



SK WALI KOTA BATAM NOMOR 633 TAHUN 2025 TENTANG

KAJIAN RISIKO BENCANA KOTA BATAM

TAHUN 2025 - 2029



**BADAN PENANGGULANGAN BENCANA DAERAH
KOTA BATAM PROVINSI KEPULAUAN RIAU
TAHUN ANGGARAN 2025**



BPBD.BATAM.GO.ID



DOKUMEN

KAJIAN RISIKO BENCANA KOTA BATAM 2025 – 2029

**BADAN PENANGGULANGAN BENCANA DAERAH
KOTA BATAM, PROVINSI KEPULAUAN RIAU
TAHUN ANGGARAN 2025**

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	II
DAFTAR TABEL	IV
DAFTAR GAMBAR	VI
SK WALI KOTA NO 633 TAHUN 2025	II
RINGKASAEKSEKUTIF	II
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. MAKSUD DAN TUJUAN	2
1.3. SASARAN KEGIATAN	2
1.4. LANDASAN HUKUM	3
1.5. RUANG LINGKUP	3
BAB 2 GAMBARAN UMUM WILAYAH DAN KEBENCANAAN	5
2.1. GEOGRAFI	5
2.2. GEOLOGI	6
2.3. TOPOGRAFI	8
2.4. IKLIM	9
2.5. HIDROLOGI	10
2.6. PENGGUNAAN LAHAN	11
2.7. DEMOGRAFI	13
2.8. SEJARAH KEJADIAN BENCANA	16
2.9. POTENSI BENCANA	17
BAB 3 PENGKAJIAN RISIKO BENCANA	19
3.1. KONSEPSI UMUM	19
3.2. METODOLOGI	24
3.2.1. <i>Pengkajian Bahaya</i>	24
3.2.2. <i>Pengkajian Kerentanan</i>	41
3.2.3. <i>Pengkajian Kapasitas</i>	49
3.2.4. <i>Pengkajian Risiko</i>	52
3.2.5. <i>Penarikan Kesimpulan Kelas</i>	53
3.3. KAJIAN RISIKO BENCANA	55
3.3.1. <i>Banjir</i>	55
3.3.2. <i>Cuaca Ekstrem</i>	63
3.3.3. <i>Gelombang Ekstrem dan Abrasi</i>	70
3.3.4. <i>Gempabumi</i>	70
3.3.5. <i>Kebakaran Hutan dan Lahan</i>	85
3.3.6. <i>Kekeringan</i>	91
3.3.7. <i>Tanah Longsor</i>	98
3.3.8. <i>Multibahaya</i>	106

3.3.9.	<i>Kajian Tingkat Risiko Bencana</i>	122
3.3.10.	<i>Akar Permasalahan</i>	125
3.3.11.	<i>Potensi Bencana Prioritas</i>	128
BAB 4 REKOMENDASI		130
4.1.	REKOMENDASI GENERIK	130
4.1.1.	<i>Perkuatan Kebijakan dan Kelembagaan</i>	131
4.1.2.	<i>Pengkajian Risiko dan Perencanaan Terpadu</i>	132
4.1.3.	<i>Pengembangan Sistem Informasi, Diklat dan Logistik</i>	133
4.1.4.	<i>Penanganan Tematik Kawasan Rawan Bencana</i>	135
4.1.5.	<i>Peningkatan Efektivitas Pencegahan dan Mitigasi Bencana</i>	135
4.1.6.	<i>Perkuatan Kesiapsiagaan dan Penanganan Darurat Bencana</i>	136
4.1.7.	<i>Pengembangan Sistem Pemulihan Bencana</i>	138
4.2.	REKOMENDASI SPESIFIK	139
4.2.1.	<i>Bencana Banjir</i>	139
4.2.2.	<i>Bencana Cuaca Ekstrem</i>	139
4.2.3.	<i>Bencana Gelombang Ekstrem dan Abrasi</i>	140
4.2.4.	<i>Bencana Gempabumi</i>	140
4.2.5.	<i>Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan</i>	141
4.2.6.	<i>Bencana Kekeringan</i>	141
4.2.7.	<i>Bencana Tanah Longsor</i>	142
BAB 5 PENUTUP		143
DAFTAR PUSTAKA		145

