	-	23	89	RENDAH
HILIMBULAWA	AMANDRAYA	GELOMBANG EKSTREM DAN ABRASI	50	-	10	61	RENDAH
HILISALO'O	AMANDRAYA	GELOMBANG EKSTREM DAN ABRASI	63	-	2	64	RENDAH
LOLOMOYO	AMANDRAYA	GELOMBANG EKSTREM DAN ABRASI	54	-	25	79	RENDAH
LOLOZARIA	AMANDRAYA	GELOMBANG EKSTREM DAN ABRASI	74	-	7	81	RENDAH
BAWONAHONO	FANAYAMA	GELOMBANG EKSTREM DAN ABRASI	-	5	18	23	TINGGI
HILIOFONALUO	FANAYAMA	GELOMBANG EKSTREM DAN ABRASI	13	124	21	159	SEDANG
HILIZIHONO	FANAYAMA	GELOMBANG EKSTREM DAN ABRASI	15	-	3	19	RENDAH
SILIWULAWA	FANAYAMA	GELOMBANG EKSTREM DAN ABRASI	13	131	42	186	SEDANG
BARUYU SIBOHOU	HIBALA	GELOMBANG EKSTREM DAN ABRASI	-	-	10	10	TINGGI
BOWONIFAOSO	HIBALA	GELOMBANG EKSTREM DAN ABRASI	-	-	23	23	TINGGI

Tabel hasil kajian bahaya level kecamatan menjadi bagian dari dokumen KRB dan disajikan sebagai berikut:

ANALISIS BAHAYA

No	Kecamatan	Bahaya				
		Luas Bahaya (ha)			Total Luas (ha)	Kelas
		Rendah	Sedang	Tinggi		
1	Aesesa	-	406,18	28,86	435,05	Tinggi
2	Wolowae	-	372,62	-	372,62	Sedang
3	Keo Tengah	-	366,04	-	366,04	Sedang
4	Mauponggo	-	311,44	-	311,44	Sedang
5	Nangaroro	68,98	199,32	-	268,30	Sedang
Kab. Nagekeo		68,98	1.655,60	28,86	1.753,45	Tinggi

Analisis Kerentanan

Kerentanan (*vulnerability*) merupakan suatu kondisi dari suatu komunitas atau masyarakat yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi bencana. Semakin “rentan” suatu kelompok masyarakat terhadap bencana, semakin besar kerugian yang dialami apabila terjadi bencana pada kelompok masyarakat tersebut.

3.1. Metode Analisis Kerentanan

Analisis kerentanan dilakukan secara spasial dengan menggabungkan semua komponen penyusun kerentanan, dimana masing-masing komponen kerentanan juga diperoleh dari hasil proses penggabungan dari beberapa parameter penyusun. Komponen penyusun kerentanan terdiri dari:

- Kerentanan Sosial
- Kerentanan Fisik
- Kerentanan Ekonomi
- Kerentanan Lingkungan



Metode yang digunakan dalam menggabungkan seluruh komponen kerentanan, maupun masing-masing parameter penyusun komponen kerentanan adalah dengan metode spasial MCDA (*Multi Criteria Decision Analysis*). MCDA adalah penggabungan beberapa kriteria

ANALISIS KERENTANAN

secara spasial berdasarkan nilai dari masing-masing kriteria (Malczewski 1999). Penggabungan beberapa kriteria dilakukan dengan proses tumpang-susun (*overlay*) secara operasi matematika berdasarkan nilai skor (*score*) dan bobot (*weight*) masing-masing komponen maupun parameter penyusun komponen mengacu pada Perka BNPB 2/2012. Persamaan umum yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

$$V = FM_{linear}((w.v_1) + (w.v_2) + \dots (w.v_n)) \quad (3.1)$$

dimana: V : Nilai indeks kerentanan atau komponen kerentanan
 v : Indeks komponen kerentanan atau parameter penyusun
 w : bobot masing-masing komponen kerentanan atau parameter penyusun
 FM_{linear} : Fungsi keanggotaan *fuzzy* tipe Linear (min = 0; maks = bobot tertinggi)
 n : banyaknya komponen kerentanan atau parameter penyusun

No.	Jenis Bahaya	Kerentanan Sosial	Kerentanan Fisik	Kerentanan Ekonomi	Kerentanan Lingkungan
1.	Gempabumi	40%	30%	30%	*
2.	GEA	40%	25%	25%	10%
3.	Banjir	40%	25%	25%	10%
4.	Banjir Bandang	40%	25%	25%	10%
5.	Tanah Longsor	40%	25%	25%	10%
6.	Letusan Gunungapi	40%	25%	25%	10%
7.	Cuaca Ekstrem	40%	30%	30%	*
8.	Gelombang Ekstrem & Abrasi	40%	25%	25%	10%
9.	Kebakaran Lahan & Hutan	*	*	40%	60%
10.	Kekeringan	50%	*	40%	10%

Keterangan: * Tidak diperhitungkan atau tidak memiliki pengaruh dalam analisis kerentanan

Data-data yang dapat digunakan dalam penyusunan peta kerentanan adalah berupa data spasial dan non-spasial yang terdiri dari:

No.	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber
1.	Batas Administrasi Desa/Kelurahan	GIS Vektor (Polygon)	BIG/Bappeda
2.	Tutupan/Penggunaan Lahan	GIS Vektor (Polygon)	BIG/KLHK/Bappeda/ Analisis Citra Satelit
3.	Sebaran Rumah/Permukiman	GIS Raster/Vektor (Polygon/Point)	BIG/ATR/Analisis Citra Satelit
4.	Sebaran Fasilitas Umum	GIS Vektor (Polygon/Point)	BIG/Bappeda/ Kemenpupera
5.	Sebaran Fasilitas Kritis	GIS Vektor (Polygon/Point)	BIG/Kemenhub/Kemenpupera/Bappeda
6.	Fungsi Kawasan	GIS Vektor (Polygon)	KLHK/BIG/Dinas Kehutanan

ANALISIS KERENTANAN

Kepadatan Penduduk

Pada umumnya, data spasial kepadatan penduduk diperoleh dari hasil pembagian antara jumlah penduduk dengan luas wilayah (administratif). Jumlah penduduk diperoleh dalam bentuk tabel statistik dan disajikan secara spasial mengacu pada batas unit administrasi suatu daerah atau dikenal sebagai metode pemetaan *choropleth*.



Untuk kebutuhan informasi detail khususnya dalam menganalisis jumlah penduduk terpapar di dalam daerah bahaya, cara tersebut di atas tidak relevan untuk dilakukan. Diperlukan pendekatan yang lebih rinci dan spesifik untuk menghasilkan distribusi spasial kepadatan penduduk yang dikenal sebagai metode pemetaan *dasymetric*. Pemetaan *dasymetric* merupakan salah satu metode pemetaan tematik berbasis wilayah yang menghasilkan informasi spasial lebih rinci (Khomarudin, 2010). Pemetaan *dasymetric* memiliki keunggulan dalam menghasilkan distribusi spasial populasi yang lebih realistis jika dibandingkan dengan pemetaan *choropleth*.

Webportal **InaRisk** melalui <http://inarisk.bnpb.go.id/> telah menyediakan data spasial kepadatan penduduk yang diberi nama **InaRiskPop**. InaRiskPop dibuat berdasarkan hasil analisis koreksi data penduduk WorldPop tahun 2015 dan jumlah penduduk hasil proyeksi. Data InaRiskPop memiliki resolusi spasial 100 m. Silahkan kunjungi **GIS Services** dari Inarisk.

Bagi daerah yang akan menganalisis kerentanan sosial tahun terbaru (t+1) harus melakukan pembaharuan data distribusi spasial kepadatan penduduk.



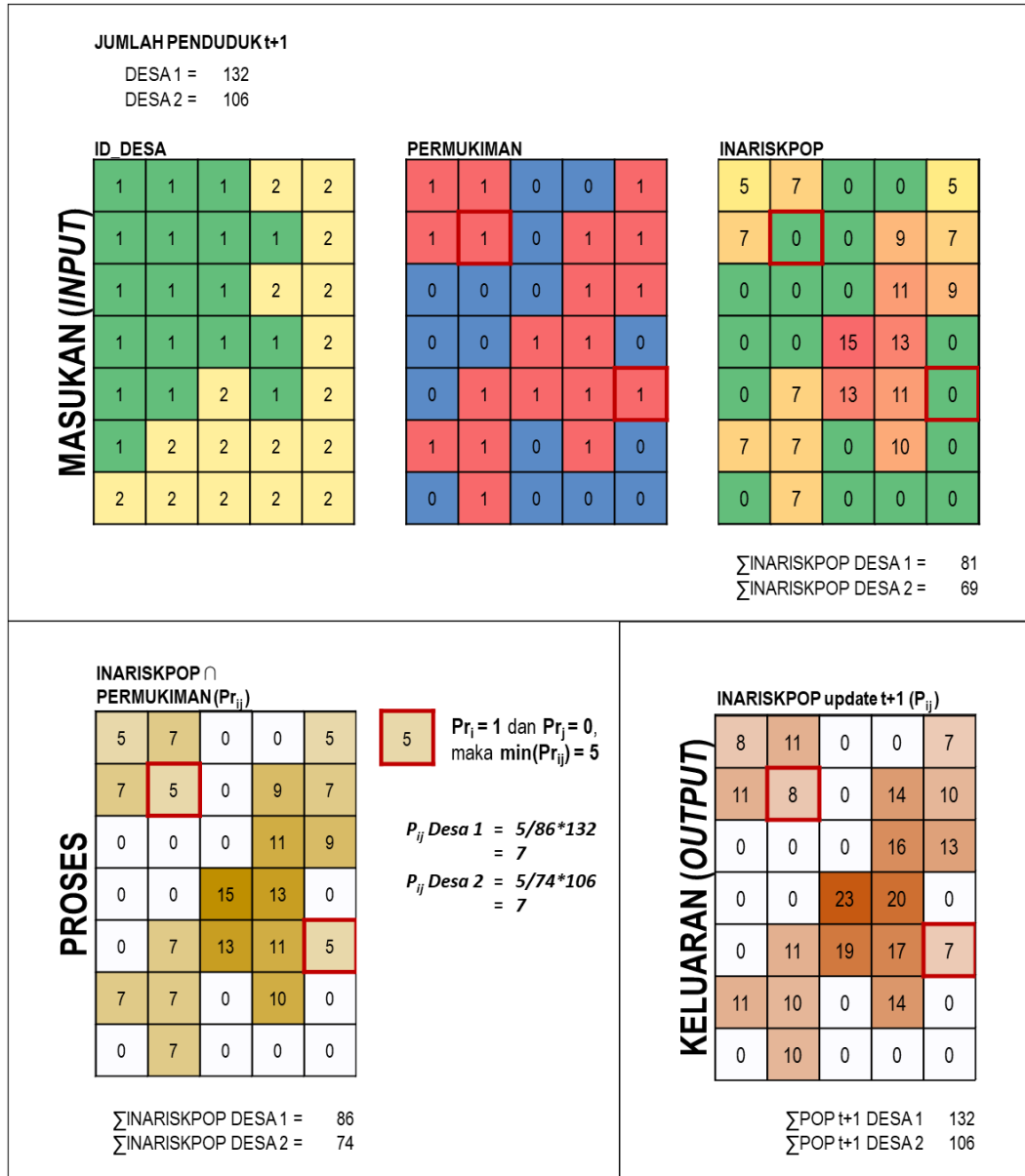
Pembaharuan data distribusi spasial kepadatan penduduk t+1 menggunakan data yang terdiri data spasial **Batas_Administrasi_Desa** (lengkap dengan atribut jumlah penduduk dan kelompok rentan tahun terbaru), data spasial sebaran **Permukiman**, data **InaRiskPop**.

Metode distribusi spasial kepadatan penduduk dapat dilakukan dengan cara **distribusi proporsional berdasarkan koreksi data InaRiskPop**. Metode ini merupakan pengembangan dari hasil penelitian Amri et al (2018) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P_{ij} = \frac{Pr_{ij}}{\sum_{i,j=1}^n Pr_{ij}} \cdot Xd_i \quad (3.2)$$

dimana, P_{ij} adalah jumlah penduduk pada grid/sel ke- i dan ke- j ; Pr_{ij} adalah jumlah penduduk data InariskPop pada grid/sel permukiman ke- i di unit administrasi desa ke- j (jika $Pr_i = 1$ dan $Pr_j = 0$, maka $Pr_{ij} = \min(Pr_{ij})$; Xd_i adalah jumlah penduduk di dalam unit administrasi desa/kelurahan ke- i . Nilai minimum Pr_{ij} merupakan nilai minimum pada grid/sel di dalam wilayah desa/kelurahan.

ANALISIS KERENTANAN



Gambar 3-33:
 Ilustrasi cara pembaharuan (updating) data InaRiskPop

Berdasarkan ilustrasi tersebut, tahapan proses analisisnya adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan *toolbox Polygon to Raster* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Batas_Administrasi_Desa* yang berupa *polygon* dijadikan sebagai data masukan.
- ✓ Pilih **OBJECTID** sebagai **Value field**
- ✓ Tentukan **Cellsize** berdasarkan ukuran grid/sel dari data **InariskPop** yaitu 100. Simpan sebagai data **ID_Desa100**.

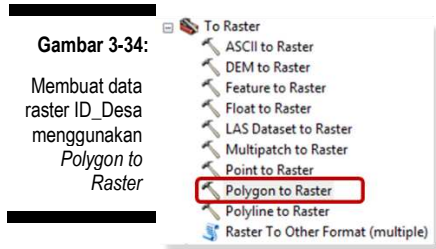


Agar diperoleh hasil keluaran data raster **ID_Desa100** yang sesuai dengan posisi setiap grid/sel dari data **InariskPop**, maka sebaiknya dilakukan pengaturan lanjutan melalui tombol **Environments**. Pengaturan dilakukan pada **Processing Extent**, kemudian pada pilihan **Snap Raster** dipilih *layer InariskPop* (sebagai contoh, lihat **Gambar 2-7**).

ANALISIS KERENTANAN

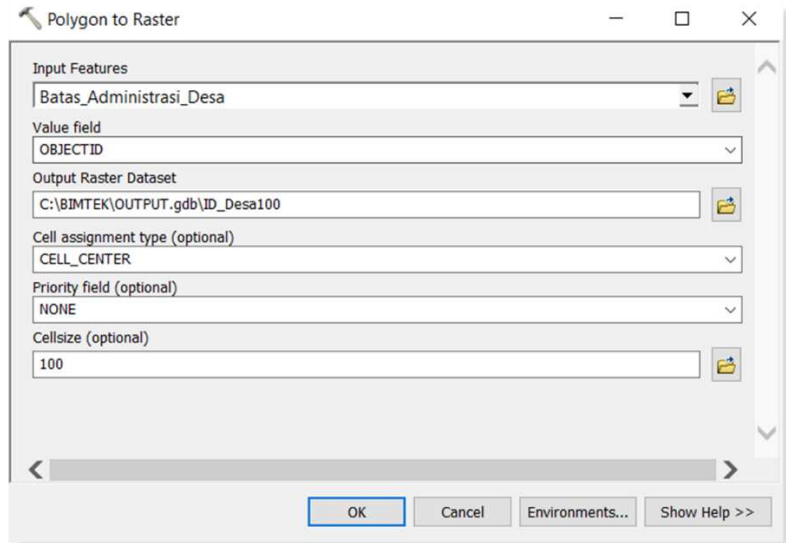


- ✓ Selanjutnya, jika data *layer* **Permukiman** sudah berupa data raster dengan ukuran grid/sel 100, maka analisis dapat dilanjutkan pada proses berikutnya. Namun, jika data *layer* **Permukiman** masih berupa data vektor (*polygon*), maka dilakukan proses yang sama seperti pada data *layer* **Batas Administrasi Desa** yaitu mengubah dari *polygon* ke raster (seperti **Gambar 3-3**). Pilihan **Value field** harus berdasarkan *field* yang bernilai **1** untuk **permukiman** dan **0** untuk **non-permukiman**.
- ✓ Ulangi lagi proses konversi *layer* **Batas Administrasi Desa** menjadi data raster (seperti **Gambar 3-3**), dengan pilihan *field* **PENDUDUK** untuk menghasilkan keluaran data raster **Penduduk_Desa100**.



Gambar 3-34:

Membuat data raster ID_Desa menggunakan *Polygon to Raster*



- ✓ Gunakan *toolbox* **Raster Calculator** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer* **ID_Desa100** dan **InaRiskPop** digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

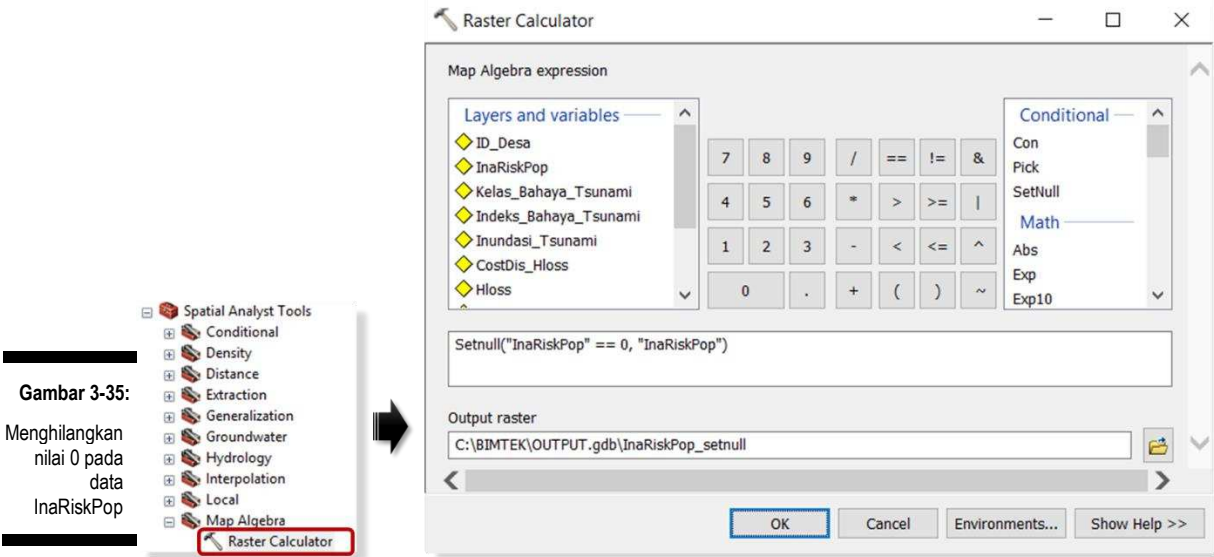
Setnull("InaRiskPop" == 0, "InaRiskPop")

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **InaRiskPop_setnull**.

Sintak tersebut digunakan untuk menghasilkan data keluaran berupa data **InaRiskPop** yang telah dihilangkan grid/sel bernilai 0.