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Wilayah Administrasi Kota Batam	5
Tabel 2. 2 Luas dan Presentase Jensi Geologi di Kota Batam.....	7
Tabel 2. 3 Kelas Kemiringan Lereng Kota Batam	9
Tabel 2. 4 Curah Hujan dan Hari Hujan di Kota Batam Tahun 2022	10
Tabel 2. 5 Luas Penggunaan Lahan di Kota Batam	12
Tabel 2. 6 Jumlah Penduduk di Kota Batam.....	13
Tabel 2. 7 Jumlah Penduduk Umur Rentan dan Disabilitas di Kota Batam.....	14
Tabel 2. 8 Jumlah Penduduk Miskin di Kota Batam.....	15
Tabel 2. 9 Potensi Bencana di Kota Batam	18
Tabel 3.1 Kebutuhan Data Penyusunan Peta Bahaya Bahaya Banjir	26
Tabel 3.2 Kebutuhan Data Penyusunan Peta Bahaya Cuaca Ekstrim	30
Tabel 3.3 Kebutuhan Data Penyusunan Peta Bahaya Gelombang Ekstrim dan Abrasi	32
Tabel 3.4 Kebutuhan Data Penyusunan Peta Bahaya Gempabumi.....	34
Tabel 3.5 Kebutuhan Data Penyusunan Peta Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan	37
Tabel 3.6 Bobot Komponen Kerentanan Masing-masing Jenis Bahaya.....	42
Tabel 3.7 Jenis, Bentuk, Sumber dan Tahun Data Penyusunan Peta Kerentanan	42
Tabel 3.8 Sumber Data Parameter Kerentanan Sosial.....	43
Tabel 3.9 Bobot Parameter Kerentanan Sosial.....	43
Tabel 3.10 Bobot Parameter Penyusun Kerentanan Fisik	45
Tabel 3.11 Sumber Data Parameter Kerentanan Ekonomi	48
Tabel 3.12 Bobot Parameter Kerentanan Ekonomi	48
Tabel 3.13 Bobot Parameter Indeks Kerentanan Fisik	49
Tabel 3.14 Potensi Bahaya Banjir di Kota Batam	55
Tabel 3.15 Potensi Penduduk Terpapar Bahaya Banjir (Jiwa)	58
Tabel 3.16 Potensi Kerugian dan Kerusakan Lingkungan Banjir di Kota Batam	59
Tabel 3.17 Kapasitas Kota Batam Menghadapi Bahaya Banjir	61
Tabel 3.18 Risiko Banjir di Kota Batam.....	62
Tabel 3.19 Potensi Bahaya Cuaca Ekstrim di Kota Batam.....	63
Tabel 3.20 Potensi Penduduk Terpapar Cuaca Ekstrim (Jiwa)	66
Tabel 3.21 Potensi Kerugian dan Kerusakan Lingkungan Cuaca Ekstrim di Kota Batam.....	67
Tabel 3.22 Risiko Cuaca Ekstrim di Kota Batam	69
Tabel 3.23 Potensi Bahaya Gelombang Ekstrim dan Abrasi di Kota Batam	70
Tabel 3.24 Potensi Penduduk Terpapar Gelombang Ekstrim dan Abrasi (Jiwa).....	73
Tabel 3.25 Potensi Kerugian dan Kerusakan Lingkungan Akibat Gelombang Ekstrim dan Abrasi di Kota Batam	74
Tabel 3.26 Kapasitas Kota Batam Menghadapi Bahaya Gelombang Ekstrim dan Abrasi	76
Tabel 3.27 Risiko Gelombang Ekstrim dan Abrasi di Kota Batam.....	77
Tabel 3.28 Potensi Bahaya Gempabumi di Kota Batam.....	78
Tabel 3. 29 Potensi Penduduk Terpapar Gempabumi (Jiwa)	80
Tabel 3.30 Potensi Kerugian dan Kerusakan Lingkungan Akibat Gempabumi di Kota Batam ...	81
Tabel 3.31 Kapasitas Kota Batam Menghadapi Bahaya Gempabumi.....	82
Tabel 3.32 Risiko Gempabumi di Kota Batam	83
Tabel 3.33 Potensi Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan di Kota Batam	85
Tabel 3.34 Potensi Kerugian dan Kerusakan Lingkungan Akibat Kebakaran Hutan dan Lahan di Kota Batam	88
Tabel 3.35 Kapasitas Kota Batam Menghadapi Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan	89

Tabel 3.36 Risiko Gempabumi di Kota Batam	90
Tabel 3.37 Potensi Bahaya Kekeringan di Kota Batam	92
Tabel 3.38 Potensi Penduduk Terpapar Kekeringan (Jiwa).....	93
Tabel 3.39 Potensi Kerugian dan Kerusakan Lingkungan Kekeringan di Kota Batam	95
Tabel 3.40 Kapasitas Kota Batam Menghadapi Bahaya Kekeringan	96
Tabel 3.41 Risiko Kekeringan di Kota Batam.....	97
Tabel 3.42 Potensi Bahaya Tanah Longsor di Kota Batam	99
Tabel 3.43 Potensi Penduduk Terpapar Tanah Longsor (Jiwa)	102
Tabel 3.44 Potensi Kerugian dan Kerusakan Lingkungan Akibat Tanah Longsor di Kota Batam	103
Tabel 3.45 Kapasitas Kota Batam Menghadapi Bahaya Tanah Longsor	104
Tabel 3.46 Risiko Tanah Longsor di Kota Batam.....	105
Tabel 3.47 Potensi Multibahaya di Kota Batam	107
Tabel 3. 48 Potensi Penduduk Terpapar Multibahaya (Jiwa)	108
Tabel 3.49 Potensi Kerugian dan Kerusakan Lingkungan Akibat Multi Bahaya di Kota Batam	109
Tabel 3.50 Kapasitas Kota Batam Menghadapi Bahaya Gelombang Ekstrim dan Abrasi	110
Tabel 3.51 Risiko Multi Bahaya di Kota Batam	112
Tabel 3.52 Prioritas Penanganan Risiko Bencana Kota Batam.....	129



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Batas Administrasi Kota Batam	6
Gambar 2. 2 Peta Geologi Kota Batam.....	8
Gambar 2. 3 Peta Lereng Kota Batam.....	9
Gambar 2. 4 Peta Tutupan Lahan Kota Batam.....	13
Gambar 2. 5 Tren Kejadian Bencana Tahun 2013-2023	17
Gambar 3.1 Metode Pengkajian Risiko Bencana	23
Gambar 3.2 Alur Proses Penyusunan Indeks Bahaya Banjir	27
Gambar 3.3 Persamaan Geomorphic Flood Index	28
Gambar 3.4 Persamaan Water Depth Estimate.....	28
Gambar 3.5 Alur Proses Penyusunan Indeks Bahaya Cuaca Ekstrim	31
Gambar 3.6 Alur Proses Penyusunan Indeks Bahaya Gelombang Ekstrim dan Abrasi.....	33
Gambar 3.7 Alur Proses Penyusunan Peta Indeks Bahaya Gempabumi.....	35
Gambar 3.8 Diagram Alur Proses Penyusunan Indeks Bahaya Karhutla.....	36
Gambar 3.9 Alur Proses Penyusunan Indeks Bahaya Kekeringan	39
Gambar 3.10 Alur Proses Penyusunan Indeks Bahaya Tanah Longsor	40
Gambar 3.11 Struktur Parameter dan Indikator Kesiapsiagaan Masyarakat	52
Gambar 3.12 Alur Proses Penyusunan Peta Risiko	53
Gambar 3.13 Pengambilan Kesimpulan Kelas Bahaya, Kerentanan dan Risiko	54
Gambar 3.14 Pengambilan Kesimpulan Kelas Kapasitas	54
Gambar 3.15 Potensi Luas Bahaya Banjir (Ha) Kota Batam	56
Gambar 3. 16 Validasi Peta Bahaya Banjir.....	57
Gambar 3. 17 Potensi Penduduk Terpapar Banjir (Jiwa) Kota Batam.....	58
Gambar 3.18 Potensi Kerugian Akibat Banjir (Juta Rupiah) Kota Batam	60
Gambar 3.19 Potensi Risiko Banjir (Ha) Kota Batam	62
Gambar 3.20 Potensi Bahaya Cuaca Ekstrim (Ha) Kota Batam.....	64
Gambar 3. 21 Validasi Peta Bahaya Cuaca Ekstrim.....	65
Gambar 3.22 Potensi Penduduk Terpapar Cuaca Ekstrim (Jiwa) Kota Batam	66
Gambar 3.23 Potensi Kerugian Akibat Cuaca Ekstrim (Juta Rupiah) Kota Batam.....	67
Gambar 3.24 Potensi Risiko Cuaca Ekstrim (Ha) Kota Batam	70
Gambar 3.25 Validasi Peta Bahaya Gelombang Ekstrim dan Abrasi	72
Gambar 3 26 Potensi Penduduk Terpapar Gelombang Ekstrim dan Abrasi (Jiwa) Kota Batam.....	73
Gambar 3.27 Potensi Kerugian Akibat Gelombang Ekstrim dan Abrasi (Juta Rupiah) Kota Batam	75
Gambar 3.28 Potensi Risiko Gelombang Ekstrim dan Abrasi (Ha) Kota Batam	78
Gambar 3.29 Potensi Bahaya Gempabumi (Ha) Kota Batam	79
Gambar 3.30 Potensi Penduduk Terpapar Gelombang Ekstrim dan Abrasi (Jiwa) Kota Batam.....	81
Gambar 3.31 Potensi Risiko Gempabumi (Ha) Kota Batam	84
Gambar 3.32 Potensi Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan (Ha) Kota Batam.....	86
Gambar 3.33 Validasi Peta Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan	87
Gambar 3.34 Potensi Risiko Kebakaran Hutan dan Lahan (Ha) Kota Batam	91
Gambar 3. 35 Potensi Bahaya Kekeringan (Ha) Kota Batam.....	92
Gambar 3.36 Potensi Penduduk Terpapar Kekeringan (Jiwa) Kota Batam.....	94
Gambar 3.37 Potensi Risiko Kekeringan (Ha) Kota Batam	98
Gambar 3.38 Potensi Bahaya Tanah Longsor (Ha) Kota Batam	99
Gambar 3.39 Validasi Peta Bahaya Tanah Longsor.....	101
Gambar 3. 40 Sumber: Hasil Analisis 2025	102