ANALISIS KERENTANAN



Gambar 3-35:
Menghilangkan
nilai 0 pada
data
InaRiskPop

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer ID_Desa100*, *Permukiman100*, *InaRiskPop* dan *InaRiskPop_setnull* digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
Con(("Permukiman100" == 1) & ("InaRiskPop" == 0),  
ZonalStatistics("ID_Desa100", "Value", "InaRiskPop_setnull", "MINIMUM"),  
"InaRiskPop")
```

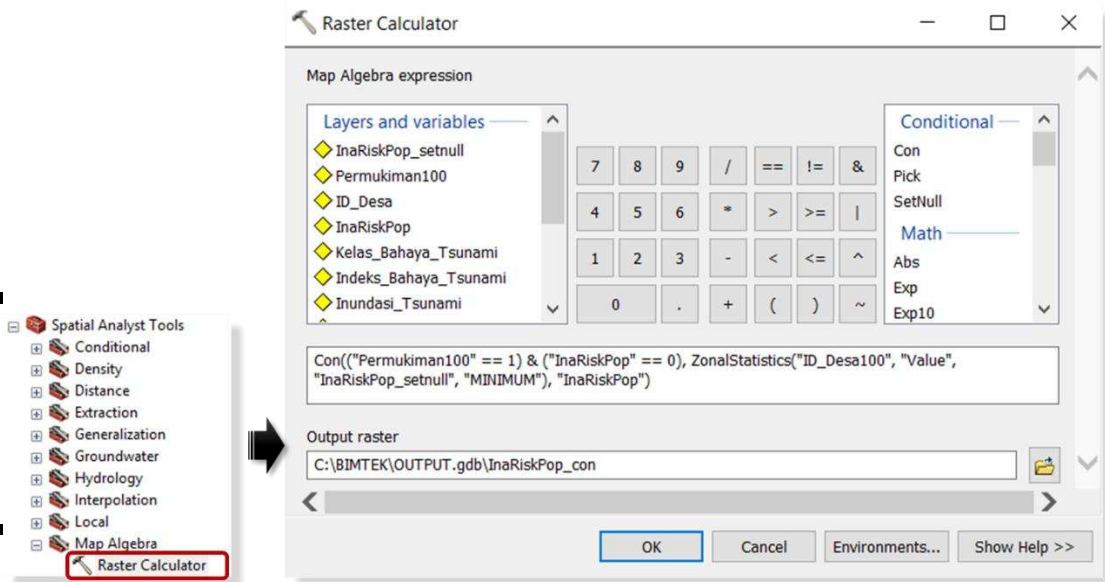
pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **InaRiskPop_con**.



Sintak tersebut digunakan untuk menghasilkan data keluaran **InaRiskPop_con** yaitu hasil koreksi data nilai grid/sel dari **InaRiskPop** yang bernilai 0, namun pada posisi grid/sel tersebut telah menjadi grid/sel permukiman, sehingga diubah menjadi nilai minimum dari **InaRiskPop_setnull** per desa/kelurahan. Sintak **ZonalStatistics** merupakan perintah untuk menjalankan *tool Zonal Statistics* (tersedia pada *ArcToolbox*).

ANALISIS KERENTANAN

Gambar 3-36:
Mengoreksi data InaRiskPop berdasarkan kondisi eksisting permukiman terkini



- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer ID_Desa100*, *InaRiskPop_con*, dan *Penduduk_Desa100* digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

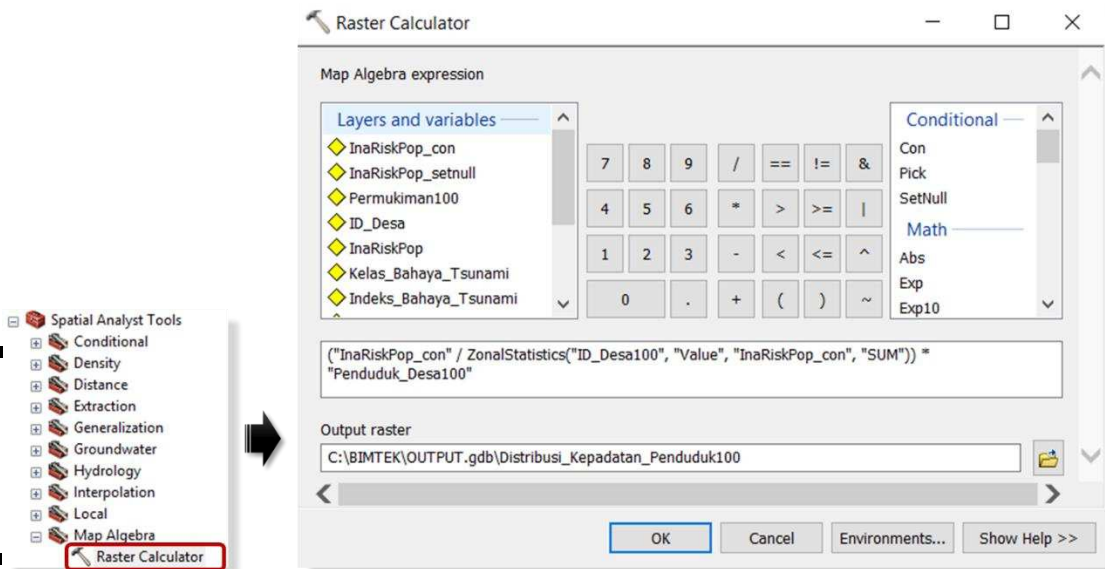
("InaRiskPop_con" / ZonalStatistics("ID_Desa100", "Value", "InaRiskPop_con", "SUM")) * "Penduduk_Desa100"

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Distribusi_Kepadatan_Penduduk100**.



Cara ini dilakukan untuk menghasilkan data keluaran **Distribusi_Kepadatan_Penduduk100** yaitu data distribusi spasial kepadatan penduduk secara proporsional berdasarkan data **InaRiskPop_con** dan data **jumlah penduduk tahun terbaru (t+1)**.

Gambar 3-37:
Membuat data distribusi kepadatan penduduk yang terbaru

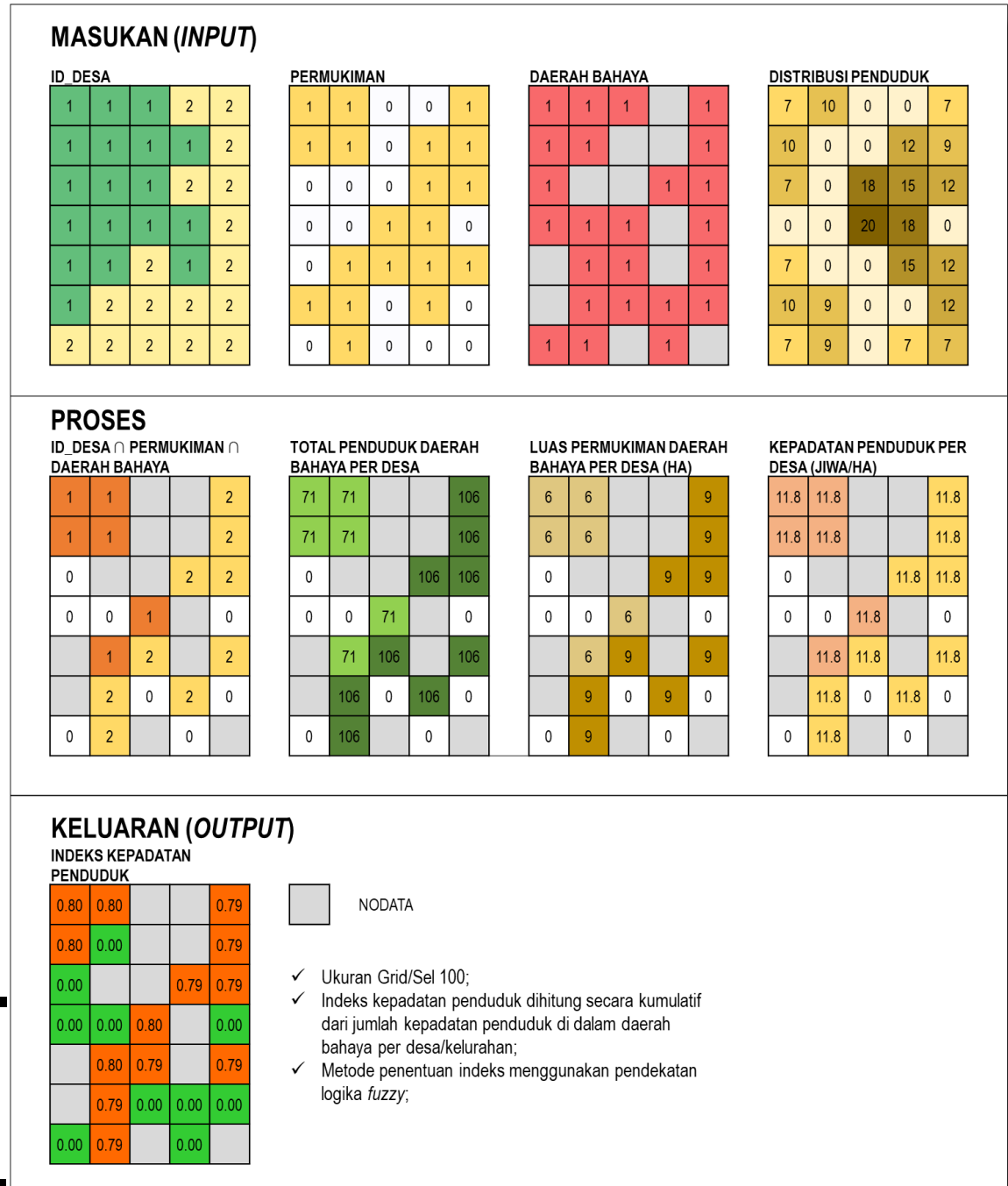


ANALISIS KERENTANAN



Hasil analisis berupa data distribusi kepadatan penduduk juga akan digunakan sebagai data masukan pada analisis jumlah penduduk terpapar pada sub bab **Pengkajian Kerentanan – Potensi Penduduk Terpapar**.

Selanjutnya, proses penentuan skor kepadatan penduduk akan dihitung berdasarkan kepadatan penduduk per daerah bahaya per desa/kelurahan di dalam area permukiman dengan satuan unit jiwa/ha.



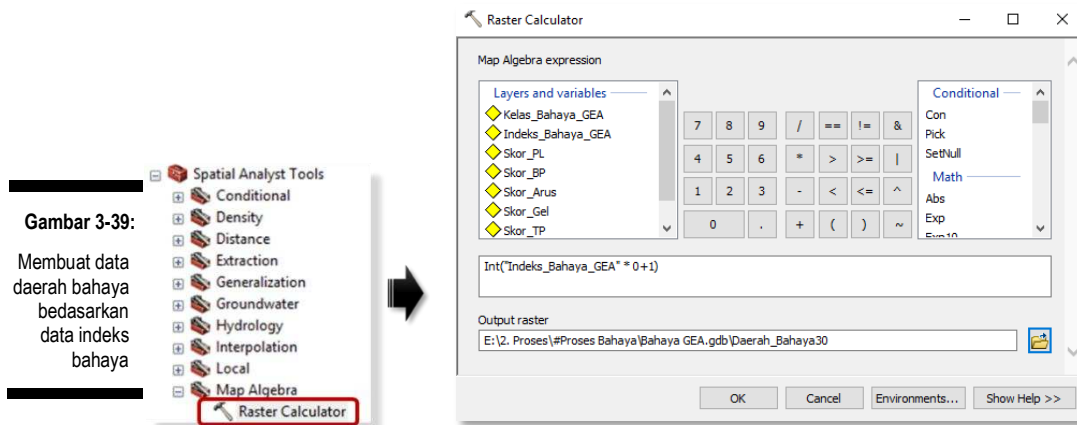
ANALISIS KERENTANAN

- ✓ Data *layer* **Indeks_Bahaya_GEA** digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

Int("Indeks_Bahaya_GEA" * 0 + 1)

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Daerah_Bahaya30**.

Sintak **Int** merupakan perintah untuk mengubah tipe nilai grid/sel data raster dari kontinyu (*float*) menjadi diskrit (*integer*). Cara ini dilakukan untuk menghasilkan data keluaran berupa raster daerah bahaya dengan nilai semua grid/sel adalah 1.



Gambar 3-39:
Membuat data daerah bahaya berdasarkan data indeks bahaya

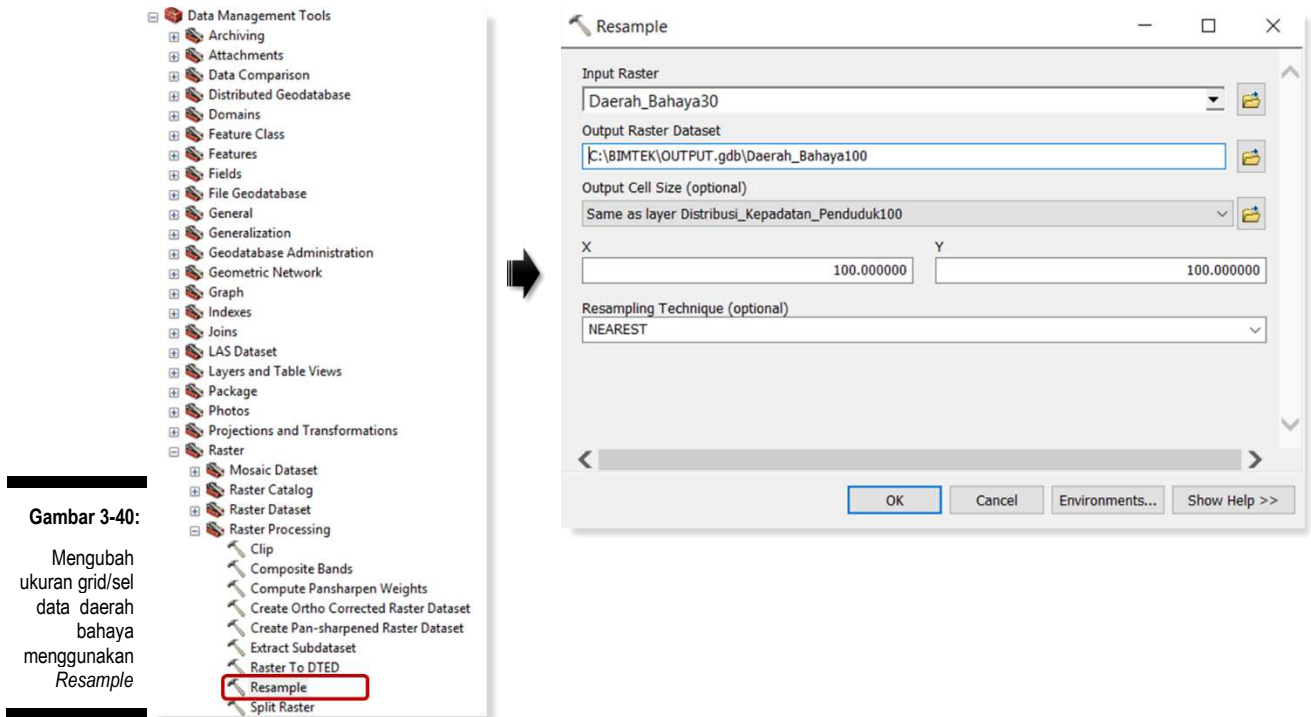
- ✓ Gunakan *toolbox* **Resample** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer* **Daerah_Bahaya30**, digunakan sebagai data masukan pada **Input Raster**
- ✓ Pilih *layer* **Distribusi_Kepadatan_Penduduk100** pada opsi **Output Cell Size**, agar hasil keluaran memiliki ukuran grid/sel 100.
- ✓ Pilih **NEAREST** pada opsi **Resampling Technique**. Simpan sebagai data **Daerah_Bahaya100**



Agar diperoleh hasil keluaran data raster **Daerah_Bahaya100** yang sesuai dengan cakupan area (*extent*) **Distribusi_Kepadatan_Penduduk100**, maka sebaiknya dilakukan pengaturan lanjutan melalui tombol **Environments**. Pengaturan dilakukan pada **Processing Extent**, kemudian pada pilihan **Extent** dan **Snap raster**, masing-masing dipilih *layer* **Distribusi_Kepadatan_Penduduk100** (sebagai contoh, lihat **Gambar 2-7**).

- ✓ Ulangi proses **Resample** seperti cara di atas pada data *layer* **Indeks_Bahaya_GEA**, agar juga diperoleh data **Indeks_Bahaya100**

ANALISIS KERENTANAN



Gambar 3-40:

Mengubah ukuran grid/sel data daerah bahaya menggunakan *Resample*

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer ID_Desa100*, *Permukiman100*, dan *Daerah_Bahaya100* digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

Con(("Permukiman100" == 1) & ("Daerah_Bahaya100" == 1), "ID_Desa100", 0)

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Permukiman_Desa_Bahaya100**.

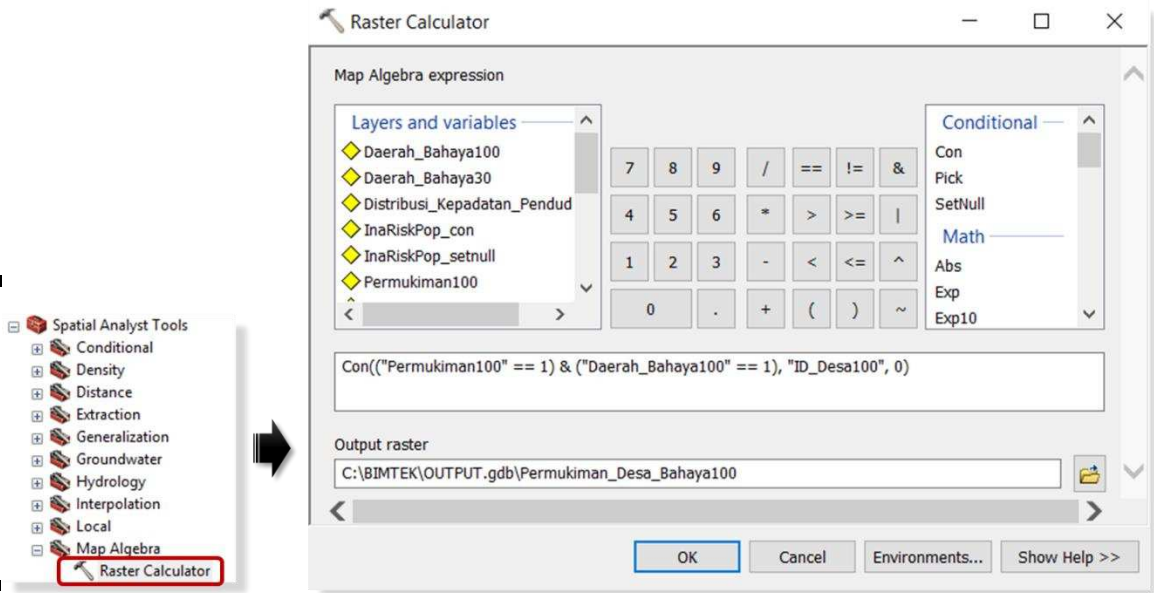


Sintak tersebut merupakan fungsi kondisional dengan aturan perhitungan jika suatu wilayah di dalam desa/kelurahan adalah permukiman dan daerah bahaya, maka data keluaran yang dihasilkan adalah ID_Desa yang merupakan daerah permukiman sekaligus daerah bahaya, selain itu bernilai 0.

ANALISIS KERENTANAN

Gambar 3-41:

Membuat gabungan data antara permukiman, desa, dan daerah bahaya menggunakan *Raster Calculator*



- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Permukiman_Desa_Bahaya100*, *Distribusi_Kepadatan_Penduduk*, dan *Penduduk_Desa* digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

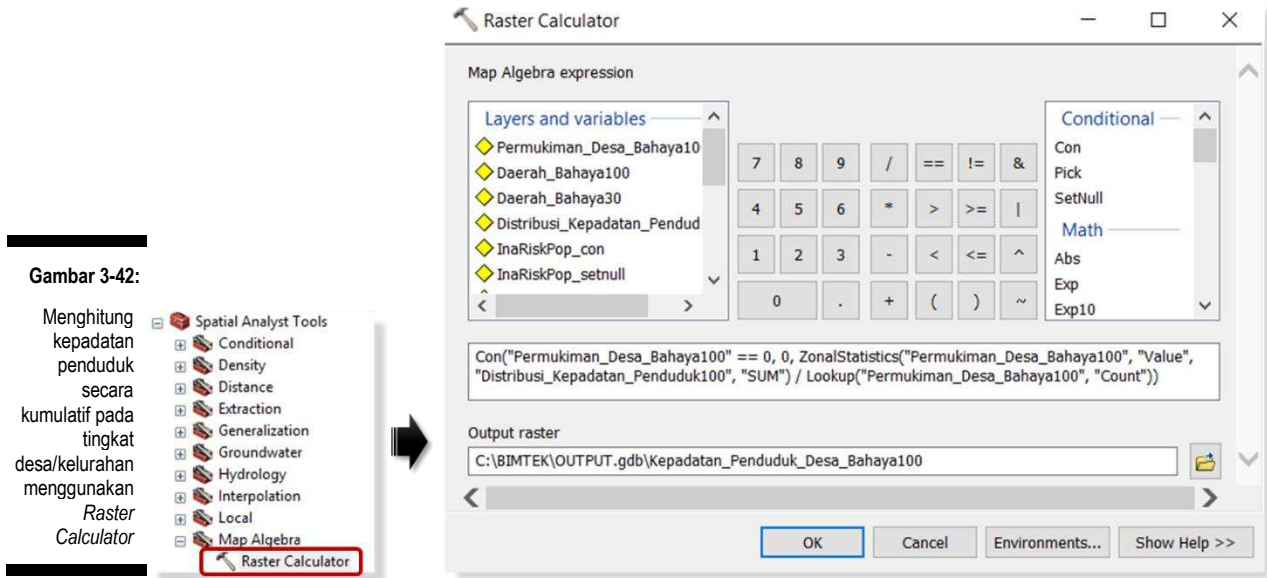
```
Con("Permukiman_Desa_Bahaya100" == 0, 0,
ZonalStatistics("Permukiman_Desa_Bahaya100", "Value",
"Distribusi_Kepadatan_Penduduk100", "SUM") /
Lookup("Permukiman_Desa_Bahaya100", "Count"))
```

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Kepadatan_Penduduk_Desa_Bahaya100**.



Sintak **ZonalStatistics** merupakan perintah untuk menjalankan *tool Zonal Statistics* (tersedia pada *ArcToolbox*). Sintak **Lookup** merupakan perintah untuk mencari field atribut "**Count**" pada data raster *layer Permukiman_Desa_Bahaya100* yaitu banyaknya grid/piksel pada nilai kelompok **ID_Desa**.

ANALISIS KERENTANAN



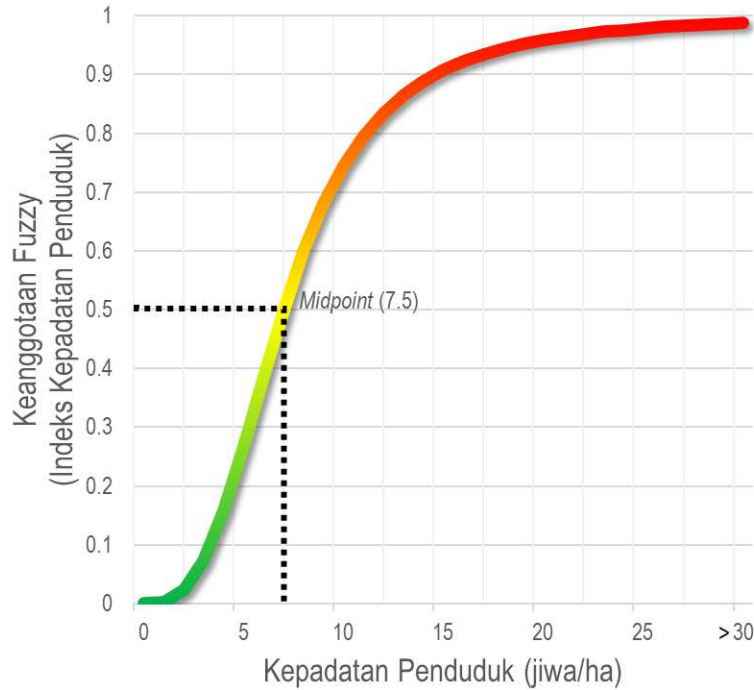
Gambar 3-42:

Menghitung kepadatan penduduk secara kumulatif pada tingkat desa/kelurahan menggunakan Raster Calculator



Selanjutnya, proses perhitungan skor kepadatan penduduk mengacu pada **Tabel 3-2** dengan pendekatan logika *fuzzy*. Skor kepadatan penduduk diterjemahkan menjadi suatu sebaran nilai ideal dari keanggotaan (*membership*) *fuzzy* berdasarkan aturan yang ditentukan. Keanggotaan *fuzzy* kepadatan penduduk ditentukan dengan aturan bahwa semakin besar nilai kepadatan penduduk (>10), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* akan semakin mendekati nilai 1 atau berada pada rentang nilai yang dapat disebut sebagai kelas kepadatan penduduk tinggi. Sebaliknya, jika semakin kecil nilai kepadatan penduduk (≤ 5), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* akan semakin mendekati nilai 0 atau berada pada rentang nilai yang dapat disebut sebagai kelas kepadatan penduduk rendah. Berdasarkan hal tersebut, maka hasil yang sesuai didasarkan pada nilai kepadatan penduduk yang berada pada titik tengah (*midpoint*) keanggotaan *fuzzy* (0.5) yang ditentukan adalah 7.5 dengan nilai penyebaran (*spread*) yang ditentukan adalah 3.

ANALISIS KERENTANAN



Kepadatan Penduduk	Indeks	Kelas
0	0.000	Rendah
1	0.002	Rendah
2	0.019	Rendah
3	0.060	Rendah
4	0.132	Rendah
5	0.229	Rendah
6	0.339	Sedang
7	0.448	Sedang
8	0.548	Sedang
9	0.633	Sedang
10	0.703	Tinggi
11	0.759	Tinggi
12	0.804	Tinggi
13	0.839	Tinggi
14	0.867	Tinggi
15	0.889	Tinggi
16	0.907	Tinggi
17	0.921	Tinggi
18	0.933	Tinggi
19	0.942	Tinggi
20	0.950	Tinggi

Gambar 3-43:

Kurva model S (asimetrik kiri) keanggotaan fuzzy kepadatan penduduk

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data **Kepadatan_Penduduk_Desa_Bahaya100** yang telah dihasilkan sebelumnya digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
Con("Kepadatan_Penduduk_Desa_Bahaya100" == 0, 0,
FuzzyMembership("Kepadatan_Penduduk_Desa_Bahaya100", FuzzyLarge(7.5,
3)))
```

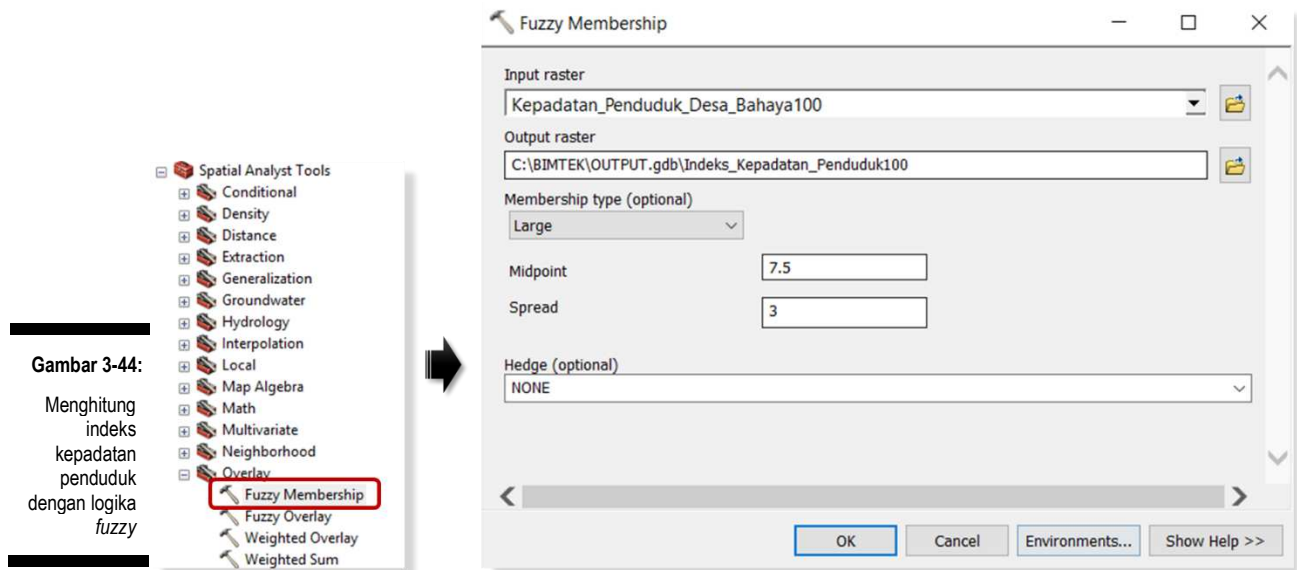
pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Indeks_Kepadatan_Penduduk100**



Sintak **FuzzyMembership** merupakan perintah untuk menjalankan *tool Fuzzy Membership* (tersedia pada *ArcToolbox*). Pengkondisian dilakukan agar nilai 0 pada data **Kepadatan_Penduduk_Desa_Bahaya100** tetap tersimpan untuk menghindari adanya NODATA akibat tidak diperhitungkannya nilai 0 pada **Fuzzy Membership**

Tipe **Large** pada ArcGIS untuk keanggotaan *fuzzy* adalah tipe keanggotaan yang menginterpretasikan nilai data masukan dengan model kurva asimetrik kiri, yang berarti bahwa semakin tinggi nilai suatu data maka nilai keanggotaan *fuzzy* akan mendekati nilai 1. Dalam hal ini, nilai keanggotaan *fuzzy* yang dihasilkan tersebut disebut juga sebagai indeks kepadatan penduduk.

ANALISIS KERENTANAN



Kelompok Rentan

Berdasarkan pada proses analisis kepadatan penduduk, maka analisis kelompok rentan juga dilakukan dengan metode distribusi spasial pada masing-masing parameter kelompok rentan. Distribusi spasial kelompok rentan dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Pv_{ij} = \frac{P_{ij}}{\sum_{i,j=1}^n P_{ij}} \cdot Xv_i \quad (3.3)$$

dimana, Pv_{ij} adalah jumlah penduduk kelompok rentan pada grid/sel ke- i dan ke- j ; P_{ij} adalah jumlah penduduk pada grid/sel ke- i dan ke- j ; Xv_i adalah jumlah penduduk kelompok rentan di dalam unit administrasi ke- i ;

ANALISIS KERENTANAN

MASUKAN (INPUT)

NAMA DESA	LAKI-LAKI	PEREMPUAN	UMUR RENTAN	DISABILITAS	MISKIN
DESA 1	80	52	74	12	48
DESA 2	64	42	65	15	34

DISTRIBUSI KEPADATAN PENDUDUK (P_{ij})

8	11	0	0	7
11	8	0	14	10
0	0	0	16	13
0	0	23	20	0
0	11	19	17	7
11	10	0	14	0
0	10	0	0	0

TOTAL PENDUDUK DESA ($\sum P_{ij}$)

132	132	0	0	106
132	132	0	132	106
0	0	0	106	106
0	0	132	106	0
0	132	106	106	106
132	106	0	106	0
0	106	0	0	0

KELOMPOK RENTAN DESA (MISKIN) (Xv_i)

48	48	0	0	34
48	48	0	48	34
0	0	0	34	34
0	0	48	34	0
0	48	34	34	34
48	34	0	34	0
0	34	0	0	0

PROSES

$$Pv_{ij} = (8 / 132) * 48 = 2$$

$$Pv_{ij} = \frac{P_{ij}}{\sum_{i,j=1}^n P_{ij}} \cdot Xv_i$$

KELUARAN (OUTPUT)

DISTRIBUSI KELOMPOK RENTAN (MISKIN)

3	4	0	0	2
4	3	0	5	3
0	0	0	5	4
0	0	8	7	0
0	4	6	6	2
4	3	0	5	0
0	3	0	0	0

Gambar 3-45:

Ilustrasi cara membuat data distribusi penduduk kelompok rentan

Berdasarkan ilustrasi tersebut, tahapan proses analisisnya adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan **toolbox Polygon to Raster** yang tersedia pada **ArcToolbox**
- ✓ Data **layer Batas_Administrasi_Desa** yang berupa **polygon** dijadikan sebagai data masukan.
- ✓ Pilih **LAKI** sebagai **Value field**
- ✓ Tentukan **Cellsize** berdasarkan ukuran grid/sel dari data **Distribusi_Kepadatan_Penduduk100**. Simpan sebagai data **Penduduk_Laki100**.



Agar diperoleh hasil keluaran data raster **Penduduk_Laki100** yang sesuai dengan cakupan area (**extent**) dan posisi setiap grid/sel dari data **Distribusi_Kepadatan_Penduduk100**, maka sebaiknya dilakukan pengaturan lanjutan melalui tombol **Environments**. Pengaturan dilakukan pada **Processing**

ANALISIS KERENTANAN

PENTING

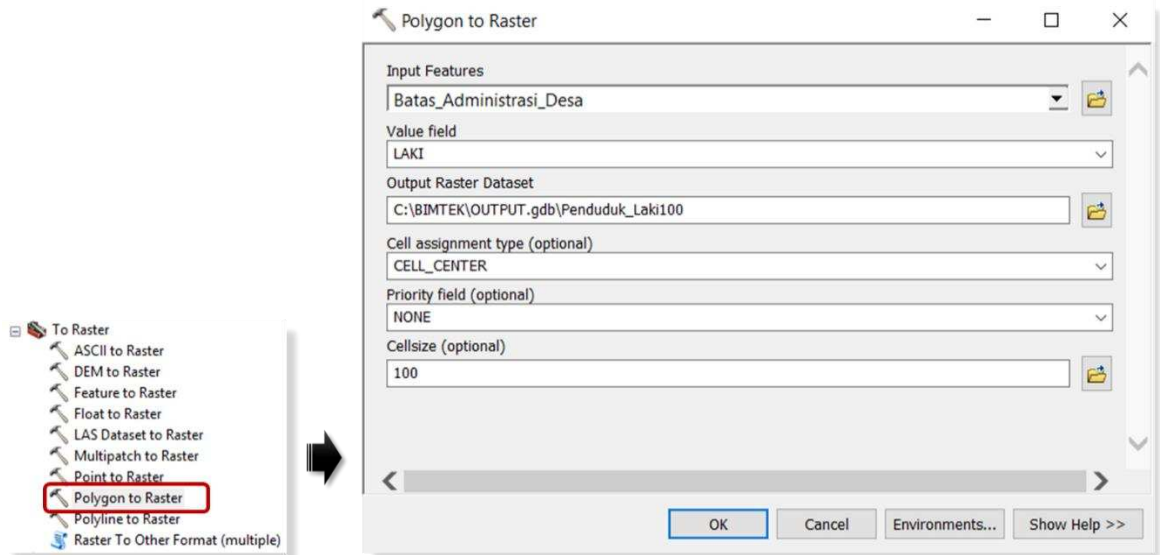


Extent, kemudian pada pilihan **Extent** dan **Snap Raster** masing-masing dipilih *layer* **Distribusi_Kepadatan_Penduduk100** (sebagai contoh, lihat **Gambar 2-7**).

- ✓ Ulangi lagi proses konversi *layer* **Batas_Administrasi_Desa** menjadi data raster (seperti **Gambar 3-13**), dengan pilihan *field* **PEREMPUAN** untuk menghasilkan keluaran data raster **Penduduk_Perempuan100**.
- ✓ Ulangi lagi proses konversi *layer* **Batas_Administrasi_Desa** menjadi data raster (seperti **Gambar 3-13**), dengan pilihan *field* **UMUR_RENTAN** untuk menghasilkan keluaran data raster **Penduduk_Umur_Rentan100**.
- ✓ Ulangi lagi proses konversi *layer* **Batas_Administrasi_Desa** menjadi data raster (seperti **Gambar 3-13**), dengan pilihan *field* **DISABILITAS** untuk menghasilkan keluaran data raster **Penduduk_Disabilitas100**.
- ✓ Ulangi lagi proses konversi *layer* **Batas_Administrasi_Desa** menjadi data raster (seperti **Gambar 3-13**), dengan pilihan *field* **MISKIN** untuk menghasilkan keluaran data raster **Penduduk_Miskin100**.

Gambar 3-46:

Membuat data raster penduduk laki-laki menggunakan *Polygon to Raster*



- ✓ Gunakan *toolbox* **Raster Calculator** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer* **Penduduk_Desa100**, **Distribusi_Kepadatan_Penduduk100**, dan **Penduduk_Laki100** digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
("Distribusi_Kepadatan_Penduduk100" / "Penduduk_Desa100") *  
"Penduduk_Laki100"
```

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Distribusi_Penduduk_Laki100**

PENTING



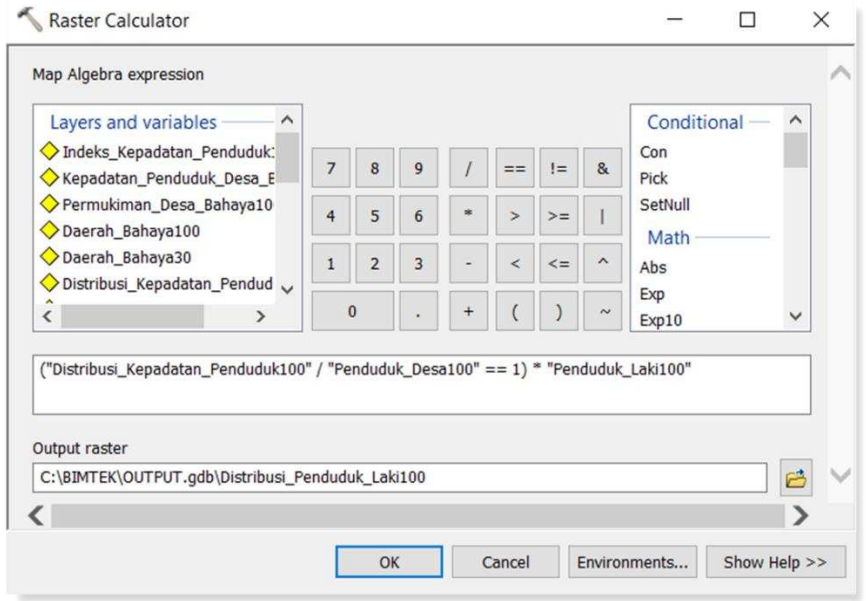
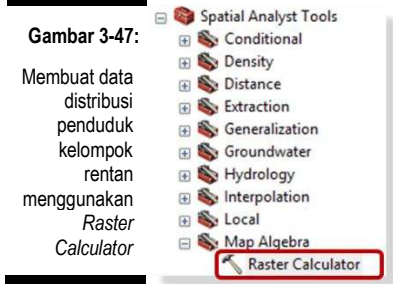
- ✓ Ulangi lagi tahapan proses di atas dengan menggunakan *layer* **Penduduk_Umur_Rentan100** untuk menghasilkan data *layer* **Distribusi_Penduduk_UmurRentan100**.
- ✓ Ulangi lagi tahapan proses di atas dengan menggunakan **Penduduk_Disabilitas100** untuk menghasilkan data *layer* **Distribusi_Penduduk_Disabilitas100**.

PENTING



ANALISIS KERENTANAN

- ✓ Ulangi lagi tahapan proses di atas dengan menggunakan *layer* **Penduduk_Miskin100** untuk menghasilkan data *layer* **Distribusi_Penduduk_Miskin100**.



Tahapan selanjutnya adalah menghitung rasio masing-masing kelompok rentan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$rhv_{ij} = \frac{\sum hPv_{ij}}{(\sum hP_{ij} - \sum hPv_{ij})} \cdot 100 \quad (3.4)$$

dimana, ***rhv_{ij}*** adalah rasio kelompok rentan pada grid/sel daerah bahaya ke-*i* dan ke-*j*; ***hP_{ij}*** adalah total penduduk pada grid/sel daerah bahaya ke-*i* di desa ke-*j*; ***hPv_{ij}*** adalah total kelompok rentan pada grid/sel daerah bahaya ke-*i* di desa ke-*j*;

ANALISIS KERENTANAN

MASUKAN (INPUT)

ID-DESA ∩ PERMUKIMAN ∩ DAERAH BAHAYA

1	1			2
1	1			2
0			2	2
0	0	1		0
	1	2		2
	2	0	2	0
0	2		0	

DISTRIBUSI KEPADATAN PENDUDUK

8	11	0	0	7
11	8	0	14	10
0	0	0	16	13
0	0	23	20	0
0	11	19	17	7
11	10	0	14	0
0	10	0	0	0

DISTRIBUSI KELOMPOK RENTAN (MISKIN)

3	4	0	0	2
4	3	0	5	3
0	0	0	5	4
0	0	8	7	0
0	4	6	6	2
4	3	0	5	0
0	3	0	0	0

PROSES

LUAS PERMUKIMAN DAERAH BAHAYA PER DESA (HA)

5	5			18
5	5			18
0			18	18
0	0	5		0
	5	18		18
	18	0	18	0
0	18		0	

TOTAL PENDUDUK DAERAH BAHAYA PER DESA

71	71			106
71	71			106
0			106	106
0	0	71		0
	71	106		106
	106	0	106	0
0	106		0	

TOTAL KELOMPOK RENTAN DAERAH BAHAYA PER DESA

26	26			34
26	26			34
0			34	34
0	0	26		0
	26	34		34
	34	0	34	0
0	34		0	

KELUARAN (OUTPUT)

RASIO KELOMPOK RENTAN

57.1	57.1			47.2
57.1	57.1			47.2
0.0			47.2	47.2
0.0	0.0	57.1		0.0
	57.1	47.2		47.2
	47.2	0.0	47.2	0.0
0.0	47.2		0.0	

INDEKS KELOMPOK RENTAN (MISKIN)

0.87	0.87			0.80
0.87	0.87			0.80
0.00			0.80	0.80
0.00	0.00	0.87		0.00
	0.87	0.80		0.80
	0.80	0.00	0.80	0.00
0.00	0.80		0.00	

□ NODATA

- ✓ Ukuran Grid/Set 100;
- ✓ Rasio kelompok rentan dihitung secara kumulatif dan jumlah kelompok rentan di dalam daerah bahaya per desa/kelurahan;
- ✓ Metode penentuan indeks menggunakan pendekatan logika fuzzy, Rasio jenis kelamin menggunakan pendekatan fuzzy dengan tipe keanggotaan asimetrik kanan (*Fuzzy Small*), sedangkan Rasio Umur Rentan, Rasio Miskin, dan Rasio Disabilitas menggunakan pendekatan fuzzy dengan tipe keanggotaan asimetrik kiri (*Fuzzy Large*).

Gambar 3-48:

Ilustrasi cara penyusunan indeks kelompok rentan

Berdasarkan ilustrasi tersebut, tahapan proses analisisnya adalah sebagai berikut:

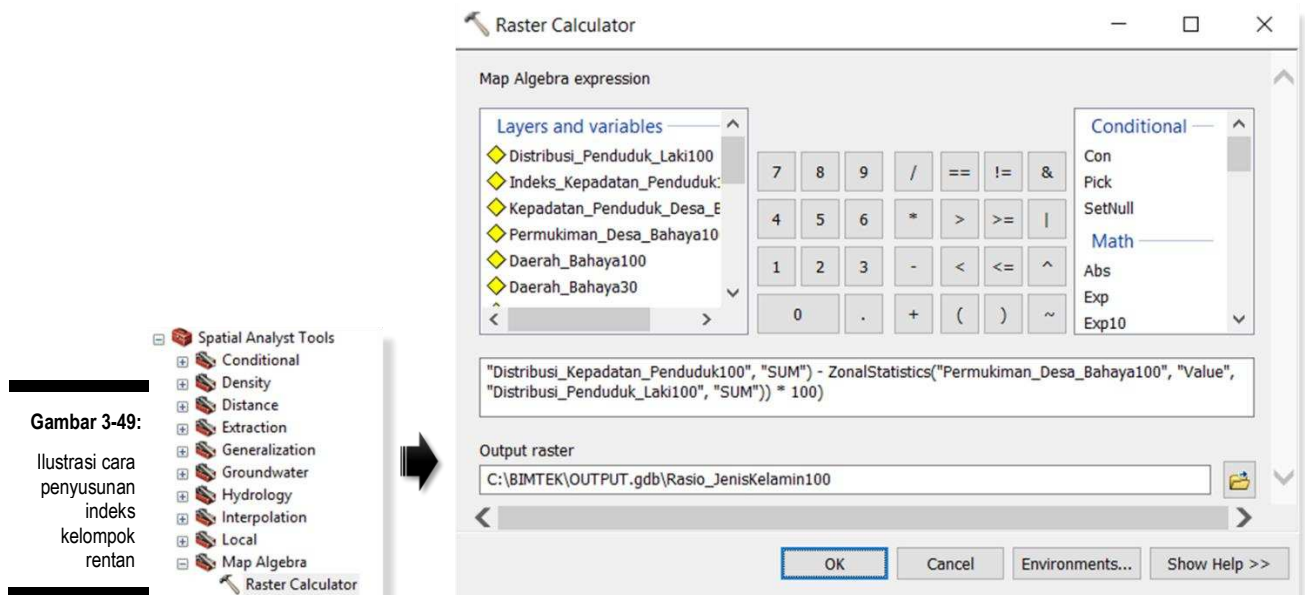
- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Permukiman_Desa_Bahaya100*, *Distribusi_Kepadatan_Penduduk100*, dan *Distribusi_Penduduk_Laki100* digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

ANALISIS KERENTANAN

```
Con("Permukiman_Desa_Bahaya100" == 0, 0,  
ZonalStatistics("Permukiman_Desa_Bahaya100", "Value",  
"Distribusi_Penduduk_Laki100", "SUM") /  
(ZonalStatistics("Permukiman_Desa_Bahaya100", "Value",  
"Distribusi_Kepadatan_Penduduk100", "SUM") -  
ZonalStatistics("Permukiman_Desa_Bahaya100", "Value",  
"Distribusi_Penduduk_Laki100", "SUM")) * 100)
```

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Rasio_JenisKelamin100**.

- ✓ Ulangi lagi tahapan proses di atas dengan menggunakan *layer* **Distribusi_Penduduk_UmurRentan100** untuk menghasilkan data layer **Rasio_UmurRentan100**.
- ✓ Ulangi lagi tahapan proses di atas dengan menggunakan *layer* **Distribusi_Penduduk_Disabilitas100** untuk menghasilkan data layer **Rasio_Disabilitas100**.
- ✓ Ulangi lagi tahapan proses di atas dengan menggunakan *layer* **Penduduk_Miskin100** untuk menghasilkan data layer **Rasio_Penduduk_Miskin100**.



Gambar 3-49:

Ilustrasi cara
penyusunan
indeks
kelompok
rentan



Selanjutnya, proses perhitungan indeks rasio kelompok rentan mengacu pada **Tabel 3-3** dengan pendekatan logika *fuzzy*. Nilai keanggotaan *fuzzy* untuk rasio jenis kelamin mengikuti aturan bahwa semakin besar nilai rasio (>40), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* akan semakin mendekati nilai 0 atau berada pada rentang nilai yang dapat disebut sebagai kelas rasio rendah. Sebaliknya, jika semakin kecil nilai rasio (≤ 20), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* akan semakin mendekati nilai 1 atau berada pada rentang nilai yang dapat disebut sebagai kelas rasio tinggi.

Berbeda halnya dengan parameter kelompok rentan lainnya, yaitu rasio penduduk umur rentan, rasio penduduk disabilitas, dan rasio penduduk miskin, yang mengikuti aturan bahwa semakin besar nilai rasio (>40), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* akan semakin mendekati nilai 1 atau berada pada rentang nilai yang dapat disebut sebagai kelas rasio

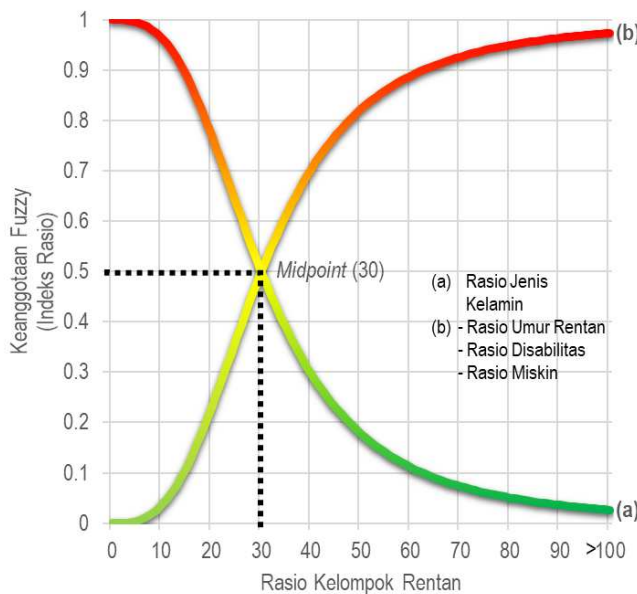
ANALISIS KERENTANAN

tinggi. Sebaliknya, jika semakin kecil nilai rasio (≤ 20), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* akan semakin mendekati nilai 0 atau berada pada rentang nilai yang dapat disebut sebagai kelas rasio rendah.

PENTING



Berdasarkan hal tersebut diatas, penggunaan tipe keanggotaan *fuzzy* untuk rasio jenis kelamin menggunakan tipe kurva asimetrik kanan (*fuzzy Small*), sedangkan tipe keanggotaan *fuzzy* untuk rasio penduduk umur rentan, rasio penduduk disabilitas, dan rasio penduduk miskin menggunakan tipe kurva asimetrik kiri (*fuzzy Large*). Masing-masing tipe keanggotaan *fuzzy* yang berada pada titik tengah 0.5 (*midpoint*) ditentukan nilai 30 dengan nilai penyebaran (*spread*) yang ditentukan adalah 3.



Rasio	Indeks (a)	Kelas	Indeks (b)	Kelas
5	0.995	Tinggi	0.005	Rendah
10	0.964	Tinggi	0.036	Rendah
15	0.889	Tinggi	0.111	Rendah
20	0.771	Tinggi	0.229	Rendah
25	0.633	Sedang	0.367	Sedang
30	0.500	Sedang	0.500	Sedang
35	0.386	Sedang	0.614	Sedang
40	0.297	Rendah	0.703	Tinggi
45	0.229	Rendah	0.771	Tinggi
50	0.178	Rendah	0.822	Tinggi
55	0.140	Rendah	0.860	Tinggi
60	0.111	Rendah	0.889	Tinggi
65	0.090	Rendah	0.910	Tinggi
70	0.073	Rendah	0.927	Tinggi
75	0.060	Rendah	0.940	Tinggi
80	0.050	Rendah	0.950	Tinggi
85	0.042	Rendah	0.958	Tinggi
90	0.036	Rendah	0.964	Tinggi
95	0.031	Rendah	0.969	Tinggi
100	0.026	Rendah	0.974	Tinggi

Gambar 3-50:

Kurva model S (asimetrik kiri dan kanan) keanggotaan *fuzzy* rasio penduduk kelompok rentan

- ✓ Gunakan **toolbox Raster Calculator** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data **layer Rasio_JenisKelamin100** yang telah dihasilkan sebelumnya digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

Con("Rasio_JenisKelamin100" == 0, 0, FuzzyMembership("Rasio_JenisKelamin100", FuzzySmall(30, 3)))

INFO



Sintak **FuzzyMembership** merupakan perintah untuk menjalankan *tool Fuzzy Membership* (tersedia pada *ArcToolbox*). Pengkondisian dilakukan agar nilai 0 pada data **Rasio_JenisKelamin100** tetap tersimpan untuk menghindari adanya NODATA akibat tidak diperhitungkannya nilai 0 pada **Fuzzy Membership**

Tipe **Small** pada ArcGIS untuk keanggotaan *fuzzy* adalah tipe keanggotaan yang menginterpretasikan nilai data masukan dengan model kurva asimetrik kanan, yang berarti bahwa semakin tinggi rendah rasio (< 20) maka nilai keanggotaan *fuzzy* akan mendekati nilai 1.

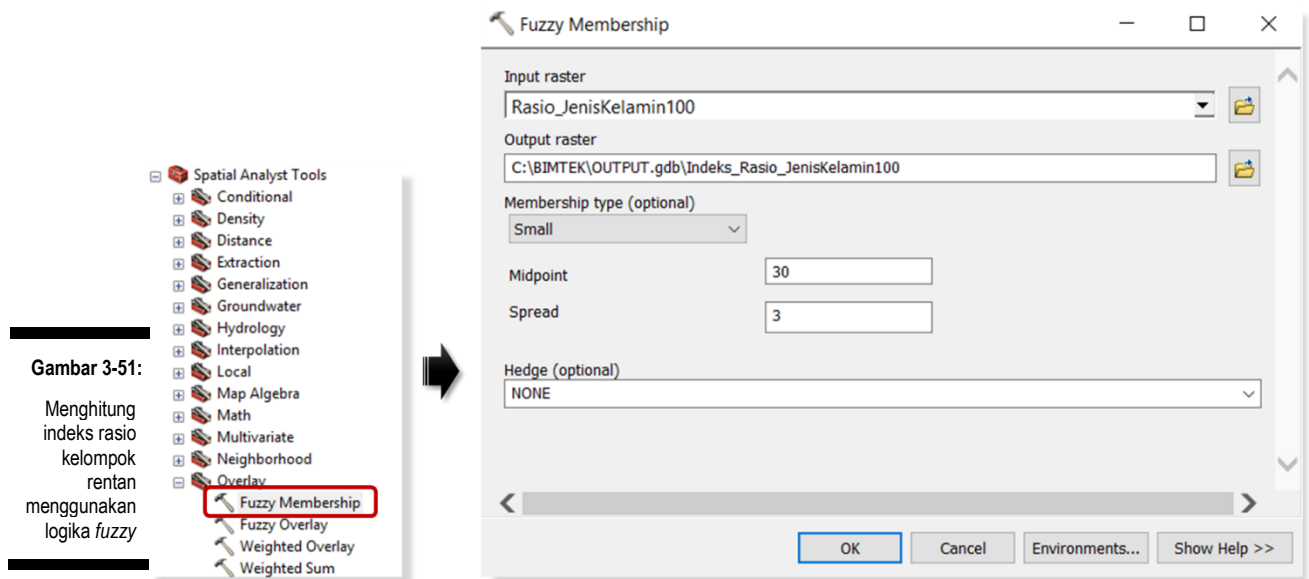
PENTING



- ✓ Ulangi lagi tahapan proses di atas dengan menggunakan **layer Rasio_Penduduk_UmurRentan100**, namun dengan menggunakan tipe **Large** dengan nilai **Midpoint** dan **Spread** yang sama, untuk menghasilkan data layer **Indeks_Rasio_UmurRentan100**.

ANALISIS KERENTANAN

- ✓ Ulangi lagi tahapan proses di atas dengan menggunakan *layer* **Rasio_Penduduk_Disabilitas100**, namun dengan menggunakan tipe **Large** dengan nilai **Midpoint** dan **Spread** yang sama, untuk menghasilkan data *layer* **Indeks_Rasio_Disabilitas100**.
- ✓ Ulangi lagi tahapan proses di atas dengan menggunakan *layer* **Rasio_Penduduk_Miskin100**, namun dengan menggunakan tipe **Large** dengan nilai **Midpoint** dan **Spread** yang sama, untuk menghasilkan data *layer* **Indeks_Rasio_Miskin100**.



Indeks Kerentanan Sosial

Setelah diperoleh data indeks masing-masing parameter penyusun kerentanan sosial, maka proses selanjutnya adalah menggabungkan semua indeks parameter menjadi indeks kerentanan sosial dengan menggunakan persamaan berikut:

$$V_s = FM(0.6v_{kp}) + FM(0.1v_{rs}) + FM(0.1v_{ru}) + FM(0.1v_{rd}) + FM(0.1v_{rm}) \quad (3.5)$$

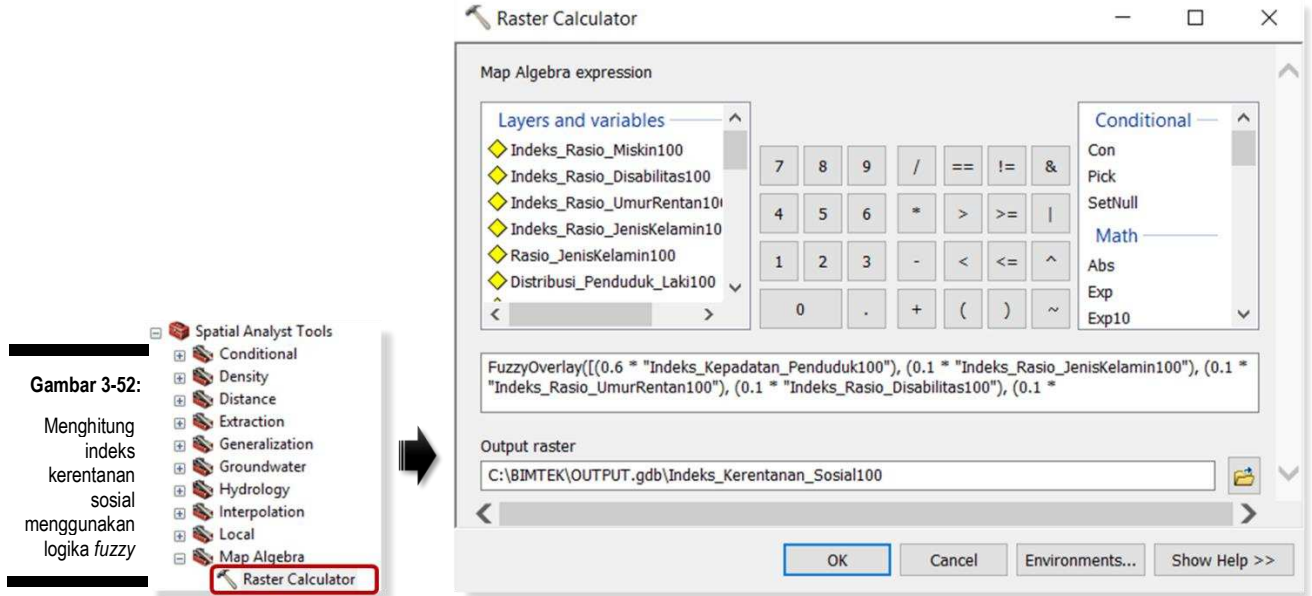
dimana, **V_s** adalah indeks kerentanan sosial; **FM** adalah fungsi keanggotaan fuzzy; **v_{kp}** adalah indeks kepadatan penduduk; **v_{rs}** adalah indeks rasio jenis kelamin; **v_{ru}** adalah indeks rasio penduduk umur rentan; **v_{rd}** adalah indeks rasio penduduk disabilitas; **v_{rm}** adalah indeks rasio penduduk miskin.

- ✓ Gunakan *toolbox* **Raster Calculator** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer* **Indeks_Kepadatan_Penduduk100**, **Indeks_Rasio_JenisKelamin100**, **Indeks_Rasio_UmurRentan100**, **Indeks_Rasio_Disabilitas100**, dan **Indeks_Rasio_Miskin100** digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:
FuzzyOverlay([(0.6 * "Indeks_Kepadatan_Penduduk100"), (0.1 * "Indeks_Rasio_JenisKelamin100"), (0.1 * "Indeks_Rasio_UmurRentan100"), (0.1 * "Indeks_Rasio_Disabilitas100"), (0.1 * "Indeks_Rasio_Miskin100")], "SUM")

ANALISIS KERENTANAN



pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Indeks_Kerentanan_Sosial100**. Sintak **FuzzyOverlay** merupakan perintah untuk menjalankan *tool Fuzzy Overlay* (tersedia pada *ArcToolbox*) dengan data masukan berupa hasil perkalian antara bobot dengan masing-masing indeks parameter kerentanan sosial, dengan pilihan tipe *overlay* adalah penjumlahan (**SUM**).



Gambar 3-52:

Menghitung indeks kerentanan sosial menggunakan logika fuzzy

3.2.2. Kerentanan Fisik

Kerentanan fisik terdiri dari parameter rumah, fasilitas umum (fasum) dan fasilitas kritis (faskris). Masing-masing parameter dianalisis dengan menggunakan metode MCDA sesuai Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 untuk memperoleh nilai indeks kerentanan fisik.

Tabel 3-4 Penentuan Bobot dan Indeks masing-masing Parameter Kerentanan Fisik

Parameter	Bobot (%)	Kelas		
		Rendah (0 - 0.333)	Sedang (0.334 - 0.666)	Tinggi (0.667 - 1.000)
Rumah	40	<400 juta	400 – 800 juta	>800 juta
Fasilitas Umum	30	<500 juta	500 juta – 1 M	>1 M
Fasilitas Kritis	30	<500 juta	500 juta – 1 M	>1 M

Rumah



Parameter rumah dalam kajian kerentanan fisik merupakan banyaknya rumah yaitu bangunan tempat tinggal yang berpotensi (rentan) mengalami kerusakan dan menimbulkan kerugian di dalam area potensi bahaya di dalam suatu desa/kelurahan.

Data spasial jumlah rumah umumnya kurang tersedia khususnya pada tingkat desa/kelurahan. Secara nasional, data jumlah rumah per desa/kelurahan yang dapat

ANALISIS KERENTANAN

diakses publik terakhir tersedia pada data Potensi Desa (Podes) tahun 2008. Namun, data tahun setelahnya sudah tidak diakomodir lagi oleh data Podes. Berdasarkan data Podes tahun 2008, diperoleh nilai rata-rata jumlah penduduk per rumah adalah 5 jiwa/rumah. Dengan mengacu pada angka tersebut, distribusi spasial jumlah rumah per grid (1 ha) dapat dianalisis dengan pendekatan berdasarkan sebaran spasial distribusi kepadatan penduduk yang telah dibuat sebelumnya menggunakan persamaan berikut:

$$r_{ij} = \frac{P_{ij}}{5} \text{ dan jika } P_{ij} < 5, \text{ maka } r_{ij} = 1 \quad (3.6)$$

dimana, r_{ij} adalah jumlah rumah pada grid/sel ke- i dan ke- j ; P_{ij} adalah jumlah penduduk pada grid/sel ke- i dan ke- j .

PENTING

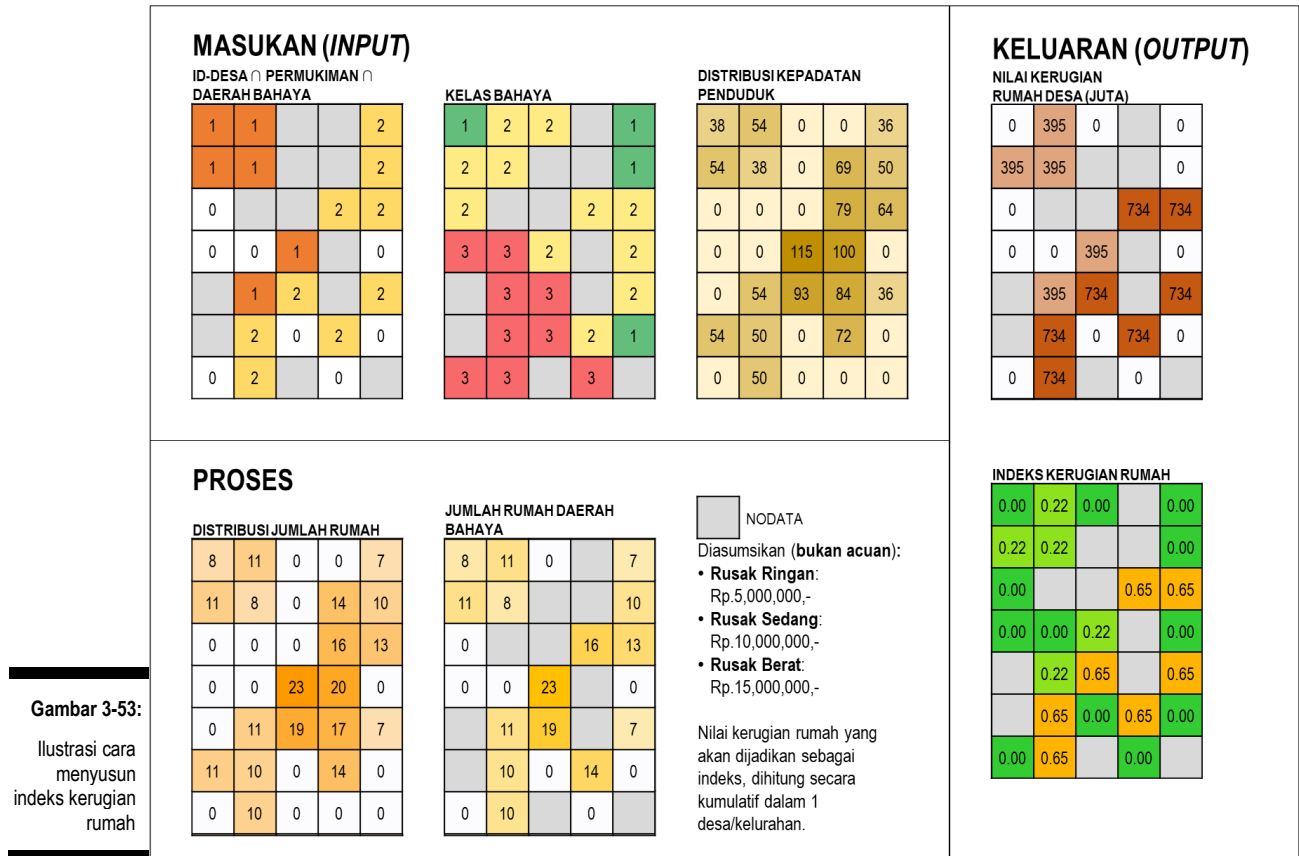


Jumlah rumah yang diperoleh selanjutnya dikonversi menjadi nilai rupiah dengan mengacu pada satuan harga penggantian kerugian berdasarkan tingkat kerusakan rumah oleh masing-masing Pemerintah Daerah dengan melakukan penyesuaian terhadap kelas bahaya (kategori kerusakan) yang ada yaitu:

- **Bahaya Rendah** ~ tidak ada kerusakan;
- **Bahaya Sedang** ~ 50% jumlah rumah terdampak rusak ringan dikali satuan harga daerah;
- **Bahaya Tinggi** ~ 50% jumlah rumah terdampak rusak sedang dikali satuan harga daerah, dan 50% jumlah rumah terdampak rusak berat dikali satuan harga daerah;

Nilai rupiah rumah yang dihasilkan berdasarkan penyesuaian terhadap masing-masing kelas bahaya didefinisikan sebagai nilai kerugian rumah. Angka 50% merupakan nilai asumsi bahwa tidak semua bangunan rumah mengalami kerusakan di dalam area potensi bahaya.

ANALISIS KERENTANAN



Gambar 3-53:
Ilustrasi cara menyusun indeks kerugian rumah

Berdasarkan ilustrasi tersebut, tahapan proses analisisnya adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Indeks_Bahaya100* digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:


```
Con("Indeks_Bahaya100" <= 0.333, 1, Con("Indeks_Bahaya100" > 0.666, 3, 2))
```

 pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Kelas_Bahaya100**
 Cara ini dilakukan untuk menghasilkan kelas bahaya berdasarkan pembagian rentang nilai indeks bahaya.
- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Distribusi_Kepadatan_Penduduk100* digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:


```
Con("Distribusi_Kepadatan_Penduduk100" == 0, 0, Con("Distribusi_Kepadatan_Penduduk100" < 5, 1, "Distribusi_Kepadatan_Penduduk100"/5))
```

 pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Jumlah_Rumah100**.
 Cara ini dilakukan untuk menghasilkan jumlah rumah berdasarkan jumlah penduduk.

ANALISIS KERENTANAN

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Jumlah_Rumah100* dan *Kelas_Bahaya100* digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
Con("Kelas_Bahaya100" == 2, ("Jumlah_Rumah100" * 0.5 * 5),  
Con("Kelas_Bahaya100" == 3, ("Jumlah_Rumah100" * 0.5 * 10) +  
("Jumlah_Rumah100" * 0.5 * 15), 0))
```

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Kerugian_Rumah100**

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan data keluaran berupa data nilai kerugian rumah berdasarkan kelas bahaya.

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Permukiman_Desa_Bahaya100* dan *Kerugian_Rumah100*, digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
Con("Permukiman_Desa_Bahaya100" == 0, 0,  
ZonalStatistics("Permukiman_Desa_Bahaya100", "Value", "  
Kerugian_Rumah100", "SUM"))
```

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Kerugian_Rumah_Desa100**

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan data keluaran berupa data jumlah nilai kerugian rumah secara kumulatif per desa/kelurahan.

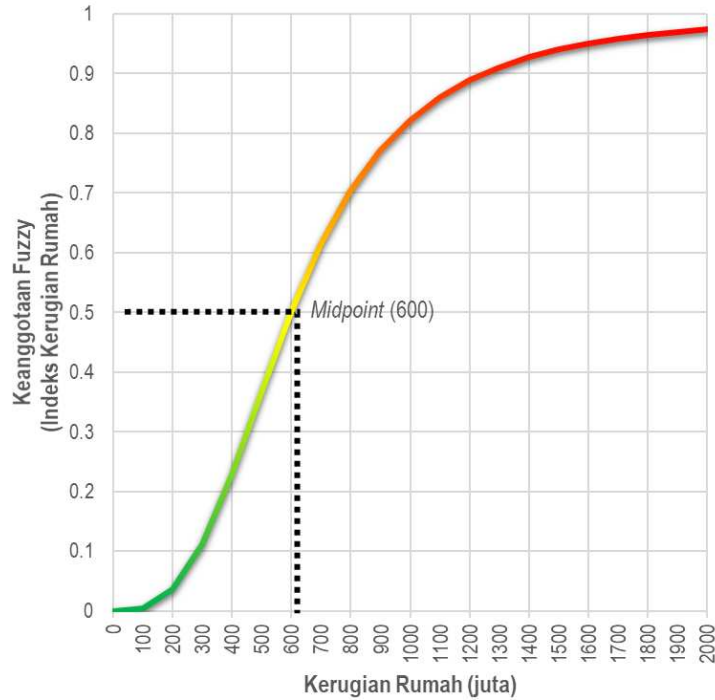


Selanjutnya, proses perhitungan indeks kerugian rumah mengacu pada **Tabel 3-4** dengan menggunakan pendekatan logika *fuzzy*. Nilai keanggotaan *fuzzy* untuk nilai kerugian rumah mengikuti aturan bahwa semakin besar nilai kerugian (>800 juta), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* akan semakin mendekati nilai 1 atau berada pada rentang nilai yang dapat disebut sebagai kelas kerugian tinggi. Sebaliknya, semakin rendah nilai kerugian (<400 juta), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* akan semakin mendekati nilai 0 atau berada pada rentang nilai yang dapat disebut sebagai kelas kerugian rendah.



Berdasarkan hal tersebut, maka hasil yang sesuai didasarkan pada nilai kerugian rumah yang berada pada titik tengah (*midpoint*) keanggotaan *fuzzy* (0.5) yang ditentukan adalah 600 dengan nilai penyebaran (*spread*) yang ditentukan adalah 3.

ANALISIS KERENTANAN



Kerugian Rumah (juta)	Indeks	Kelas
0	0.000	Rendah
100	0.005	Rendah
200	0.036	Rendah
300	0.111	Rendah
400	0.229	Rendah
500	0.367	Rendah
600	0.500	Sedang
700	0.614	Sedang
800	0.703	Tinggi
900	0.771	Tinggi
1000	0.822	Tinggi
1100	0.860	Tinggi
1200	0.889	Tinggi
1300	0.910	Tinggi
1400	0.927	Tinggi
1500	0.940	Tinggi
1600	0.950	Tinggi
1700	0.958	Tinggi
1800	0.964	Tinggi
1900	0.969	Tinggi
2000	0.974	Tinggi

Gambar 3-54:

Ilustrasi cara menyusun indeks kerugian rumah

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Kerugian_Rumah_Desa100* yang telah dihasilkan sebelumnya digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
Con("Kerugian_Rumah_Desa100" == 0, 0,
FuzzyMembership("Kerugian_Rumah_Desa100", FuzzyLarge(600, 3)))
```

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Indeks_Kerugian_Rumah100**

Fasilitas Umum



Parameter fasilitas umum (fasum) dalam kajian kerentanan fisik merupakan banyaknya fasum yaitu bangunan yang berfungsi sebagai tempat pelayanan publik, yang berpotensi (rentan) mengalami kerusakan dan menimbulkan kerugian di dalam area potensi bahaya di dalam suatu desa/kelurahan.

Secara umum, data spasial fasum telah banyak tersedia. Pemanfaatan data spasial fasum yang dapat berupa titik (*point*) atau area (*polygon*), telah banyak digunakan untuk kajian kerentanan dan risiko bencana. **Kebutuhan minimal** jenis data fasum untuk analisis kerentanan yaitu data **fasilitas pendidikan** dan **fasilitas kesehatan**. Adapun data selain data yang disebutkan, dapat ditambahkan sesuai kebutuhan masing-masing kabupaten/kota yang sedang melakukan kajian risiko bencana.

Data fasilitas pendidikan dan fasilitas kesehatan (juga fasilitas lainnya kategori fasum) dianalisis potensi kerugiannya berdasarkan acuan satuan harga masing-masing Pemerintah Daerah dalam menganggarkan perbaikan atau pembangunan kembali

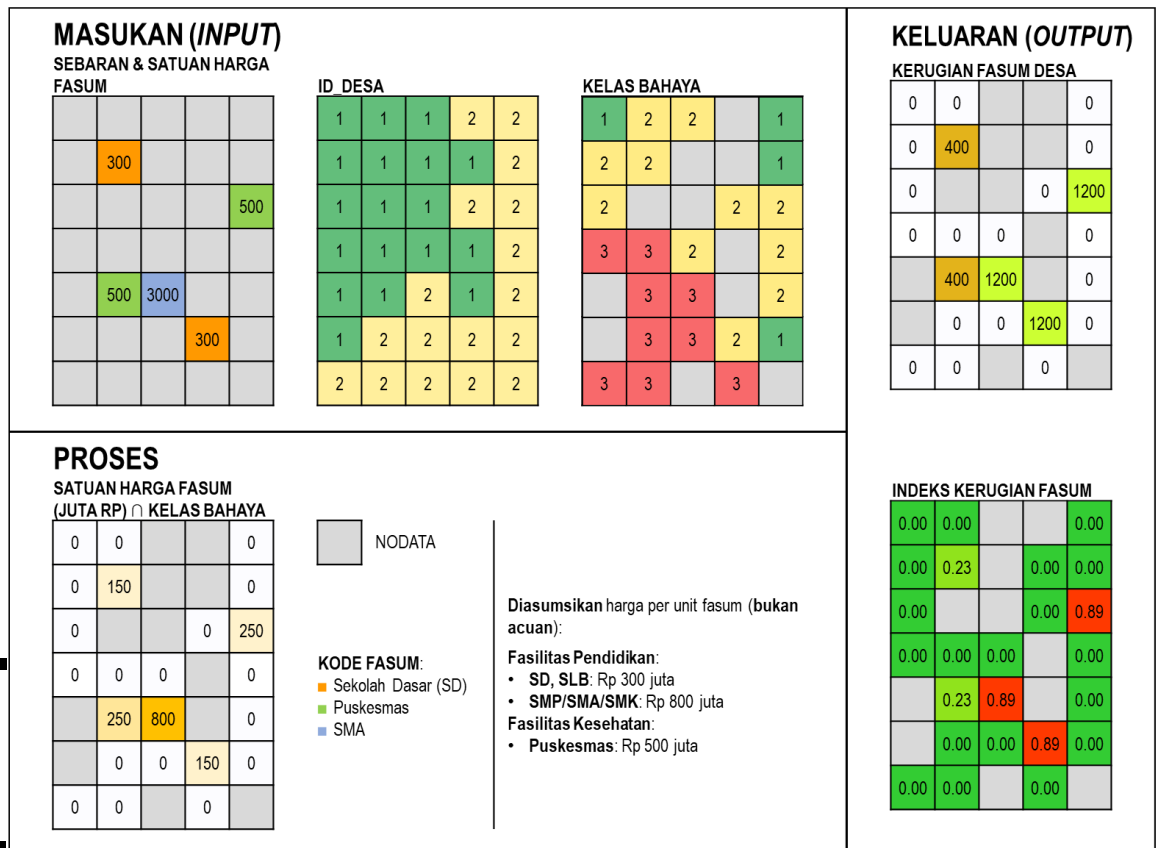
ANALISIS KERENTANAN

bangunan fasum dengan melakukan penyesuaian terhadap kelas bahaya (kategori kerusakan) yang ada yaitu:



- **Bahaya Rendah** ~ tidak ada kerusakan;
- **Bahaya Sedang** ~ 50% dari satuan harga daerah untuk rusak ringan;
- **Bahaya Tinggi** ~ 50% dari satuan harga daerah untuk rusak sedang dan 50% dari satuan harga daerah untuk rusak berat;

Nilai rupiah fasum yang dihasilkan berdasarkan penyesuaian terhadap masing-masing kelas bahaya didefinisikan sebagai nilai kerugian fasum. Angka 50% merupakan nilai asumsi bahwa tidak semua bangunan fasum mengalami kerusakan di dalam area potensi bahaya.



Gambar 3-55:
Ilustrasi cara menyusun indeks kerugian rumah

Berdasarkan ilustrasi tersebut, tahapan proses analisisnya adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan *toolbox Point to Raster* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer POI_Fasum* yang berupa *point* dijadikan sebagai data masukan.
- ✓ Pilih **HARGA** sebagai **Value field**
- ✓ Tentukan **Cellsize** berdasarkan ukuran grid/sel dari data **InariskPop** yaitu 100. Simpan sebagai data **RP_Fasum100**



Agar diperoleh hasil keluaran data raster **RP_Fasum100** yang sesuai dengan cakupan posisi setiap grid/sel dari data **Distribusi_Kepadatan_Penduduk100**, maka sebaiknya dilakukan pengaturan lanjutan melalui tombol **Environments**. Pengaturan dilakukan

ANALISIS KERENTANAN

pada **Processing Extent**, kemudian pada pilihan **Snap Raster** dipilih *layer* **Distribusi_Kepadatan_Penduduk100** (sebagai contoh, lihat **Gambar 2-7**).

- ✓ Gunakan *toolbox* **Raster Calculator** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer* **RP_Fasum100** dan **Kelas_Bahaya100** digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
Con(IsNull(Con("Kelas_Bahaya100" == 1, 0, Con("Kelas_Bahaya100" == 2, 0.5 * "RP_Fasum100", "RP_Fasum100"))) == 0, Con("Kelas_Bahaya100" == 1, 0, Con("Kelas_Bahaya100" == 2, 0.5 * "RP_Fasum100", "RP_Fasum100")), 0)
```

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Kerugian_Fasum100**

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan nilai kerugian fasum berdasarkan kelas bahaya.

- ✓ Gunakan *toolbox* **Raster Calculator** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer* **Kerugian_Fasum100**, **RP_Fasum100** dan **ID_Desa100** digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
Con("RP_Fasum_Bahaya100" == 0, 0, ZonalStatistics("ID_Desa100", "Value", "Kerugian_Fasum100", "SUM"))
```

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Kerugian_Fasum_Desa100**

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan data keluaran berupa jumlah nilai kerugian fasum secara kumulatif per desa/kelurahan.

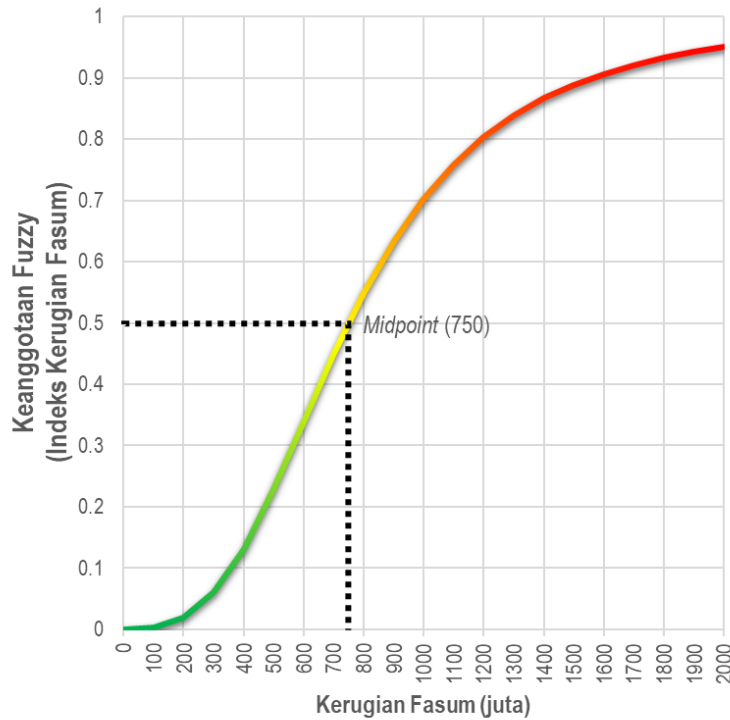


Selanjutnya, proses perhitungan indeks kerugian fasum mengacu pada **Tabel 3-4** dengan menggunakan pendekatan logika *fuzzy*. Nilai keanggotaan *fuzzy* untuk nilai kerugian rumah mengikuti aturan bahwa semakin besar nilai kerugian (>1 milyar), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* akan semakin mendekati nilai 1 atau berada pada rentang nilai yang dapat disebut sebagai kelas kerugian tinggi. Sebaliknya, semakin rendah nilai kerugian (<500 juta), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* akan semakin mendekati nilai 0 atau berada pada rentang nilai yang dapat disebut sebagai kelas kerugian rendah.



Berdasarkan hal tersebut, maka hasil yang sesuai didasarkan pada nilai kerugian fasum yang berada pada titik tengah (*midpoint*) keanggotaan *fuzzy* (0.5) yang ditentukan adalah 750 dengan nilai penyebaran (*spread*) yang ditentukan adalah 3.