Gambar 3.41 Potensi Risiko Tanah Longsor (Ha) Kota Batam	106
Gambar 3. 42 Potensi Bahaya Multi (Ha) Kota Batam.....	107
Gambar 3 43 Potensi Penduduk Terpapar Gelombang Ekstrim dan Abrasi (Jiwa) Kota Batam	109
Gambar 3.44 Potensi Risiko Multibahaya (Ha) Kota Batam	113
Gambar 3.45 Peta Risiko Bencana Banjir Kota Batam.....	114
Gambar 3.46 Peta Risiko Bencana Cuaca Ekstrim Kota Batam	115
Gambar 3.47 Peta Risiko Bencana Gempabumi Kota Batam	116
Gambar 3.48 Peta Risiko Bencana Gelombang Ekstrim dan Abrasi Kota Batam.....	117
Gambar 3.49 Peta Risiko Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan Kota Batam.....	118
Gambar 3.50 Peta Risiko Bencana Kekeringan Kota Batam.....	119
Gambar 3.51 Peta Risiko Bencana Tanah Longsor Kota Batam.....	120
Gambar 3.52 Peta Risiko Bencana Multibahaya Kota Batam	121





WALI KOTA BATAM
PROPINSI KEPULAUAN RIAU

KEPUTUSAN WALI KOTA BATAM
NOMOR 633 TAHUN 2025

TENTANG

KAJIAN RISIKO BENCANA KOTA BATAM TAHUN 2025-2029

WALI KOTA BATAM,

- Menimbang : a. dalam rangka mengoptimalkan penyelenggaraan penanggulangan bencana yang berfokus pada beberapa parameter risiko dasar yang jelas dan terukur serta untuk menyelaraskan arah kebijakan penyelenggaraan penanggulangan bencana antara Pemerintah Pusat, Pemerintah Provinsi Kepulauan Riau, dan Pemerintah Kota Batam dalam keesatuan tujuan, maka perlu disusun suatu Kajian Risiko Bencana;
- b. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud pada huruf a dan Surat Kepala Pelaksana Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Batam Nomor 354/300.2.2.1/XII/2025 tanggal 29 Desember 2025, perlu menetapkan Keputusan Wali Kota tentang Kajian Risiko Bencana Kota Batam Tahun 2025-2029;
- Mengingat : 1. Undang-Undang Nomor 53 Tahun 1999 tentang Pembentukan Kabupaten Pelalawan, Kabupaten Rokan Hulu, Kabupaten Rokan Hilir, Kabupaten Siak, Kabupaten Karimun, Kabupaten Natuna, Kabupaten Kuantan Singingi, dan Kota Batam (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 151, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3902) sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Undang-Undang Nomor 34 Tahun 2008 tentang Perubahan Ketiga atas Undang-Undang Nomor 53 Tahun 1999 tentang Pembentukan Kabupaten Pelalawan, Kabupaten Rokan Hulu, Kabupaten Rokan Hilir, Kabupaten Siak, Kabupaten Karimun, Kabupaten Natuna, Kabupaten Kuantan Singingi dan Kota Batam (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 107, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4880);