ANALISIS KERENTANAN



Kerugian Fasum (juta)	Indeks	Kelas
0	0.000	Rendah
100	0.002	Rendah
200	0.019	Rendah
300	0.060	Rendah
400	0.132	Rendah
500	0.229	Rendah
600	0.339	Sedang
700	0.448	Sedang
800	0.548	Sedang
900	0.633	Sedang
1000	0.703	Tinggi
1100	0.759	Tinggi
1200	0.804	Tinggi
1300	0.839	Tinggi
1400	0.867	Tinggi
1500	0.889	Tinggi
1600	0.907	Tinggi
1700	0.921	Tinggi
1800	0.933	Tinggi
1900	0.942	Tinggi
2000	0.950	Tinggi

Gambar 3-56:

Kurva model S (asimetrik kiri) keanggotaan fuzzy kerugian fasum

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Kerugian_Fasum_Desa100* yang telah dihasilkan sebelumnya digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
Con("Kerugian_Fasum_Desa100" == 0, 0,
FuzzyMembership("Kerugian_Fasum_Desa100", FuzzyLarge(750, 3)))
```

Pada kolom yang tersedia. Simpan sebagai data **Indeks_Kerugian_Fasum**

Fasilitas Kritis



Parameter fasilitas kritis (faskris) dalam kajian kerentanan fisik merupakan banyaknya faskris yaitu bangunan yang berfungsi selama keadaan darurat sangat penting (kritis), yang berpotensi (rentan) mengalami kerusakan dan menimbulkan kerugian di dalam area potensi bahaya di dalam suatu desa/kelurahan.

Faskris dapat dikategorikan sebagai jenis bangunan infrastruktur penting yang dapat mengalami kegagalan fungsi ketika terdampak bencana. Jenis faskris antara lain bandara, pelabuhan, pembangkit listrik dan lain-lain.



Secara umum, data spasial faskris telah banyak tersedia. Pemanfaatan data spasial fasum yang dapat berupa titik (*point*) atau area (*polygon*), telah banyak digunakan untuk kajian kerentanan dan risiko bencana. **Kebutuhan minimal** jenis data faskris untuk analisis kerentanan yaitu data **lokasi bangunan bandara**, **lokasi bangunan pelabuhan**, dan **lokasi bangunan pembangkit listrik** yang terdapat pada suatu wilayah kabupaten/kota. Adapun data selain data yang disebutkan, dapat ditambahkan sesuai kebutuhan masing-masing kabupaten/kota yang sedang melakukan kajian risiko bencana.

ANALISIS KERENTANAN

Analisis potensi kerugian faskris dilakukan berdasarkan acuan satuan harga masing-masing Pemerintah Daerah atau Pemerintah Pusat dalam menganggarkan perbaikan atau pembangunan kembali bangunan faskris dengan melakukan penyesuaian terhadap kelas bahaya (kategori kerusakan) yang ada yaitu:

PENTING



- **Bahaya Rendah** ~ tidak ada kerusakan;
- **Bahaya Sedang** ~ 50% dari satuan harga untuk rusak ringan;
- **Bahaya Tinggi** ~ 50% dari satuan harga untuk rusak sedang dan 50% dari satuan harga daerah untuk rusak berat;

Nilai rupiah faskris yang dihasilkan berdasarkan penyesuaian terhadap masing-masing kelas bahaya didefinisikan sebagai nilai kerugian faskris. Angka 50% merupakan nilai asumsi bahwa tidak semua bangunan faskris mengalami kerusakan di dalam area potensi bahaya.

Berdasarkan ilustrasi tersebut, tahapan proses analisisnya adalah sebagai berikut:

TIPS



- ✓ Gunakan *toolbox Point to Raster* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer POI_Faskris* yang berupa *point* dijadikan sebagai data masukan.
- ✓ Pilih "HARGA" sebagai **Value field**
- ✓ Tentukan **Cellsize** berdasarkan ukuran grid/sel dari data **InariskPop** yaitu 100. Simpan sebagai data **RP_Faskris100**

Agar diperoleh hasil keluaran data raster **RP_Faskris100** yang sesuai dengan cakupan area (*extent*) dan posisi setiap grid/sel dari data **Distribusi_Kepadatan_Penduduk100**, maka sebaiknya dilakukan pengaturan lanjutan melalui tombol **Environments**. Pengaturan dilakukan pada **Processing Extent**, kemudian pada pilihan **Snap Raster** dipilih *layer Distribusi_Kepadatan_Penduduk100* (sebagai contoh, lihat **Gambar 2-7**).

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer RP_Faskris100* dan **Kelas_Bahaya100** digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
Con("Kelas_Bahaya100" == 1, 0, Con("Kelas_Bahaya100" == 2, 0.5 * "RP_Faskris100", "RP_Faskris100"))
```

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Kerugian_Faskris100**

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan nilai kerugian faskris berdasarkan kelas bahaya.

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer RP_Faskris100*, **Kerugian_Faskris100** dan **ID_Desa100** digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

ANALISIS KERENTANAN

Con("RP_Faskris100" == 0, 0, ZonalStatistics("ID_Desa100", "Value", "Kerugian_Faskris100", "SUM"))

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Kerugian_Faskris_Desa100**

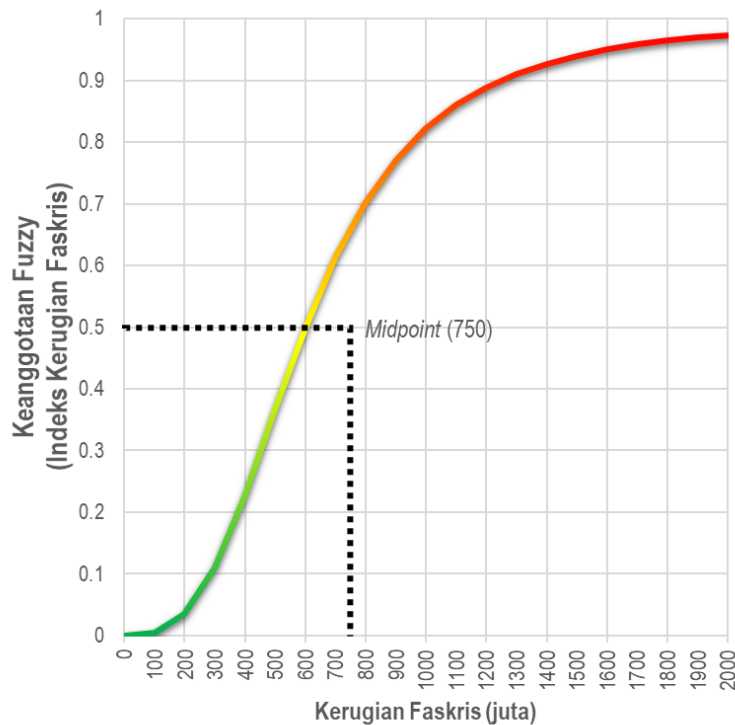
Cara ini dilakukan untuk menghasilkan data keluaran berupa data jumlah nilai kerugian faskris secara kumulatif per desa/kelurahan.



Selanjutnya, proses perhitungan indeks kerugian faskris mengacu pada **Tabel 3-4** dengan menggunakan pendekatan logika *fuzzy*. Nilai keanggotaan *fuzzy* untuk nilai kerugian faskris mengikuti aturan bahwa semakin besar nilai kerugian (>1 milyar), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* akan semakin mendekati nilai 1 atau berada pada rentang nilai yang dapat disebut sebagai kelas kerugian tinggi. Sebaliknya, semakin rendah nilai kerugian (<500 juta), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* akan semakin mendekati nilai 0 atau berada pada rentang nilai yang dapat disebut sebagai kelas kerugian rendah.



Berdasarkan hal tersebut, maka hasil yang sesuai didasarkan pada nilai kerugian fasum yang berada pada titik tengah (*midpoint*) keanggotaan *fuzzy* (0.5) yang ditentukan adalah 750 dengan nilai penyebaran (*spread*) yang ditentukan adalah 3.



Kerugian Faskris (juta)	Indeks	Kelas
0	0.000	Rendah
100	0.002	Rendah
200	0.019	Rendah
300	0.060	Rendah
400	0.132	Rendah
500	0.229	Rendah
600	0.339	Sedang
700	0.448	Sedang
800	0.548	Sedang
900	0.633	Sedang
1000	0.703	Tinggi
1100	0.759	Tinggi
1200	0.804	Tinggi
1300	0.839	Tinggi
1400	0.867	Tinggi
1500	0.889	Tinggi
1600	0.907	Tinggi
1700	0.921	Tinggi
1800	0.933	Tinggi
1900	0.942	Tinggi
2000	0.950	Tinggi

Gambar 3-57:

Kurva model S (asimetrik kiri) keanggotaan fuzzy kerugian fasum

- ✓ Gunakan *toolbox Fuzzy Membership* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Kerugian_Faskris_Desa100* yang telah dihasilkan sebelumnya digunakan sebagai data masukan pada **Input Raster**.

ANALISIS KERENTANAN

- ✓ Pilih **Large** pada opsi **Membership type** (tipe keanggotaan *fuzzy*). Isi **Midpoint** dengan nilai **750** dan **Spread** dengan nilai **3**. Simpan sebagai data **Indeks_Kerugian_Fasum100**

Indeks Kerentanan Fisik

Setelah diperoleh data indeks masing-masing parameter penyusun kerentanan fisik, maka proses selanjutnya adalah menggabungkan semua indeks parameter menjadi indeks kerentanan fisik dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Vf = FM(0.4v_{rm}) + FM(0.3v_{fu}) + FM(0.3v_{fk}) \quad (3.7)$$

dimana, **Vs** adalah indeks kerentanan sosial; **FM** adalah fungsi keanggotaan *fuzzy*; **v_{rm}** adalah indeks kerugian rumah; **v_{fu}** adalah indeks kerugian fasum; **v_{fk}** adalah indeks kerugian faskris.

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Indeks_Rumah100*, *Indeks_Fasum100*, dan *Indeks_Faskris100* digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

FuzzyOverlay([(0.4 * "Indeks_Rumah100"), (0.3 * "Indeks_Fasum100"), (0.3 * "Indeks_Faskris100")], "SUM")

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Indeks_Kerentanan_Fisik100**

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan data keluaran berupa data indeks kerentanan fisik dengan pendekatan logika *fuzzy*.

3.2.3. Kerentanan Ekonomi

Kerentanan ekonomi terdiri dari parameter PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) dan lahan produktif. Masing-masing parameter dianalisis dengan menggunakan metode MCDA berdasarkan Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 untuk memperoleh nilai indeks kerentanan ekonomi.

Tabel 3-5 Penentuan Bobot dan Indeks masing-masing Paramater Kerentanan Ekonomi

Parameter	Bobot (%)	Kelas		
		Rendah (0 - 0.333)	Sedang (0.334 - 0.666)	Tinggi (0.667 - 1.000)
PDRB	40	<100 juta	100 juta – 300 juta	>300 juta
Lahan Produktif	60	<50 juta	50 juta – 200 juta	>200 juta

ANALISIS KERENTANAN

Kontribusi PDRB



Parameter PDRB dalam kajian kerentanan ekonomi dianalisis sebagai nilai kontribusi PDRB sektor yang terkait dengan lahan produktif yang dapat terdampak secara langsung (*direct impact*) oleh kejadian bencana. PDRB sektor lahan produktif, khususnya sektor pertanian dapat diukur dan dianalisis secara spasial dengan pendekatan pada penggunaan lahan yang di suatu daerah.

LAPANGAN USAHA/INDUSTRY	
(1)	
A	Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan/Agriculture, Forestry and Fishing
	1 Pertanian, Peternakan, Perburuan dan Jasa Pertanian/Agriculture, Livestock, Hunting and Agriculture Services
	a. Tanaman Pangan/Food Crops
	b. Tanaman Hortikultura/Horticultural Crops
	c. Tanaman Perkebunan/Plantation Crops
	d. Peternakan/Livestock
	e. Jasa Pertanian dan Perburuan/Agriculture Services and Hunting
	2 Kehutanan dan Penebangan Kayu/Forestry and Logging
	3 Perikanan/Fishery

Gambar 3-58:

Contoh klasifikasi sektor produktif pertanian

Jenis sektor pertanian yang tersedia pada data PDRB masing-masing kabupaten/kota dapat disandingkan dengan data penggunaan/penutup lahan (*landuse/landcover*) menggunakan contoh reklasifikasi sebagai berikut.

Tabel 3-6

Contoh Reklasifikasi PDRB Sektor Pertanian dengan Data Penggunaan/Penutup Lahan

Sub Sektor Pertanian/ Lahan Produktif	Penggunaan/Penutup Lahan
Tanaman Pangan	Lahan Pertanian (Sawah, Tegalan/Ladang, Pertanian Lahan Kering)
Tanaman Hortikultura	
Tanaman Perkebunan	Kebun/Perkebunan
Kehutanan	Hutan
Perikanan	Tambak/Empang

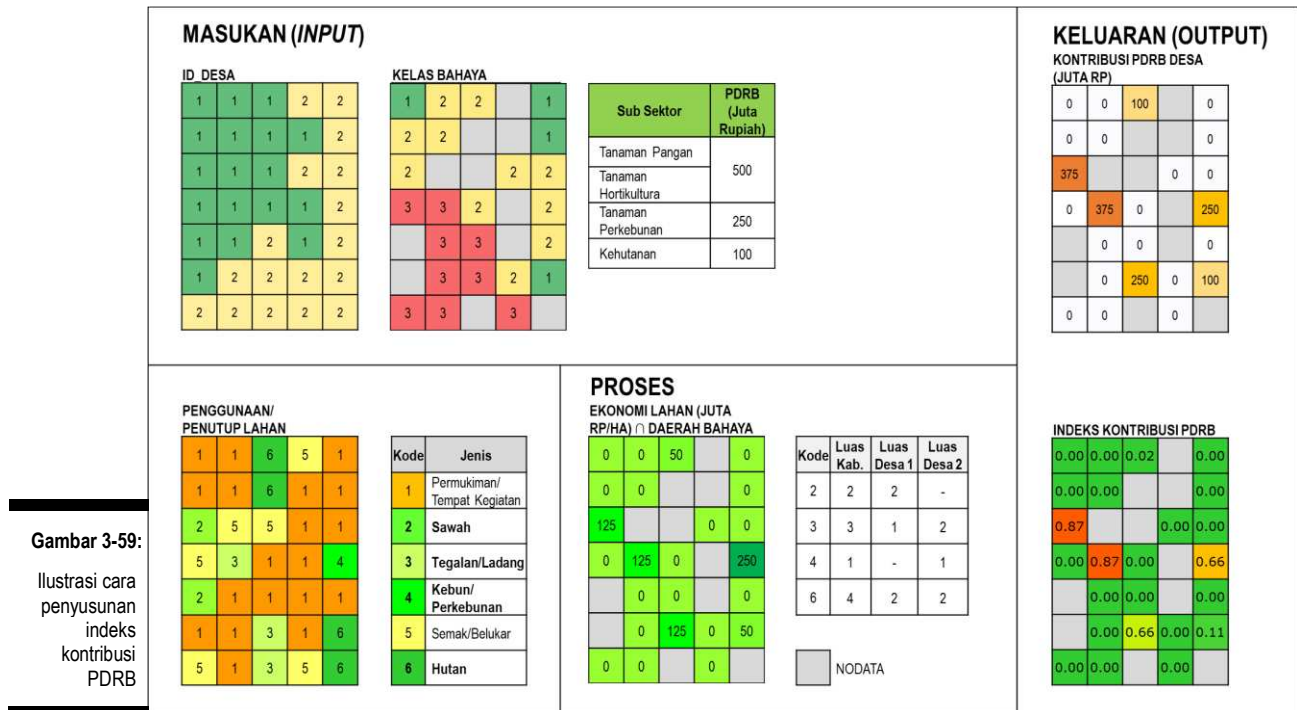
Analisis spasial nilai kontribusi PDRB untuk kerentanan ekonomi dapat dilakukan hingga pada level desa/kelurahan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$e_{ij} = \frac{B_i}{L_j} \quad (3.8)$$

$$E_{ij} = e_{ij} \times Ld_{ij} \quad (3.9)$$

ANALISIS KERENTANAN

dimana, e_{ij} adalah nilai ekonomi lahan (Rp/Ha) pada jenis lahan ke- i dan ke- j ; E_{ij} adalah nilai kontribusi PDRB (Rp) pada jenis lahan ke- i dan pada desa/kelurahan ke- j ; B_i adalah nilai PDRB (Rp) sub sektor pada jenis lahan ke- i di level kabupaten/kota; L_i adalah luas jenis lahan ke- j di level kabupaten/kota; Ld_{ij} adalah luas jenis lahan ke- i dan desa ke- j .



Gambar 3-59:

Ilustrasi cara penyusunan indeks kontribusi PDRB

Berdasarkan ilustrasi tersebut, tahapan proses analisisnya adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan **toolbox Polygon to Raster** yang tersedia pada *ArcToolbox*
 - ✓ Data **layer Penutup_Lahan** yang telah diolah sebelumnya dengan penambahan kolom atribut reklasifikasi dan nilai PDRB, digunakan sebagai data masukan.
 - ✓ Pilih **REKLAS_PDRB** sebagai **Value field**. Nilai 0 pada baris atribut merupakan nilai untuk klasifikasi lahan non-DRB.
 - ✓ Tentukan **Cellsize** berdasarkan ukuran grid/sel dari data **Daerah_Bahaya100** yaitu 100. Simpan sebagai data **Kelas_PDRB100**
- Agar diperoleh hasil keluaran data raster **Kelas_PDRB100** yang sesuai dengan cakupan area (*extent*) dan posisi setiap grid/sel dari data **Distribusi_Kepadatan_Penduduk100**, maka sebaiknya dilakukan pengaturan lanjutan melalui tombol **Environments**. Pengaturan dilakukan pada **Processing Extent**, kemudian pada pilihan **Extent** dan **Snap Raster** masing-masing dipilih **layer Distribusi_Kepadatan_Penduduk100** (sebagai contoh, lihat **Gambar 2-7**).
- ✓ Ulangi proses diatas dengan data masukan yang sama untuk menghasilkan data **RP_PDRB100**, pilih **PDRB** sebagai **Value field**.

ANALISIS KERENTANAN

- ✓ Gunakan *toolbox* **Raster Calculator** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer* **Kelas_PDRB100** dan **RP_PDRB100** digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
Con("Kelas_PDRB100" == 0, 0, "RP_PDRB100" / Lookup("Kelas_PDRB100", "Count"))
```

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **RPHA_Ekonomi100**

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan nilai ekonomi lahan (Rp/Ha) berdasarkan pendekatan nilai kontribusi PDRB untuk sektor lahan produktif.



- ✓ Gunakan *toolbox* **Raster Calculator** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer* **RPHA_Ekonomi100**, **Kelas_PDRB100** dan **ID_Desa100** digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
Con("Kelas_PDRB100" == 0, 0, Lookup(Combine(["ID_Desa100", "Kelas_PDRB100"]), "Count") * "RPHA_Ekonomi100")
```

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Kontribusi_PDRB_Desa100**

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan nilai kontribusi PDRB (Rp) di tingkat desa/kelurahan.



Agar diperoleh hasil keluaran data raster **Kontribusi_PDRB_Desa100** yang sesuai dengan cakupan area (*extent*) dan posisi setiap grid/sel dari data **Kelas_Bahaya100**, maka sebaiknya dilakukan pengaturan lanjutan melalui tombol **Environments**. Pengaturan dilakukan pada **Processing Extent**, kemudian pada pilihan **Extent** dan **Snap Raster** masing-masing dipilih *layer* **Kelas_Bahaya100**, dan pada **Raster Analysis** pada pilihan **Mask** dipilih **Kelas_Bahaya100** (lihat **Gambar 2-7**).

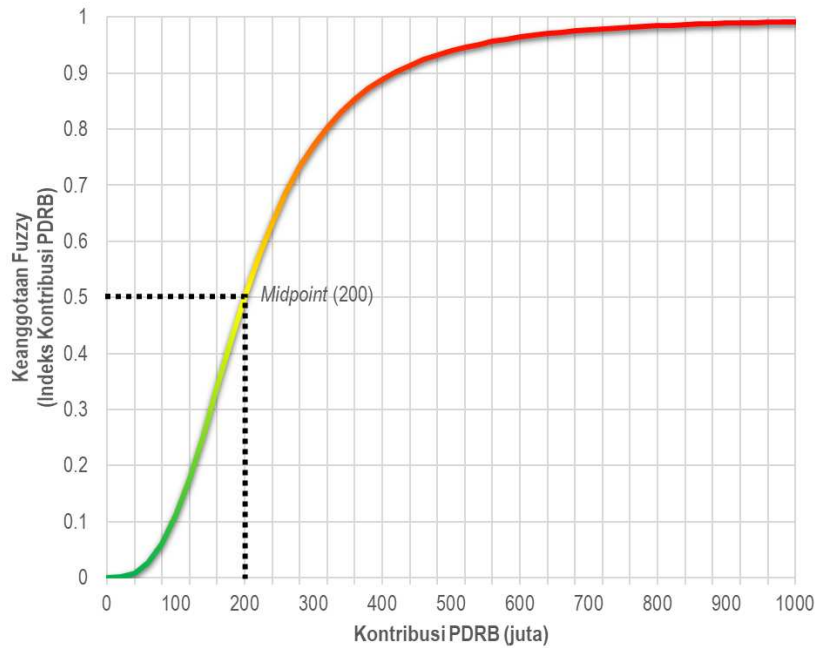


Selanjutnya, proses perhitungan indeks kontribusi PDRB mengacu pada **Tabel 3-6** dengan menggunakan pendekatan logika *fuzzy*. Nilai keanggotaan *fuzzy* untuk nilai kontribusi PDRB mengikuti aturan bahwa semakin besar nilai kontribusi (>300 juta), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* akan semakin mendekati nilai 1 atau berada pada rentang nilai yang dapat disebut sebagai kelas tinggi. Sebaliknya, semakin rendah nilai kerugian (<100 juta), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* akan semakin mendekati nilai 0 atau berada pada rentang nilai yang dapat disebut sebagai kelas kerugian rendah.



Berdasarkan hal tersebut, maka hasil yang sesuai didasarkan pada nilai kontribusi PDRB yang berada pada titik tengah (*midpoint*) keanggotaan *fuzzy* (0.5) yang ditentukan adalah 200 dengan nilai penyebaran (*spread*) yang ditentukan adalah 3.

ANALISIS KERENTANAN



Kontribusi PDRB (juta)	Indeks	Kelas
0	0.000	Rendah
20	0.001	Rendah
50	0.015	Rendah
100	0.111	Rendah
150	0.297	Rendah
200	0.500	Sedang
250	0.661	Sedang
300	0.771	Tinggi
350	0.843	Tinggi
400	0.889	Tinggi
450	0.919	Tinggi
500	0.940	Tinggi
550	0.954	Tinggi
600	0.964	Tinggi
650	0.972	Tinggi
700	0.977	Tinggi
750	0.981	Tinggi
800	0.985	Tinggi
850	0.987	Tinggi
900	0.989	Tinggi
950	0.991	Tinggi
1000	0.992	Tinggi

Gambar 3-60:

Kurva model S (asimetrik kiri) keanggotaan fuzzy kontribusi PDRB

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Kontribusi_PDRB_Desa100* yang telah dihasilkan sebelumnya digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

Con("Kontribusi_PDRB_Desa100" == 0, 0, FuzzyMembership("Kontribusi_PDRB_Desa100", FuzzyLarge(200, 3)))

Pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Indeks_Kontribusi_PDRB**

Lahan Produktif



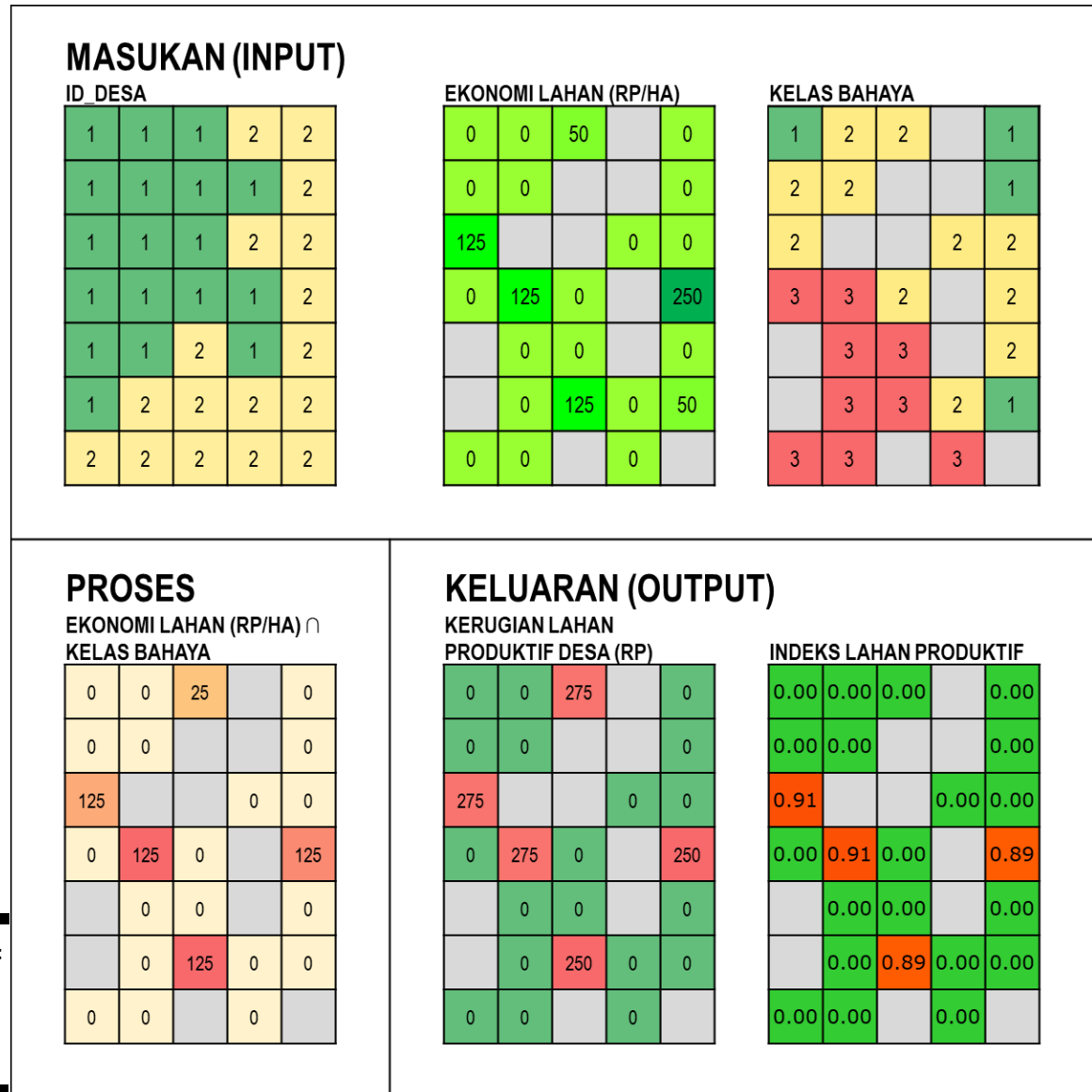
Parameter lahan produktif dalam kajian kerentanan ekonomi dianalisis sebagai jumlah kerugian yang dapat timbul (potensi) akibat lahan produktif yang secara umum merupakan lahan-lahan pertanian (lahan pangan, perkebunan, dan perikanan darat) berada pada daerah yang berpotensi terdampak (bahaya) bencana.



Acuan nilai ekonomi lahan produktif menggunakan data hasil analisis kontribusi PDRB dengan melakukan penyesuaian kondisi terhadap kelas bahaya yang ada yaitu dengan asumsi:

- **Bahaya Rendah** ~ tidak ada kerugian;
- **Bahaya Sedang** ~ 50% jumlah kerugian lahan produktif;
- **Bahaya Tinggi** ~ 100% jumlah kerugian lahan produktif;

ANALISIS KERENTANAN



Gambar 3-61:

Ilustrasi cara penyusunan indeks kerugian lahan produktif

Berdasarkan ilustrasi tersebut, tahapan proses analisisnya adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan *toolbox* **Raster Calculator** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer* **Kelas_Bahaya100** dan **RPHA_Ekonomi100** digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

Con("Kelas_Bahaya100" == 1, 0, Con("Kelas_Bahaya100" == 2, "RPHA_Ekonomi100" * 0.5, "RPHA_Ekonomi100"))

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Kerugian_Lapro100**

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan data keluaran berupa data nilai kerugian lahan produktif (Rp/Ha) yang disesuaikan dengan kelas bahaya.

ANALISIS KERENTANAN

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Kerugian_Lapro100* dan *ID_Desa100* digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

Con("RPHA_Lapro100" == 0, 0, ZonalStatistics("ID_Desa100", "Value", "Kerugian_Lapro100", "SUM"))

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Kerugian_Lapro_Desa100**

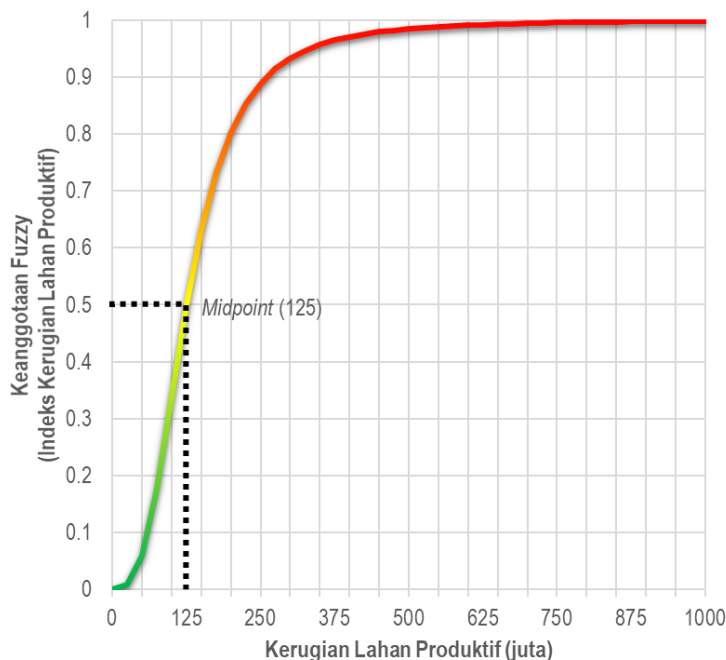
Cara ini dilakukan untuk menghasilkan data keluaran berupa data jumlah nilai kerugian lahan produktif (Ha) secara kumulatif per desa/kelurahan.



Selanjutnya, proses perhitungan indeks lahan produktif mengacu pada **Tabel 3-6** dengan menggunakan pendekatan logika *fuzzy*. Nilai keanggotaan *fuzzy* untuk nilai lahan produktif mengikuti aturan bahwa semakin besar nilai lahan produktif (>200 juta), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* akan semakin mendekati nilai 1 atau berada pada rentang nilai yang dapat disebut sebagai kelas tinggi. Sebaliknya, semakin rendah nilai kerugian (<50 juta), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* akan semakin mendekati nilai 0 atau berada pada rentang nilai yang dapat disebut sebagai kelas kerugian rendah.



Berdasarkan hal tersebut, maka hasil yang sesuai didasarkan pada nilai kontribusi PDRB yang berada pada titik tengah (*midpoint*) keanggotaan *fuzzy* (0.5) yang ditentukan adalah 125 dengan nilai penyebaran (*spread*) yang ditentukan adalah 3.



Kerugian Lahan Produktif (juta)	Indeks	Kelas
0	0.000	Rendah
25	0.008	Rendah
50	0.060	Rendah
75	0.178	Rendah
100	0.339	Sedang
125	0.500	Sedang
150	0.633	Sedang
175	0.733	Tinggi
200	0.804	Tinggi
300	0.933	Tinggi
400	0.970	Tinggi
500	0.985	Tinggi
600	0.991	Tinggi
700	0.994	Tinggi
800	0.996	Tinggi
900	0.997	Tinggi
1000	0.998	Tinggi

Gambar 3-62:

Kurva model S (asimetrik kiri) keanggotaan *fuzzy* kerugian lahan produktif

ANALISIS KERENTANAN

- ✓ Gunakan *toolbox* **Fuzzy Membership** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer* **Kerugian_Lapro_Desa100** yang telah dihasilkan sebelumnya digunakan sebagai data masukan pada **Input Raster**.

Con("Kerugian_Lapro_Desa100" == 0, 0, FuzzyMembership("Kerugian_Lapro_Desa100", FuzzyLarge(125, 3)))

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Indeks_Kerugian_Lapro100**

Indeks Kerentanan Ekonomi

Setelah diperoleh data indeks masing-masing parameter penyusun kerentanan ekonomi, maka proses selanjutnya adalah menggabungkan semua indeks parameter menjadi indeks kerentanan ekonomi dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Ve = FM(0.6v_{pd}) + FM(0.4v_{lp}) \quad (3.9)$$

dimana, **Ve** adalah indeks kerentanan ekonomi; **FM** adalah fungsi keanggotaan *fuzzy*; **v_{pd}** adalah indeks kontribusi PDRB; **v_{lp}** adalah indeks kerugian lahan produktif.

- ✓ Gunakan *toolbox* **Raster Calculator** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer* **Indeks_Kontribusi_PDRB100**, dan **Indeks_Kerugian_Lapro100** digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

FuzzyOverlay([(0.6 * "Indeks_Kontribusi_PDRB100"), (0.4 * "Indeks_Kerugian_Lapro100")], "SUM")

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Indeks_Kerentanan_Ekonomi100**

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan data keluaran berupa data indeks kerentanan fisik dengan pendekatan logika *fuzzy*.

3.2.4. Kerentanan Lingkungan

Kerentanan lingkungan terdiri dari parameter **hutan lindung**, **hutan alam**, **hutan bakau/mangrove**, **semak/belukar**, dan **rawa**. Masing-masing parameter digunakan berdasarkan jenis bencana yang telah ditentukan dan dianalisis dengan menggunakan metode MCDA berdasarkan Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 untuk memperoleh nilai indeks kerentanan lingkungan.

Parameter	Kelas			
	Rendah (0 - 0.333)	Sedang (0.334 - 0.666)	Tinggi (0.667 - 1.000)	Midpoint (min+(max-min/2))
Hutan Lindung ^{a,b,c,d,e,f,g,h}	<20 Ha	20 – 50 Ha	>50 Ha	35
Hutan Alam ^{a,b,c,d,e,f,g,h}	<25 Ha	25 – 75 Ha	>75 Ha	50
Hutan Bakau/Mangrove ^{a,b,c,d,e,f,g,h}	<10 Ha	10 – 30 Ha	>30 Ha	20
Semak Belukar ^{a,b,c,d,e,f,g}	<10 Ha	10 – 30 Ha	>30 Ha	20
Rawa ^{e,f,g}	<5 Ha	5 – 20 Ha	>20 Ha	12.5

Keterangan: a) Tanah Longsor, b) Letusan Gunungapi, c) Kekeringan, d) Kebakaran Hutan dan Lahan, e) Banjir, f) Banjir Bandang, g) Gelombang Ekstrim dan Abrasi, dan h) GEA.

ANALISIS KERENTANAN



Analisis parameter kerentanan lingkungan tidak melibatkan pembobotan antar parameter karena merupakan data spasial yang tidak saling bersinggungan dan dapat tersedia langsung pada data penggunaan/penutup lahan. Masing-masing parameter dalam kajian kerentanan lingkungan dianalisis sebagai jumlah luasan (Ha) lahan yang berfungsi ekologis lingkungan yang berpotensi (terdampak) mengalami kerusakan akibat berada dalam suatu daerah (bahaya) bencana. Penyesuaian kondisi parameter terhadap masing-masing kelas bahaya dapat diasumsikan sebagai berikut:

PENTING



- **Bahaya Rendah** ~ tidak ada kerusakan;
- **Bahaya Sedang** ~ 50% luasan lingkungan terdampak kerusakan;
- **Bahaya Tinggi** ~ 100% luasan lingkungan terdampak kerusakan;

Berdasarkan ilustrasi pada **Gambar 3-30**, tahapan proses analisisnya adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan *toolbox Polygon to Raster* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Penutup_Lahan* yang berupa *polygon* telah diolah sebelumnya dengan penambahan kolom atribut reklasifikasi kategori lingkungan, digunakan sebagai data masukan.
- ✓ Pilih **LINGKUNGAN** sebagai **Value field**. Nilai 0 pada baris atribut merupakan nilai untuk klasifikasi lahan non-lingkungan.
- ✓ Tentukan **Cellsize** berdasarkan ukuran grid/sel dari data **Kelas_Bahaya100** yaitu 100. Simpan sebagai data **Kelas_Lingkungan100**



Agar diperoleh hasil keluaran data raster **Kelas_Lingkungan100** yang sesuai dengan cakupan area (*extent*) dan posisi setiap grid/sel dari data **Kelas_Bahaya100**, maka sebaiknya dilakukan pengaturan lanjutan melalui tombol **Environments**. Pengaturan dilakukan pada **Processing Extent**, kemudian pada pilihan **Extent** dan **Snap Raster** masing-masing dipilih *layer Kelas_Bahaya100*, dan pada **Raster Analysis** pada pilihan **Mask** dipilih **Kelas_Bahaya100** (sebagai contoh, lihat **Gambar 2-7**).

ANALISIS KERENTANAN

MASUKAN (INPUT)

ID DESA

1	1	1	2	2
1	1	1	1	2
1	1	1	2	2
1	1	1	1	2
1	1	2	1	2
1	2	2	2	2
2	2	2	2	2

PENGUNAAN/ PENUTUP LAHAN

1	1	6	5	1
1	1	6	1	1
2	5	5	1	1
5	3	1	1	4
2	1	1	1	4
1	1	3	1	6
5	1	3	5	6

KELAS BAHAYA

1	2	2		1
2	2			1
2			2	2
3	3	2		2
	3	3		2
	3	3	2	1
3	3		3	

PROSES

KATEGORI LINGKUNGAN

0	0	1		0
0	0			0
0			0	0
4	0	0		0
	0	0		0
	0	0	0	2
4	0		4	

Kode	Jenis
0	Non-Lingkungan
1	Hutan Lindung
2	Hutan Alam
4	Semak/Belukar
	NODATA

LUAS LINGKUNGAN (HA)

0	0	0.5		0
0	0			0
0			0	0
1	0	0		0
	0	0		0
	0	0	0	0
1	0		1	

KELUARAN (OUTPUT)

LUAS LINGKUNGAN DESA (HA)

0	0	0.5		0
0	0			0
0			0	0
1	0	0		0
	0	0		0
	0	0	0	0
2	0		2	

INDEKS KERUSAKAN LINGKUNGAN

0.00	0.00	0.00		0.00
0.00	0.00			0.00
0.00			0.00	0.00
0.00	0.00	0.00		0.00
	0.00	0.00		0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00		0.00	

Nilai luasan lingkungan yang dijadikan sebagai nilai indeks merupakan total luasan dari masing-masing parameter pada tingkat desa/kelurahan.

Gambar 3-63:

Ilustrasi cara penyusunan indeks kerusakan lingkungan

ANALISIS KERENTANAN

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Kelas_Lingkungan100*, *Kelas_Bahaya100* dan *ID_Desa100* digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
Con("Kelas_Bahaya100" == 1, 0, Con(("Kelas_Bahaya100" == 2) &
("Kelas_Lingkungan100" != 0),
Lookup(Combine(["ID_Desa100","Kelas_Bahaya100","Kelas_Lingkungan100"]),
"Count") * 0.5, Con(("Kelas_Bahaya100" == 3) & ("Kelas_Lingkungan100" != 0),
Lookup(Combine(["ID_Desa100","Kelas_Bahaya100","Kelas_Lingkungan100"]),
"Count"), 0)))
```

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Luas_Lingkungan100**.

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan nilai total luasan (Ha) masing-masing parameter/kelas lingkungan per desa/kelurahan.

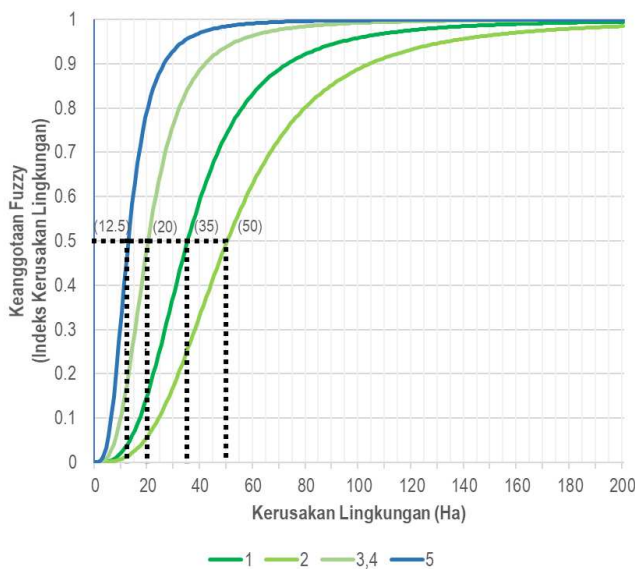
Indeks Kerentanan Lingkungan



Proses perhitungan indeks kerentanan lingkungan mengacu pada **Tabel 3-7** yaitu berdasarkan total luas masing-masing parameter di tingkat desa dengan menggunakan pendekatan logika *fuzzy*.



Nilai keanggotaan *fuzzy* masing-masing parameter juga mengacu pada **Tabel 3-6** untuk nilai midpoint-nya dan nilai penyebaran (*spread*) yang ditentukan adalah 3. Indeks kerentanan lingkungan merupakan indeks dari dari masing-masing parameter lingkungan dengan tipe *fuzzy* kurva asimetrik kanan (*fuzzy Large*).



Kerusakan Lingkungan (Ha)	Indeks Kerusakan Lingkungan			
	1	2	3,4	5
0	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.003	0.001	0.015	0.060
10	0.023	0.008	0.111	0.339
15	0.073	0.026	0.297	0.633
20	0.157	0.060	0.500	0.804
25	0.267	0.111	0.661	0.889
30	0.386	0.178	0.771	0.933
35	0.500	0.255	0.843	0.956
40	0.599	0.339	0.889	0.970
45	0.680	0.422	0.919	0.979
50	0.745	0.500	0.940	0.985
55	0.795	0.571	0.954	0.988
60	0.834	0.633	0.964	0.991
65	0.865	0.687	0.972	0.993
70	0.889	0.733	0.977	0.994
75	0.908	0.771	0.981	0.995
80	0.923	0.804	0.985	0.996
85	0.935	0.831	0.987	0.997
90	0.944	0.854	0.989	0.997
95	0.952	0.873	0.991	0.998
100	0.959	0.889	0.992	0.998

Gambar 3-64:

Kurva model S (asimetrik kiri) keanggotaan fuzzy kerusakan lingkungan

Keterangan: 1) Hutan Lindung, 2) Hutan Alam, 3) Hutan Bakau/Mangrove, 4) Semak/Belukar, dan 5) Rawa

ANALISIS KERENTANAN

- ✓ Gunakan *toolbox* **Raster Calculator** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer* **Kelas_Lingkungan100**, **Luas_Lingkungan100** dan **ID_Desa100** digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
Con("Luas_Lingkungan100" == 0, 0, Con("Kelas_Lingkungan100" == 1, FuzzyMembership("Luas_Lingkungan100", FuzzyLarge(35, 3)), Con("Kelas_Lingkungan100" == 2, FuzzyMembership("Luas_Lingkungan100", FuzzyLarge(50, 3)), Con("Kelas_Lingkungan100" == 3) & ("Kelas_Lingkungan100" == 4), FuzzyMembership("Luas_Lingkungan100", FuzzyLarge(20, 3)), FuzzyMembership("Luas_Lingkungan100", FuzzyLarge(12.5, 3))))))
```

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Indeks_Kerentanan_Lingkungan100**

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan nilai indeks masing-masing kelas lingkungan yang merupakan indeks kerentanan lingkungan.

3.2.5. Indeks Kerentanan

Setelah semua data hasil analisis komponen kerentanan diperoleh, maka proses selanjutnya adalah membuat peta indeks kerentanan. Indeks kerentanan merupakan gabungan dari semua komponen kerentanan dengan menggunakan **Persamaan 3.1**, dengan menggunakan bobot masing-masing komponen mengacu pada **Tabel 3-1**.

- ✓ Gunakan *toolbox* **Raster Calculator** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer* **Indeks_Rumah100**, **Indeks_Fasum100**, dan **Indeks_Faskris100** digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
FuzzyMembership((0.4 * "Indeks_Kerentanan_Sosial100") + (0.25 * "Indeks_Kerentanan_Fisik100") + (0.25 * "Indeks_Kerentanan_Ekonomi100") + (0.10 * "Indeks_Kerentanan_Lingkungan100"), FuzzyLinear(0, 0.4))
```

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Indeks_Kerentanan100**

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan data keluaran berupa data indeks kerentanan berdasarkan penjumlahan dari semua indeks komponen kerentanan yang telah dikalikan dengan bobot masing-masing dengan pendekatan logika *fuzzy*.

PENTING



Hasil data indeks kerentanan yang diperoleh merupakan data raster dengan ukuran grid/sel 100. Agar dapat dihasilkan indeks risiko bencana sesuai ukuran grid/sel data indeks bahaya, maka harus dilakukan proses perubahan ukuran grid/sel dari 100 menjadi 30 dengan teknik *resampling*. Teknik *resampling* dilakukan dengan tetap mengacu pada cakupan dan posisi grid/sel data indeks bahaya.

- ✓ Gunakan *toolbox* **Resample** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer* **Indeks_Kerentanan100**, digunakan sebagai data masukan pada **Input Raster**

ANALISIS KERENTANAN

- ✓ Pilih *layer* **Indeks_Bahaya_GEA** pada opsi **Output Cell Size**, agar hasil keluaran memiliki ukuran grid/sel 30.
- ✓ Pilih **BILINEAR** pada opsi **Resampling Technique**. Simpan sebagai data **Indeks_Kerentanan_GEA**.



Agar diperoleh hasil keluaran data raster **Indeks_Kerentanan_GEA** yang sesuai dengan cakupan area (*extent*) **Indeks_Bahaya_GEA**, maka sebaiknya dilakukan pengaturan lanjutan melalui tombol **Environments**. Pengaturan dilakukan pada **Processing Extent**, kemudian pada pilihan **Extent** dipilih *layer* **Indeks_Bahaya_GEA**, dan pada **Raster Analysis** pada pilihan **Mask** dipilih **Indeks_Bahaya_GEA** (sebagai contoh, lihat **Gambar 2-7**).

3.3. Pengkajian Kerentanan

Kajian kerentanan dilakukan untuk memperoleh kesimpulan dari hasil analisis masing-masing komponen kerentanan yaitu berupa:

- ✓ **Potensi Penduduk Terpapar**
- ✓ **Potensi Kerugian (Fisik dan Ekonomi)**
- ✓ **Potensi Kerusakan Lingkungan**
- ✓ **Kelas Kerentanan**

3.3.1. Potensi Penduduk Terpapar

Potensi penduduk terpapar dalam kajian kerentanan dianalisis untuk menghasilkan jumlah penduduk dan jumlah penduduk kelompok rentan (rasio jenis kelamin, penduduk umur rentan, penduduk disabilitas, dan penduduk miskin) pada masing-masing kelas bahaya di setiap desa/kelurahan.

Tahapan proses perhitungan potensi penduduk terpapar adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan *toolbox* **Combine** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data **ID_Desa100** dan **Kelas_Bahaya100** digunakan sebagai data masukan pada **Input rasters**.



Cara ini dilakukan untuk menghasilkan data keluaran berupa data gabungan informasi antara ID Desa dengan Kelas Bahaya, sehingga dapat diketahui pengelompokan masing-masing kelas bahaya per desa/kelurahan.

- ✓ Simpan sebagai data **ID_Desa_Bahaya100**.

- ✓ Gunakan *toolbox* **Zonal Statistics as Table** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer* **ID_Desa_Bahaya100** yang telah dihasilkan sebelumnya digunakan sebagai data masukan pada **Input raster or feature zone data**.

ANALISIS KERENTANAN

- ✓ Pilihan **Value** pada opsi **Zone field** dapat dibiarkan secara *default* (otomatis).
- ✓ Pilih *layer* **Distribusi_Kepadatan_Penduduk100** pada opsi **Input value raster**.
- ✓ Pilih **SUM** pada opsi **Statistics type**
Pilihan **SUM** merupakan cara untuk mendapatkan jumlah penduduk di masing-masing kelas bahaya di dalam wilayah desa/kelurahan.
- ✓ Pilih **SUM** pada opsi **Statistics type**. Simpan sebagai data **Tab_Penduduk_Terpapar**

Agar dapat diketahui nama wilayah (desa/kelurahan – provinsi) dari hasil analisis perhitungan jumlah penduduk di masing-masing kelas bahaya di dalam wilayah desa/kelurahan, maka tahapan proses selanjutnya adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan fasilitas **Join** pada *layer* atau pada opsi di dalam atribut tabel **Tab_Penduduk_Terpapar**
- ✓ Pilih *field* **Value** sebagai *field* penghubung (*primary key*) dari data **Tab_Penduduk_Terpapar**
- ✓ Pilih *layer* **ID_Desa_Bahaya100** sebagai data tabel yang akan digabungkan atributnya
- ✓ Pilih *field* **Value** sebagai *field* penghubung (*primary key*) dari data **ID_Desa_Bahaya100**
- ✓ Ulangi lagi proses di atas dengan melakukan **Join** terhadap *layer* **Batas_Administrasi_Desa**.
- ✓ Pilih *field* **OBJECTID** sebagai *field* penghubung (*primary key*) dari data **Batas_Administrasi_Desa**
Perlu diingat bahwa *field* **OBJECTID** yang digunakan merupakan *field* yang telah digunakan untuk membuat data raster *layer* **ID_Desa100**.

- ✓ Gunakan *toolbox* **Table to Excel** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data tabel **Tab_Penduduk_Terpapar** digunakan sebagai data masukan pada **Input Table**.
- ✓ Simpan sebagai data **Tab_Penduduk_Terpapar.xls**

- ✓ Buka file **Tab_Penduduk_Terpapar.xls** melalui *software* **MS Excel**
- ✓ Rapikan masing-masing kolom tabel atau ganti judul kolom jika diperlukan (sesuai kebutuhan), khususnya pada kolom **SUM** diganti menjadi **PENDUDUK TERPAPAR**.
- ✓ Buat **Pivot Table** melalui tab **INSERT**.
- ✓ Pilih dan atur **IDDESA**, **DESA**, dan **KECAMATAN** sebagai **Rows**
- ✓ Pilih dan atur **Kelas_Bahaya** sebagai **Columns**
- ✓ Pilih dan atur **PENDUDUK TERPAPAR** sebagai Σ **Values** dengan pilihan tipe kalkulasi **SUM** pada **Summarize value field by**
- ✓ **Copy** semua hasil tabel dari proses **Pivot**, kemudian **Paste** pada *sheet* yang baru.

ANALISIS KERENTANAN

- ✓ Rapikan masing-masing kolom tabel baru tersebut atau ganti judul kolom jika diperlukan (sesuai kebutuhan)
- ✓ Ulangi proses di atas untuk menghasilkan kesimpulan pada tingkat Kecamatan



Tahapan proses yang sama juga dilakukan untuk menghasilkan jumlah penduduk kelompok rentan, kecuali untuk rasio jenis kelamin disajikan sebagai nilai rata-rata rasio pada setiap desa/kelurahan.

3.3.2. Potensi Kerugian

Potensi kerugian dalam kajian kerentanan dianalisis untuk menghasilkan jumlah kerugian fisik dan kerugian ekonomi dalam satuan rupiah di masing-masing kelas bahaya (sedang dan tinggi) di setiap desa/kelurahan.

Potensi Kerugian Fisik

Potensi kerugian fisik merupakan jumlah kerugian (rupiah) gabungan dari kerugian rumah, fasum, dan faskris.

Tahapan proses perhitungan potensi kerugian fisik adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Kerugian_Rumah100*, *Kerugian_Fasum100* dan *Kerugian_Faskris100* digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

"Kerugian_Rumah100" + "Kerugian_Fasum100" + "Kerugian_Faskris100"

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai **Total_Kerugian_Fisik100**.

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan data keluaran berupa data jumlah kerugian fisik.

- ✓ Lakukan proses yang sama pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan tabel jumlah kerugian fisik dengan menggunakan **Zonal Statistics as Table**. Gunakan data *layer Total_Kerugian_Fisik100* pada opsi **Input value raster** dan pilih **SUM** pada opsi **Statistics type**. Simpan sebagai data **Tab_Kerugian_Fisik**.
- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan tabel jumlah kerugian fisik yang dilengkapi dengan nama wilayah (desa/kelurahan – provinsi) dengan menggunakan **Join Table**.
- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan tabel jumlah kerugian fisik dalam format MS Excel. Simpan sebagai data **Tab_Kerugian_Fisik.xls**
- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan rekapitulasi jumlah kerugian fisik pada masing-masing kelas bahaya (sedang dan tinggi) di setiap desa/kelurahan menggunakan **Pivot Table** di MS Excel.

ANALISIS KERENTANAN

Potensi Kerugian Ekonomi

Potensi kerugian ekonomi merupakan jumlah kerugian (rupiah) yang dihasilkan dari analisis kerugian lahan produktif.

Tahapan proses perhitungan potensi kerugian ekonomi adalah sebagai berikut:

- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan tabel jumlah kerugian ekonomi dengan menggunakan **Zonal Statistics as Table**. Gunakan data *layer Kerugian_Lapro100* pada opsi **Input value raster** dan pilih **SUM** pada opsi **Statistics type**. Simpan sebagai data **Tab_Kerugian_Ekonomi**.
- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan tabel jumlah kerugian ekonomi yang dilengkapi dengan nama wilayah (desa/kelurahan – provinsi) dengan menggunakan **Join Table**.
- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan tabel jumlah kerugian ekonomi dalam format MS Excel. Simpan sebagai data **Tab_Kerugian_Ekonomi.xls**
- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan rekapitulasi jumlah kerugian ekonomi pada masing-masing kelas bahaya (sedang dan tinggi) di setiap desa/kelurahan dan kecamatan menggunakan **Pivot Table** di MS Excel.

3.3.3. Potensi Kerusakan Lingkungan

Potensi kerusakan lingkungan merupakan jumlah luasan kerusakan yang dihasilkan dari analisis kerentanan lingkungan.

Tahapan proses perhitungan potensi luas kerusakan lingkungan adalah sebagai berikut:

- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan tabel luas kerusakan lingkungan dengan menggunakan **Zonal Statistics as Table**. Gunakan data *layer Luas_Lingkungan100* pada opsi **Input value raster** dan pilih **SUM** pada opsi **Statistics type**. Simpan sebagai data **Tab_Kerusakan_Lingkungan**.
- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan tabel luas kerusakan lingkungan yang dilengkapi dengan nama wilayah (desa/kelurahan – provinsi) dengan menggunakan **Join Table**.
- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan tabel luas kerusakan lingkungan dalam format MS Excel. Simpan sebagai data **Tab_Kerusakan_Lingkungan.xls**
- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan rekapitulasi luas kerusakan lingkungan pada masing-masing kelas bahaya (sedang dan tinggi) di setiap desa/kelurahan dan kecamatan menggunakan **Pivot Table** di MS Excel.

ANALISIS KERENTANAN

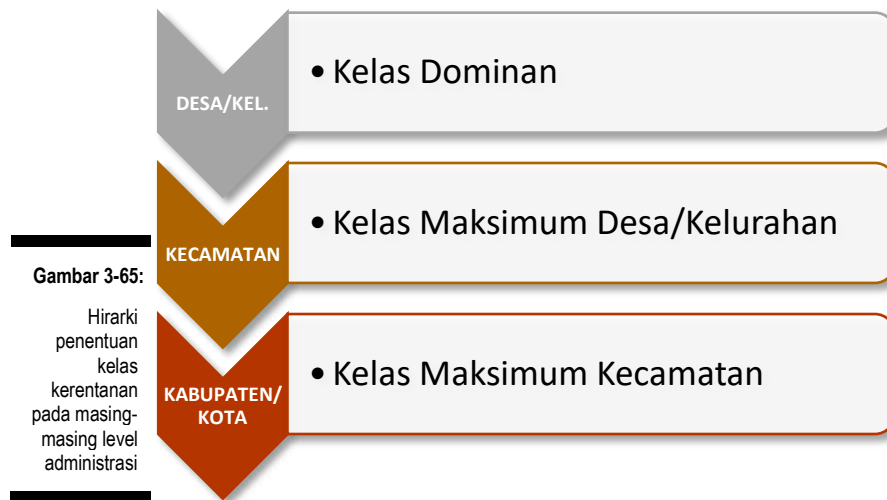
3.3.4. Klasifikasi dan Kesimpulan Kelas Kerentanan

Kelas kerentanan diklasifikasi berdasarkan pengelompokan nilai indeks kerentanan sebagai berikut:



- **Rendah** ($V \leq 0.333$)
- **Sedang** ($0.333 < V \leq 0.666$)
- **Tinggi** ($V > 0.666$)

Penentuan kesimpulan kelas kerentanan pada setiap level administrasi daerah dilakukan berdasarkan pendekatan skenario terburuk atau berdasarkan kelas maksimum kerentanan.



Gambar 3-65:

Hirarki penentuan kelas kerentanan pada masing-masing level administrasi

Tahapan proses pengkelasan data indeks kerentanan adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Indeks_Kerentanan_GEA* yang telah dihasilkan sebelumnya digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
Con("Indeks_Kerentanan_GEA" <= 0.333, 1, Con("Indeks_Kerentanan_GEA" > 0.666, 3, 2))
```