2. Undang-Undang. . .

2. Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 66, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4723);
3. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 244, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5587) sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 41, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6856);
4. Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2014 tentang Administrasi Pemerintahan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 292, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5601) sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja menjadi Undang-Undang (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 41, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6856);
5. Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana (Lembaran Negara Tahun 2008 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4828);
6. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 46 Tahun 2008 tentang Pedoman Organisasi dan Tata Kerja Badan Penanggulangan Bencana Daerah.
7. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 80 Tahun 2015 tentang Pembentukan Produk Hukum Daerah (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 2036) sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 120 Tahun 2018 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 80 Tahun 2015 tentang Pembentukan Produk Hukum Daerah (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2018 Nomor 157);

8. Peraturan Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2012 Nomor 1096);
9. Peraturan Daerah Kota Batam Nomor 6 Tahun 2014 tentang Pembentukan Produk Hukum Daerah (Lembaran Daerah Kota Batam Tahun 2014 Nomor 6, Tambahan Lembaran Daerah Kota Batam Tahun 2014 Nomor 98) sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Daerah Kota Batam Nomor 7 Tahun 2019 tentang Perubahan atas Peraturan Daerah Kota Batam Nomor 6 Tahun 2014 Tentang Pembentukan Produk Hukum Daerah (Lembaran Daerah Kota Batam Tahun 2019 Nomor 7);

Menetapkan : KAJIAN RISIKO BENCANA KOTA BATAM TAHUN 2025-2029.

KESATU : Kajian Risiko Bencana Kota Batam Tahun 2025-2029 sebagaimana tercantum dalam Lampiran Keputusan ini.

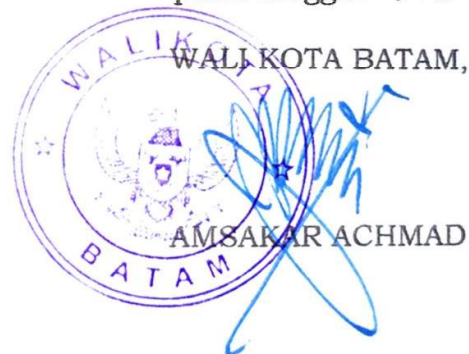
KEDUA : Dokumen Kajian Risiko Bencana sebagaimana dimaksud pada DIKTUM KESATU dikelola oleh Badan Penanggulangan Bencana Daerah Kota Batam.

KETIGA : Data hasil pengelolaan sebagaimana dimaksud pada DIKTUM KEDUA diperbarui secara berkala selama 2 (dua) tahun sekali dan dilaporkan kepada Wali Kota.

KEEMPAT : Segala biaya yang timbul akibat ditetapkan Keputusan ini dibebankan pada Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) Kota Batam.

KELIMA : Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di Batam
pada tanggal 29 Desember 2025



RINGKASAN EKSEKUTIF

Kota Batam dilihat dari kondisi geografis, demografi, topografi dan iklim menjadikan daerah ini rawan terhadap bencana. Berdasarkan data kejadian bencana yang dihimpun dalam Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI) sepanjang tahun 2013-2025, terdapat 5 (lima) jenis bencana yang pernah terjadi di Kota Batam. Kelima bencana tersebut adalah banjir, cuaca ekstrem, gelombang pasang/abrasi, kebakaran hutan dan lahan, serta tanah longsor. Bencana cuaca ekstrem merupakan bencana dengan intensitas tertinggi di Kota Batam, yaitu sebanyak 47 % dari total kejadian bencana di Kota Batam. Selain itu, berdasarkan hasil KRB Provinsi Kepulauan Riau (2021), Kota Batam juga memiliki potensi bencana gempabumi dan kekeringan. Hal ini menunjukkan bahwa tanpa perencanaan yang matang maka bencana yang ada di Kota Batam berpotensi menimbulkan dampak baik berupa korban jiwa, kerugian ekonomi, kerugian fisik, hingga kerusakan lingkungan. Oleh sebab itu dibutuhkan kajian risiko bencana sebagai dasar perencanaan dokumen daerah agar upaya penanggulangan bencana dapat dilakukan secara terencana, terarah dan terpadu.