pada kolom isian yang tersedia.

Sintak tersebut merupakan formula fungsi kondisional dengan aturan perhitungan batas rentang nilai untuk menghasilkan nilai masing-masing kelas kerentanan. Nilai **1** adalah kelas kerentanan rendah, nilai **2** adalah kelas kerentanan sedang, dan nilai **3** adalah kelas kerentanan tinggi.



- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan tabel kelas kerentanan dengan menggunakan **Zonal Statistics as**

ANALISIS KERENTANAN

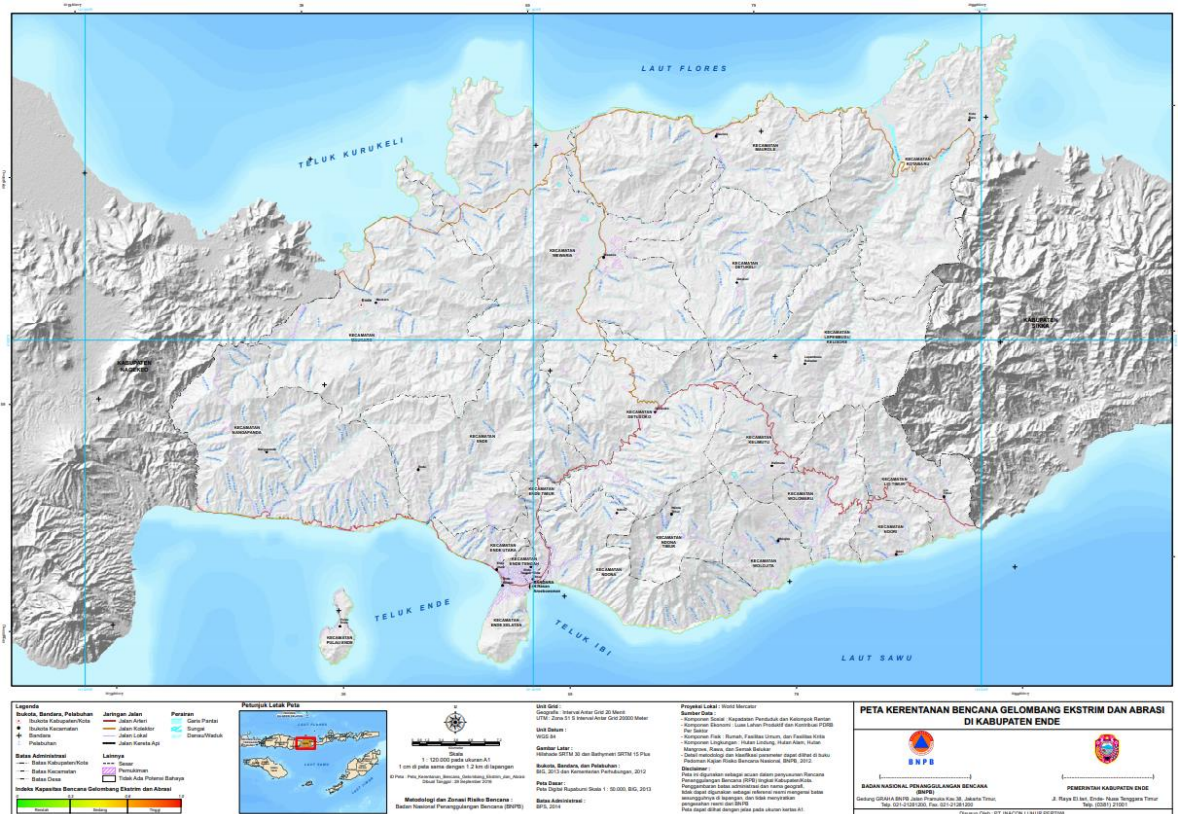
Table. Gunakan data layer **ID_Desa100** pada opsi **Input raster or feature zone data**. Gunakan data *layer Kelas_Kerentanan100* pada opsi **Input value raster** dan pilih **MAJORITY** pada opsi **Statistics type**. Simpan sebagai data **Tab_Kelas_Kerentanan**.

- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan tabel kelas kerentanan yang dilengkapi dengan nama wilayah (desa/kelurahan – provinsi) dengan menggunakan **Join Table**.
- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan tabel kelas kerentanan dalam format MS Excel. Simpan sebagai data **Tab_Kelas_Kerentanan.xls**
- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan rekapitulasi kelas kerentanan di setiap desa/kelurahan dan kecamatan (khusus untuk kecamatan, gunakan tipe kalkulasi **Max**) menggunakan **Pivot Table** di MS Excel.

3.4. Penyajian Hasil Kajian Kerentanan

3.4.1. Penyajian Peta Kerentanan

Penyajian (*layout*) peta kerentanan mengacu pada standar yang telah ditetapkan pada Perka BNPB 2/2012.



ANALISIS KERENTANAN

3.4.2. Penyajian Tabel Kajian Kerentanan

Tabel hasil kajian kerentanan level desa/kelurahan menjadi lampiran Album Peta KRB dan disajikan sebagai berikut:

DESA	KECAMATAN	JENIS BAHAYA	POTENSI PENDUDUK TERPAPAR (JIWA)								KELAS
			JUMLAH PENDUDUK TERPAPAR PER KELAS BAHAYA			TOTAL JUMLAH PENDUDUK TERPAPAR	KELOMPOK RENTAN				
			RENDAH	SEDANG	TINGGI		PENDUDUK MISKIN	PENDUDUK CACAT	KELOMPOK UMUR RENTAN	RASIO JENIS KELAMIN	
HILIMAERA	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	71	285	356	-	-	4	117	TINGGI
HILIMBULAWA	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HILINDRASO	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HILISALO'O	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOLOMOYO	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	1	1	1	1	1	97	RENDAH
LOLOZARIA	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SIFAOROASI	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	6	15	21	-	-	-	101	TINGGI
SINAR INO'O	AMANDRAYA	TSUNAMI	3	-	-	3	-	1	1	80	RENDAH
SIROFI	AMANDRAYA	TSUNAMI	130	-	-	130	-	-	-	113	TINGGI

DESA	KECAMATAN	JENIS BAHAYA	KERENTANAN							KELAS
			POTENSI KERUGIAN (Juta Rp)						TOTAL KERUGIAN	
			KERUGIA FISIK PER KELAS BAHAYA		TOTAL KERUGIAN FISIK	KERUGIA EKONOMI PER KELAS BAHAYA		TOTAL KERUGIAN EKONOMI		
SEDANG	TINGGI	SEDANG	TINGGI							
HILIMAERA	AMANDRAYA	TSUNAMI	996	3,984	4,980	26	931	957	5,937	TINGGI
HILIMBULAWA	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	-	47	47	47	RENDAH
HILINDRASO	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	-	43	43	43	RENDAH
HILISALO'O	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	-	63	63	63	RENDAH
LOLOMOYO	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	80	80	-	8	8	88	RENDAH
LOLOZARIA	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	-	59	59	59	RENDAH
SIFAOROASI	AMANDRAYA	TSUNAMI	88	212	300	171	296	467	767	RENDAH
SINAR INO'O	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	8	-	8	8	RENDAH
SIROFI	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	68	-	68	68	RENDAH

DESA	KECAMATAN	JENIS BAHAYA	POTENSI KERUSAKAN LINGKUNGAN (Ha)				KELAS KETAHANAN DAERAH
			KERUSAKAN LINGKUNGAN PER KELAS BAHAYA		TOTAL KERUSAKAN LINGKUNGAN	KELAS	
			SEDANG	TINGGI			
HILIMAERA	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	-	0.23
HILIMBULAWA	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	-	0.23
HILINDRASO	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	-	0.23
HILISALO'O	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	-	0.23
LOLOMOYO	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	-	0.23
LOLOZARIA	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	-	0.23
SIFAOROASI	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	-	0.23
SINAR INO'O	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	-	0.23
SIROFI	AMANDRAYA	TSUNAMI	-	-	-	-	0.23

ANALISIS KERENTANAN

Tabel hasil kajian kerentanan level kecamatan menjadi bagian dari dokumen KRB dan disajikan sebagai berikut:

No.	Kecamatan	Potensi Penduduk Terpapar (jiwa)				
		Jumlah Penduduk Terpapar	Kelompok Umur Rentan	Penduduk Miskin	Penduduk Disabilitas	Kelas
1	Keo Tengah	1.004	183	424	25	Sedang
2	Mauponggo	800	64	272	7	Sedang
3	Nangaroro	670	73	325	6	Rendah
4	Wolowae	79	6	32	-	Rendah
5	Aesesa	69	4	19	-	Rendah
Kab. Nagekeo		2.621	331	1.072	40	Sedang

No	Kecamatan	Potensi Kerugian (Juta Rupiah)				Potensi Kerusakan Lingkungan	
		Kerugian Fisik	Kerugian Ekonomi	Total Kerugian	Kelas	Luas (ha)	Kelas
1	Nangaroro	2.935,62	263,65	3.199,27	Sedang	-	-
2	Mauponggo	575,43	304,77	880,20	Sedang	-	-
3	Wolowae	92,54	168,97	261,51	Sedang	-	-
4	Keo Tengah	7.061,45	217,75	7.279,20	Rendah	-	-
5	Aesesa	1.730,00	241,12	1.971,12	Rendah	114,18	Tinggi
Kab. Nagekeo		12.395,04	1.196,26	13.591,29	Sedang	114,18	Tinggi

Analisis Kapasitas

Kapasitas daerah (*Capacity*) adalah kemampuan daerah dan masyarakat untuk melakukan tindakan pengurangan ancaman dan potensi kerugian akibat bencana secara terstruktur, terencana dan terpadu.

4.1. Penilaian Kapasitas Daerah

Pada level kabupaten/kota untuk kajian risiko bencana, kapasitas daerah terdiri 2 komponen utama yaitu **ketahanan daerah** dan **kesiapsiagaan masyarakat**.

Ketahanan daerah dinilai berdasarkan capaian para pemangku kebijakan (instansi/lembaga) di level pemerintah kab/kota. Sedangkan kesiapsiagaan masyarakat dinilai berdasarkan capaian masyarakat di level desa/kelurahan.

4.1.1. Ketahanan Daerah



Pada awalnya, indeks dan tingkat ketahanan daerah dinilai dengan menggunakan indikator **HFA (Hyogo Framework for Actions)** yang telah tertuang di dalam Perka BNPB 3/2012. Kemudian diperbaharui berdasarkan **Arah Kebijakan dan Strategi RPJMN 2015-2019** yaitu:

- Pengurangan risiko bencana dalam kerangka pembangunan berkelanjutan di pusat dan daerah,
- Penurunan tingkat kerentanan terhadap bencana, dan
- Peningkatan kapasitas pemerintah, pemerintah daerah dan masyarakat dalam penanggulangan bencana

Hasil perumusan pembaharuan tersebut disebut sebagai **Indeks Ketahanan Daerah (IKD)** yang diimplementasikan mulai tahun 2016 pada beberapa wilayah di Indonesia. IKD terdiri dari **7 fokus prioritas** dan **16 sasaran aksi** yang dibagi dalam **71 indikator** pencapaian. Masing-masing indikator terdiri dari 4 pertanyaan kunci dengan level berjenjang (total 284 pertanyaan). Dari pencapaian 71 indikator tersebut, dengan menggunakan alat bantu analisis yang telah disediakan, diperoleh nilai indeks dan tingkat ketahanan daerah.

Fokus prioritas dalam IKD terdiri dari:

ANALISIS KAPASITAS

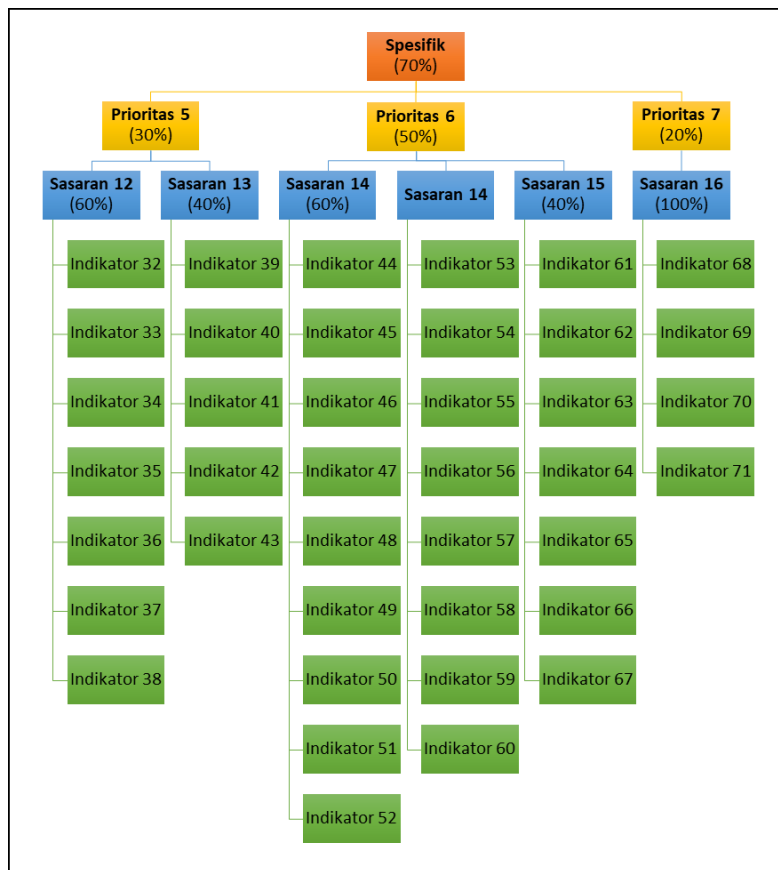
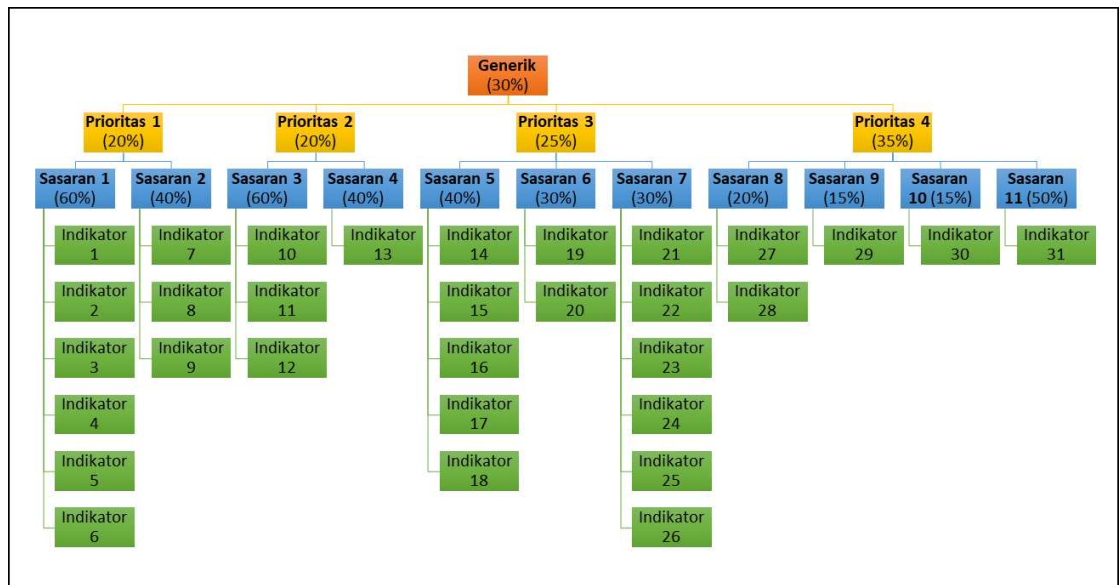
1. Perkuatan kebijakan dan kelembagaan
2. Pengkajian risiko dan perencanaan terpadu
3. Pengembangan sistem informasi, diklat dan logistik
4. Penanganan tematik kawasan rawan bencana
5. Peningkatan efektivitas pencegahan dan mitigasi bencana
6. Perkuatan kesiapsiagaan dan penanganan darurat bencana, dan
7. Pengembangan sistem pemulihan bencana

Dalam proses pengumpulan data ketahanan daerah ini, diperlukan **diskusi grup terfokus (FGD)** yang terdiri dari berbagai pihak di daerah yang dipandu oleh seorang fasilitator untuk memandu peserta menjawab secara obyektif setiap pertanyaan di dalam kuesioner. Setiap pertanyaan yang tertuang dalam kuesioner harus disertai **bukti verifikasi**. Bukti verifikasi ini yang menjadi dasar justifikasi diterima atau tidaknya jawaban dari hasil FGD. Setelah masing-masing pertanyaan terjawab, hasil akan diolah dengan menggunakan alat bantu analisis dalam MS Excel. Secara lebih detail, cara penilaian ketahanan daerah dapat dilihat pada buku **PETUNJUK TEKNIS PERANGKAT PENILAIAN KAPASITAS DAERAH (71 INDIKATOR)** yang diterbitkan oleh Direktorat Pengurangan Risiko Bencana – BNPB.

Tabel 3-2 Struktur Pertanyaan dan Penilaian Pada Kuesioner IKD

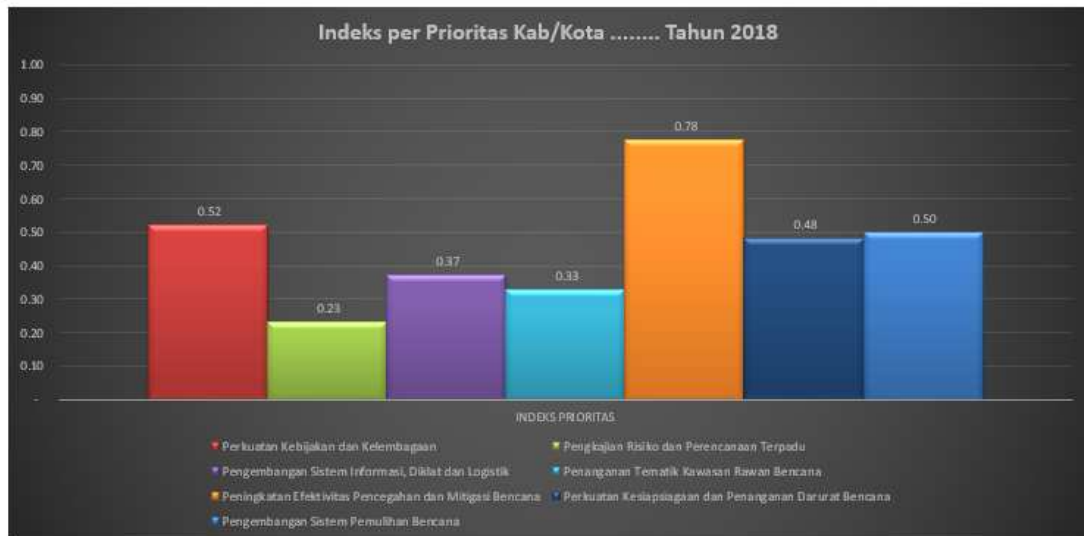
No.	Struktur Pertanyaan	Fungsi Pertanyaan	Struktur Penilaian
1.	Pertanyaan Pertama	Identifikasi inisiatif-inisiatif untuk mencapai hasil minimal setiap indikator	Bila jawabannya adalah 'YA' maka daerah tersebut minimal telah berada pada LEVEL 2
2.	Pertanyaan Kedua	Identifikasi capaian minimal telah diperoleh atau belum	Bila jawabannya adalah 'YA' maka daerah tersebut minimal telah berada pada LEVEL 3
3.	Pertanyaan Ketiga	Identifikasi fungsi minimum dari capaian tersebut telah dicapai atau belum	Bila jawabannya adalah 'YA' maka daerah tersebut minimal telah berada pada LEVEL 4
4.	Pertanyaan Keempat	Identifikasi perubahan sistemik dari fungsi yang telah terbangun berdasarkan capaian yang ada	Bila jawabannya adalah 'YA' maka daerah tersebut telah berada pada LEVEL 5

ANALISIS KAPASITAS



ANALISIS KAPASITAS

NO.	PRIORITAS	INDEKS PRIORITAS	INDEKS KAPASITAS DAERAH	TINGKAT KAPASITAS DAERAH
1	Perkuatan Kebijakan dan Kelembagaan	0.52	0.51	SEDANG
2	Pengkajian Risiko dan Perencanaan Terpadu	0.23		
3	Pengembangan Sistem Informasi, Diklat dan Logistik	0.37		
4	Penanganan Tematik Kawasan Rawan Bencana	0.33		
5	Peningkatan Efektivitas Pencegahan dan Mitigasi Bencana	0.78		
6	Perkuatan Kesiapsiagaan dan Penanganan Darurat Bencana	0.48		
7	Pengembangan Sistem Pemulihan Bencana	0.50		



PENTING Nilai indeks ketahanan daerah berada pada rentang nilai 0 – 1, dengan pembagian kelas tingkat ketahanan daerah:



- Indeks $\leq 0,4$ adalah **Rendah**
- Indeks 0,4 – 0,8 adalah **Sedang**
- Indeks 0,8 – 1 adalah **Tinggi**

4.1.2. Kesiapsiagaan Masyarakat

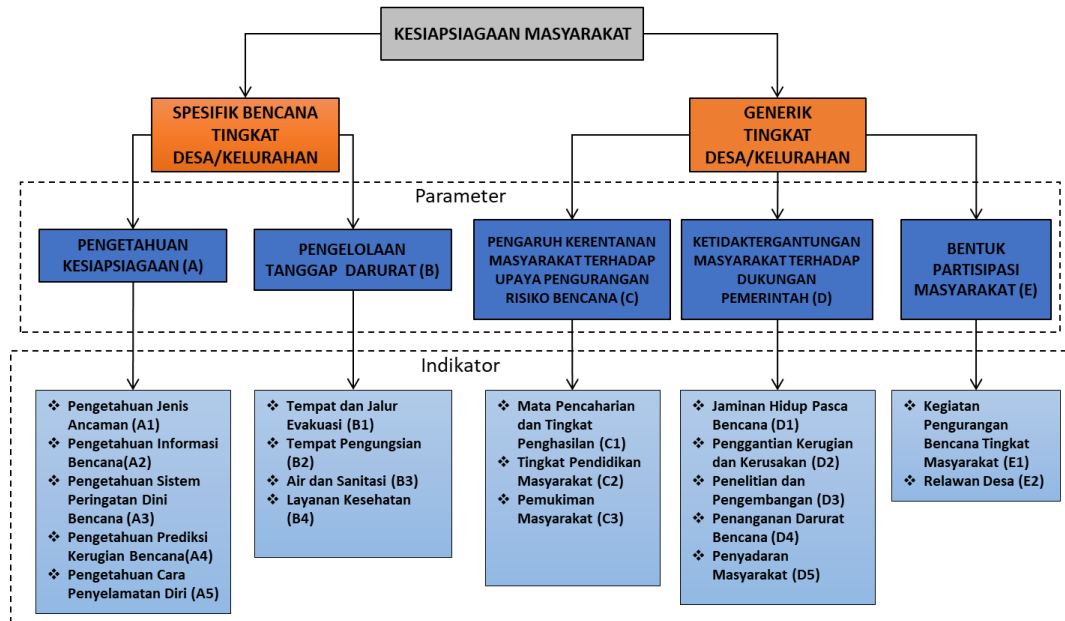


Penilaian kesiapsiagaan masyarakat diadaptasi dari Kajian Kesiapsiagaan Masyarakat untuk Bencana GEA yang disusun oleh LIPI untuk level komunitas dan mulai diimplementasikan sejak tahun 2013 pada Kajian Risiko Bencana level Kabupaten/Kota di beberapa wilayah Indonesia.

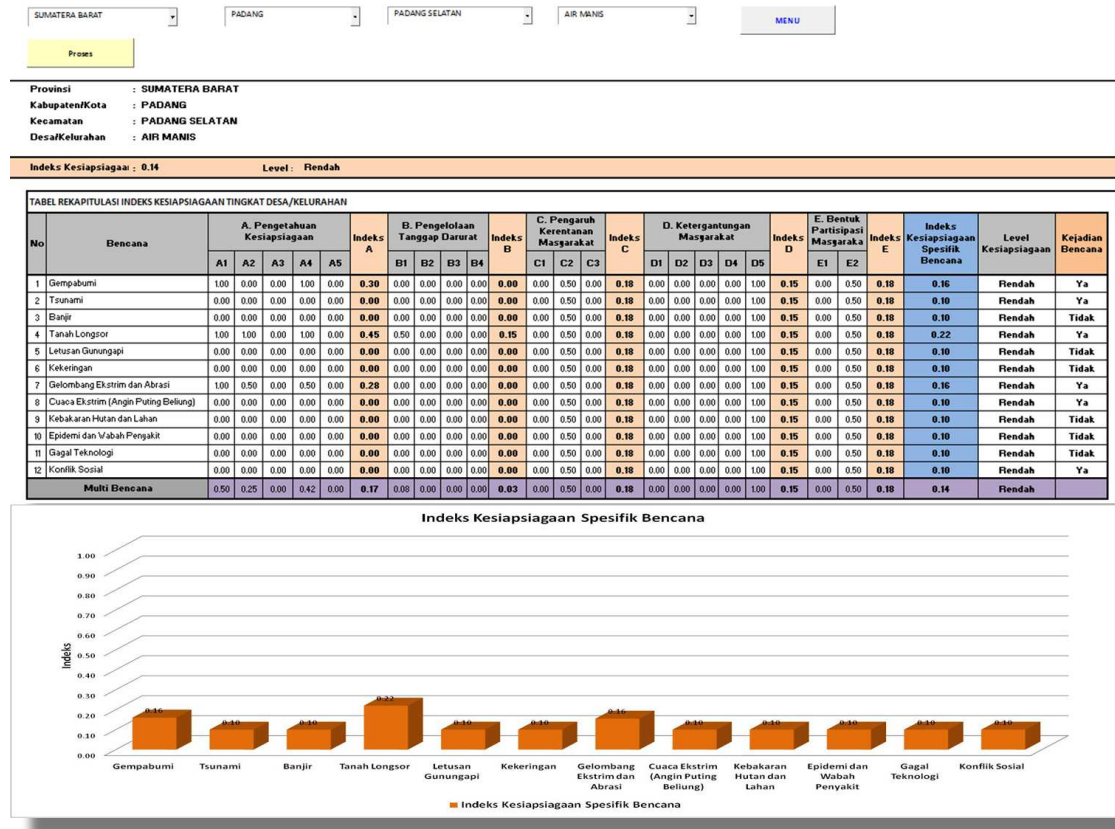
Kesiapsiagaan masyarakat atau **Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat (IKM)** sebagai salah satu komponen kapasitas daerah merupakan penilaian tingkat kesiapsiagaan yang dilakukan melalui metode survei dan wawancara mendalam (*deep interview*) kepada responden aparat pemerintah/tokoh dengan teknik *stratified random sampling* pada beberapa desa/kelurahan yang berpotensi terdampak bencana dengan menggunakan kuesioner.

ANALISIS KAPASITAS

Di dalam kuesioner, kesiapsiagaan masyarakat terdiri dari **2 parameter spesifik** dan **3 parameter generik** yang dibagi dalam **19 indikator** pencapaian. Dari pencapaian 19 indikator tersebut, diperoleh nilai indeks dan tingkat kesiapsiagaan masyarakat di level desa/kelurahan untuk setiap jenis potensi bencana yang ada pada daerah kabupaten/kota yang dikaji, dengan menggunakan alat bantu yang telah disediakan melalui MS Excel.



ANALISIS KAPASITAS



PENTING Nilai indeks kesiapsiagaan masyarakat berada pada rentang nilai 0 – 1, dengan pembagian kelas tingkat kesiapsiagaan masyarakat:



- Indeks $\leq 0,4$ adalah **Rendah**
- Indeks 0,4 – 0,8 adalah **Sedang**
- Indeks 0,8 – 1 adalah **Tinggi**

4.2. Penyusunan Indeks Kapasitas

Hasil dari penilaian ketahanan daerah dan kesiapsiagaan masyarakat sudah dalam bentuk nilai indeks, namun masih dalam format data tabel. Proses selanjutnya adalah melakukan konversi dari format data tabel menjadi data spasial sehingga dapat digunakan untuk menganalisis indeks risiko bencana. Unit spasial yang digunakan dalam penyusunan peta kapasitas adalah unit administrasi desa/kelurahan untuk setiap jenis bencana yang ada pada wilayah kabupaten/kota yang dikaji.

Tabel 4-1 Penentuan Bobot dan Indeks masing-masing Komponen Kapasitas Daerah

Komponen	Bobot (%)	Kelas		
		Rendah (0 - 0.333)	Sedang (0.334 - 0.666)	Tinggi (0.667 - 1.000)
Ketahanan Daerah	40	Transformasi nilai 0 – 0.40	Transformasi nilai 0.41 – 0.80	Transformasi nilai 0.81 – 1

ANALISIS KAPASITAS

Kesiapsiagaan Masyarakat	60	<0.33	0.34 – 0.66	0.67 – 1.00
--------------------------	----	-------	-------------	-------------

4.2.1. Indeks Ketahanan Daerah

Nilai indeks ketahanan daerah merepresentasikan tingkat ketahanan daerah pada suatu wilayah kabupaten/kota, sehingga hal tersebut secara spasial dapat dianggap bahwa semua wilayah dalam 1 kabupaten/kota memiliki nilai indeks yang sama. Namun, nilai indeks tersebut memiliki skala pembagian rentang nilai yang berbeda terhadap indeks bahaya dan kerentanan. Maka terlebih dahulu yang harus dilakukan adalah melakukan transformasi nilai indeks ketahanan (IKD_T) daerah ke dalam skala yang sama dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Jika } IKD \leq 0.4, \quad IKD_T = \frac{1/3}{0.4} \cdot IKD \quad (4.1)$$

$$\text{Jika } 0.4 < IKD \leq 0.8, \quad IKD_T = 1/3 + \left(\frac{1/3}{0.4} \cdot (IKD - 0.4) \right) \quad (4.2)$$

$$\text{Jika } 0.8 < IKD \leq 1, \quad IKD_T = 2/3 + \left(\frac{1/3}{0.2} \cdot (IKD - 0.8) \right) \quad (4.3)$$

Hasil transformasi nilai IKD tersebut selanjutnya akan digunakan secara langsung pada proses penggabungan secara spasial antara IKD dengan IKM, tanpa perlu membuat data spasialnya terlebih dahulu.

4.2.2. Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat



Data IKM yang berupa data tabel terlebih dahulu harus dipastikan memiliki kolom yang berisi informasi ID Desa. Hal ini perlu dipastikan karena proses selanjutnya adalah melakukan **penggabungan data** ke dalam data *layer* **Batas_Administrasi_Desa**.

Tahapan proses analisis spasial IKM adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan fasilitas **Join** pada *layer* atau pada opsi di dalam atribut tabel **Batas_Administrasi_Desa**.
- ✓ Pilih *field* **IDDESA** sebagai *field* penghubung (*primary key*) dari data **Batas_Administrasi_Desa**
- ✓ Pilih data **Tab_Kesiapsiagaan_Desa.xls** yang sudah disiapkan sebagai data tabel yang akan digabungkan atributnya
- ✓ Pilih *field* **IDDESA** sebagai *field* penghubung (*primary key*) dari data **Tab_Kesiapsiagaan_Desa.xls**
- ✓ Pilih **Keep only matching records** pada opsi **Join Options**
- ✓ Gunakan fasilitas **Export Data...** pada opsi *layer* **Batas_Administrasi_Desa**. Simpan sebagai data **Kesiapsiagaan_Desa_Sampling**.

ANALISIS KAPASITAS

- ✓ Aktifkan **Geostatistical Analyst** pada *toolbar*.
- ✓ Pada *bar* **Geostatistical Analyst**, pilih **Geostatistical Wizard...**
- ✓ Pada jendela **Geostatistical Wizard** yang tampil: Pilih **Areal Interpolation**
- ✓ Pada panel **Input Data** (step 2 of 4): Pilih **Average (Gaussian)** pada opsi **Type**; Pilih *layer* **Kesiapsiagaan_Desa_Sampling** pada opsi **Source Dataset**; Pilih **IKM_GEA** pada opsi **Value Field**. Klik **Next**, untuk melanjutkan proses.
- ✓ Pada panel **Model** (step 3 of 4): Pilih **Spherical** pada opsi **Type**; Opsi lainnya dapat dibiarkan secara *default*. Klik **Next**, untuk melanjutkan proses.
- ✓ Pada panel **Search Neighborhood** (step 4 of 4): Pilih **Smooth** pada opsi **Neighborhood type**; Opsi lainnya dapat dibiarkan secara *default*. Klik **Next**, untuk melanjutkan proses.
- ✓ Pada panel **Prediction Errors**: Perhatikan nilai dari **Root-Mean-Square**, jika nilainya semakin mendekati nilai 0, maka hasil keluarannya akan semakin baik. Klik **Finish**, untuk menyelesaikan proses.
- ✓ Pilih **Predict to Polygons...** pada opsi *layer* **Areal Interpolation** yang telah dihasilkan
- ✓ Pilih data *layer* **Areal Interpolation** sebagai data masukan pada opsi **Input areal interpolation geostatistical layer**
- ✓ Pilih data *layer* **Batas Administrasi_Desa** sebagai data masukan pada opsi **Input Input polygon features**
- ✓ Hilangkan centang () pada opsi **Append all fields from input features**.

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan keluaran berupa data sebaran nilai kesiapsiagaan pada wilayah-wilayah desa/kelurahan yang bukan merupakan daerah sampling melalui teknik interpolasi area desa/kelurahan yang di-sampling, sehingga dapat diperoleh data nilai indeks kesiapsiagaan per jenis bencana secara lengkap dalam 1 wilayah kabupaten/kota yang berpotensi bencana. Simpan sebagai data **Kesiapsiagaan_Desa_GEA**.

- ✓ Ulangi proses di atas jika dibutuhkan untuk jenis bencana lainnya.

PENTING



- ✓ Gunakan *toolbox* **Polygon to Raster** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer* **Kesiapsiagaan_Desa_GEA** yang berupa *polygon* dijadikan sebagai data masukan.
- ✓ Pilih "Predicted" sebagai **Value field**
- ✓ Tentukan **Cellsize** berdasarkan ukuran grid/sel dari data **Indeks_Bahaya_GEA** yaitu 30. Simpan sebagai **Kesiapsiagaan_GEA30**.

TIPS



Agar diperoleh hasil keluaran data raster **Indeks_Kesiapsiagaan_GEA30** yang sesuai dengan posisi setiap grid/sel dari data **Indeks_Bahaya_GEA**, maka sebaiknya dilakukan pengaturan lanjutan melalui tombol **Environments**. Pengaturan dilakukan pada **Processing Extent**, kemudian pada pilihan **Snap Raster** dipilih *layer* **Indeks_Bahaya_GEA** (sebagai contoh, lihat **Gambar 2-7**).

ANALISIS KAPASITAS

4.2.3. Indeks Kapasitas

Indeks kapasitas daerah (**C**) merupakan gabungan dari IKD dan IKM. Proses analisis spasial indeks kapasitas dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$C = (w.IKD) + (w.IKM) \quad (4.4)$$

Berdasarkan **Persamaan 4.4**, bobot masing-masing variabel mengacu pada **Tabel 4-1** dan tahapan proses analisisnya adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan *toolbox* **Raster Calculator** yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data nilai IKD dan *layer* **Indeks_Kesiapsiagaan_GEA30** digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
(0.4 * 0.45) + (0.6 * "Indeks_Kesiapsiagaan_GEA30")
```

pada kolom isian yang tersedia. Simpan sebagai data **Indeks_Kapasitas_Daerah_GEA**.

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan nilai indeks kapasitas daerah untuk jenis bencana GEA.

4.3. Penyajian Hasil Kajian Kapasitas

4.3.1. Penyajian Peta Kapasitas

Penyajian (*layout*) peta kapasitas daerah untuk GEA mengacu pada standar yang telah ditetapkan pada Perka BNPB 2/2012.

ANALISIS KAPASITAS



4.4.2. Penyajian Tabel Kajian Kapasitas

Tabel hasil kajian bahaya level desa/kelurahan menjadi lampiran Album Peta KRB dan disajikan sebagai berikut:

DESA	KECAMATAN	JENIS BAHAYA	KAPASITAS		
			KELAS KETAHANAN DAERAH	KELAS KESIAPSIAGAAN	KELAS
HILIMAERA	AMANDRAYA	TSUNAMI	0.23	0.10	RENDAH
HILIMBULAWA	AMANDRAYA	TSUNAMI	0.23	0.10	RENDAH
HILINDRASO	AMANDRAYA	TSUNAMI	0.23	0.10	RENDAH
HILISALO'O	AMANDRAYA	TSUNAMI	0.23	0.10	RENDAH
LOLOMOYO	AMANDRAYA	TSUNAMI	0.23	0.10	RENDAH
LOLOZARIA	AMANDRAYA	TSUNAMI	0.23	0.10	RENDAH
SIFAOROASI	AMANDRAYA	TSUNAMI	0.23	0.10	RENDAH
SINAR INO'O	AMANDRAYA	TSUNAMI	0.23	0.10	RENDAH
SIROFI	AMANDRAYA	TSUNAMI	0.23	0.10	RENDAH

ANALISIS KAPASITAS

Tabel hasil kajian kapasitas level kecamatan menjadi bagian dari dokumen KRB dan disajikan sebagai berikut:

No.	Kecamatan	Indeks Ketahanan Daerah	Indeks Kesiapsiagaan	Indeks Kapasitas	Kelas Kapasitas
1	Aesesa	0,42	0,26	0,32	Sedang
2	Wolowae	0,42	0,30	0,35	Sedang
3	Nangaroro	0,42	0,16	0,26	Rendah
4	Mauponggo	0,42	0,05	0,20	Rendah
5	Keo Tengah	0,42	0,05	0,20	Rendah
Kabupaten Nagekeo		0,42	0,14	0,25	Rendah

Analisis Risiko

Risiko (*Risk*) bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu kawasan dalam kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat.

5.1. Metodologi Analisis Risiko

Konsep umum pengkajian risiko bencana dilakukan dengan pendekatan formula berikut:

$$\text{Risiko (R)} = \text{Bahaya (H)} \times \frac{\text{Kerentanan (V)}}{\text{Kapasitas (C)}}$$

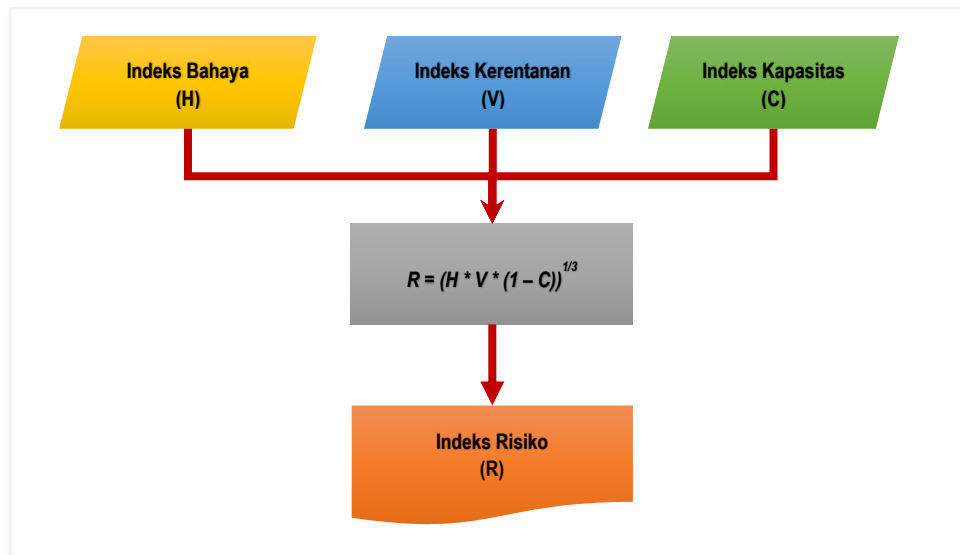
Namun, pendekatan ini tidak dapat disamakan dengan rumus matematika. Pendekatan ini digunakan untuk memperlihatkan hubungan antara bahaya, kerentanan dan kapasitas yang membangun perspektif tingkat risiko bencana suatu kawasan. Dalam perhitungan secara matematis dan spasial, risiko bencana dinilai dalam bentuk nilai indeks yang merupakan gabungan nilai dari indeks bahaya, indeks kerentanan, dan indeks kapasitas yang dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$R = \sqrt[3]{H \times V \times (1 - C)} \quad (5.1)$$

atau

$$R = (H \times V \times (1 - C))^{1/3} \quad (5.2)$$

ANALISIS RISIKO



5.2. Analisis Risiko

Indeks risiko bencana dihasilkan melalui proses analisis dengan menggunakan **Persamaan 5.2**. Tahapan proses analisisnya sebagai berikut:

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Indeks_Bahaya_GEA*, *Indeks_Kerentanan_GEA*, dan *Indeks_Kapasitas_GEA* digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
Power("Indeks_Bahaya_GEA" * "Indeks_Kerentanan_GEA" * (1 -  
"Indeks_Kapasitas_GEA"), 0.333)
```

pada kolom isian yang tersedia.

Cara ini dilakukan untuk menghasilkan data keluaran berupa data indeks risiko bencana. Simpan sebagai data **Indeks_Risiko_Bencana_GEA**.

5.3. Pengkajian Risiko

5.3.1. Klasifikasi dan Kesimpulan Kelas Risiko

Kelas risiko diklasifikasi berdasarkan pengelompokan nilai indeks risiko (R) sebagai berikut:



- **Rendah** ($R \leq 0.333$)
- **Sedang** ($0.333 < R \leq 0.666$)
- **Tinggi** ($R > 0.666$)

ANALISIS RISIKO

Penentuan kesimpulan kelas risiko pada setiap level administrasi daerah dilakukan berdasarkan pendekatan skenario terburuk atau berdasarkan kelas maksimum risiko.



Tahapan proses pengkelasan data indeks risiko adalah sebagai berikut:

- ✓ Gunakan *toolbox Raster Calculator* yang tersedia pada *ArcToolbox*
- ✓ Data *layer Indeks_Risiko_GEA* yang telah dihasilkan sebelumnya digunakan sebagai data masukan, kemudian ditulis sintak:

```
Con("Indeks_Risiko_GEA " <= 0.333, 1, Con("Indeks_Risiko_GEA" > 0.666, 3, 2)
```

pada kolom isian yang tersedia.



Sintak tersebut merupakan formula fungsi kondisional dengan aturan perhitungan batas rentang nilai untuk menghasilkan nilai masing-masing kelas risiko. Nilai **1** adalah kelas risiko rendah, nilai **2** adalah kelas risiko sedang, dan nilai **3** adalah kelas risiko tinggi.

- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan tabel kelas risiko dengan menggunakan **Zonal Statistics as Table**. Pilih data *layer Batas_Administrasi_Desa* pada opsi **Input raster or feature zone data**. Pilih data *layer Kelas_Risiko_GEA* pada opsi **Input value raster** dan pilih **MAJORITY** pada opsi **Statistics type**. Simpan sebagai data **Tab_Kelas_Risiko**.
- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan tabel kelas risiko yang dilengkapi dengan nama wilayah (desa/kelurahan – provinsi) dengan menggunakan **Join Table**.
- ✓ Lakukan proses yang sama seperti pada analisis potensi penduduk terpapar untuk menghasilkan tabel kelas risiko dalam format MS Excel. Simpan sebagai data **Tab_Kelas_Risiko.xls**

ANALISIS RISIKO

DESA	KECAMATAN	JENIS BAHAYA	KELAS RISIKO
HILIMAERA	AMANDRAYA	TSUNAMI	TINGGI
HILIMBULAWA	AMANDRAYA	TSUNAMI	TINGGI
HILINDRASO	AMANDRAYA	TSUNAMI	SEDANG
HILISALO'O	AMANDRAYA	TSUNAMI	TINGGI
LOLOMOYO	AMANDRAYA	TSUNAMI	RENDAH
LOLOZARIA	AMANDRAYA	TSUNAMI	TINGGI
SIFAOROASI	AMANDRAYA	TSUNAMI	SEDANG
SINAR INO'O	AMANDRAYA	TSUNAMI	RENDAH
SIROFI	AMANDRAYA	TSUNAMI	SEDANG

Tabel hasil kajian risiko kecamatan menjadi bagian dari dokumen KRB dan disajikan sebagai berikut:

No	Kecamatan	Risiko				Total Luas (ha)	Kelas
		Luas Risiko (ha)					
		Rendah	Sedang	Tinggi			
1	Aesesa	114,27	240,80	-	355,07	Sedang	
2	Keo Tengah	11,25	341,63	-	352,88	Sedang	
3	Mauponggo	26,62	273,65	-	300,27	Sedang	
4	Nangaroro	65,98	179,74	-	245,72	Sedang	
5	Wolowae	7,04	116,45	-	123,49	Sedang	
Kabupaten Nagekeo		225,16	1.152,27	-	1.377,43	Sedang	

Penutup

Pengkajian Risiko Bencana (KRB) merupakan salah satu aspek penting yang digunakan dalam proses perencanaan pembangunan. Hal ini telah sejalan dengan amanat Undang undang Nomor 24 Tahun 2007 dan pembukaan Undang-undang Dasar 1945. Pengkajian risiko bencana meliputi analisis yang bersifat kualitatif dan kuantitatif. Analisis ini meliputi analisis faktor-faktor penyebab ancaman, penyusunan indeks ancaman, analisis kerentanan, analisis kapasitas hingga akhirnya menghasilkan peta kajian risiko yang diinterpretasikan ke dalam dokumen kajian risiko bencana.

Pengetahuan mengenai kajian risiko bencana dalam perencanaan pembangunan ini menjadi penting terutama di Indonesia yang memiliki banyak potensi bencana. Semakin banyak peserta dari BPBD Provinsi/Kabupaten/Kota dan instansi terkait lainnya mengetahui dan mengerti tentang Kajian Risiko Bencana akan menjadikan perencanaan pembangunan tiap daerah semakin siap menghadapi risiko bencana.

Daftar Pustaka

Malczewski J. 1999. *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. New York: John Wiley and Sons.

Mohd Robi Amri, Sesa Wiguna, Ridwan Yunus. 2018. *Geographic Information System-Based Spatial Analysis of Population Distribution in Banten Province – Indonesia*. International Conference on Disaster Management (ICDM) 2018.

Ridwan Yunus, Seniorwan, Sufwandika. 2014. *Modul Bimbingan Teknis Pengurangan Risiko Bencana*. Direktorat Pengurangan Risiko Bencana, BNPB



BNPB



**MODUL TEKNIS PENYUSUNAN
KAJIAN RISIKO BENCANA
GELOMBANG EKSTRIM
DAN ABRASI**

**Penerbit : Direktorat Pengurangan Risiko Bencana
Badan Nasional Penanggulangan Bencana**