Kajian Risiko Bencana (KRB) adalah mekanisme terpadu untuk memberikan gambaran menyeluruh terhadap risiko bencana suatu daerah dengan menganalisis tingkat bahaya, tingkat kerugian dan tingkat kapasitas daerah. Hasil analisis ketiga komponen tersebut menghasilkan tingkat risiko bencana di Kota Batam yang kemudian dapat dijadikan sebagai dasar dan rujukan rekomendasi generik dan spesifik untuk diterapkan oleh daerah. Keseluruhan proses ini mengacu pada Peraturan Kepala BNPB Nomor 2 Tahun 2014 tentang Pedoman Kajian Risiko Bencana dan rujukan pedoman yang ada di kementerian/lembaga di tingkat nasional.

Berdasarkan hasil identifikasi, evaluasi dan penilaian risiko, diketahui bahwa terdapat 7 (tujuh) jenis bencana yang berpotensi terjadi Kota Batam, yaitu banjir, cuaca ekstrem, gelombang Ekstrim dan abrasi, gempabumi, kebakaran hutan dan lahan, kekeringan, serta tanah longsor. Secara umum, berikut tingkat risiko untuk masing-masing bencana di Kota Batam:

1. Tingkat risiko banjir Kota Batam menunjukkan kelas risiko tinggi pada 3 kecamatan, dan kelas risiko sedang pada 8 kecamatan;
2. Tingkat risiko cuaca ekstrem Kota Batam menunjukkan kelas risiko tinggi pada 12 kecamatan;
3. Tingkat risiko gelombang ekstrim dan abrasi Kota Batam menunjukkan kelas risiko tinggi pada 4 kecamatan, kelas risiko sedang pada 7 kecamatan dan kelas rendah 1 kecamatan.

4. Tingkat risiko gempa bumi Kota Batam menunjukkan kelas risiko sedang pada 10 kecamatan dan kelas risiko rendah pada 2 kecamatan.
5. Tingkat risiko kebakaran hutan dan lahan Kota Batam menunjukkan kelas risiko tinggi pada 2 kecamatan, kelas risiko sedang pada 3 kecamatan dan kelas risiko rendah pada 7 kecamatan.
6. Tingkat risiko kekeringan Kota Batam menunjukkan kelas risiko tinggi pada 7 kecamatan dan kelas risiko sedang pada 5 kecamatan.
7. Tingkat risiko tanah longsor Kota Batam menunjukkan kelas risiko sedang pada 9 kecamatan dan kelas risiko rendah pada 3 kecamatan.

Berdasarkan hasil pengkajian risiko bencana di Kota Batam disusunlah rekomendasi yang terbagi ke dalam 2 (dua) bagian. Pertama, rekomendasi generik yang merupakan rekomendasi umum yang berhubungan dengan kebijakan administratif dan kebijakan teknis. Rekomendasi ini bersumber dari hasil kajian ketahanan daerah. Kedua, rekomendasi spesifik yang merupakan serangkaian aksi mitigasi bencana yang dapat dilakukan terhadap faktor penyebab terjadinya bencana. Rekomendasi ini bersumber dari hasil pengkajian bahaya dan kerentanan serta melihat tingkat risiko yang ada di setiap bencana.

Hasil pengkajian risiko bencana dan usulan rekomendasi penanggulangan bencana yang disusun dalam dokumen ini perlu dilanjutkan oleh Pemerintah Kota Batam dalam bentuk pengembangan dokumen teknis turunannya. Dokumen teknis yang dimaksud terutama adalah penyusunan Rencana Penanggulangan Bencana (RPB) Kota Batam yang berlaku selama lima tahun. Sedangkan dokumen teknis turunan lainnya dapat berupa dokumen rencana mitigasi, rencana kontinjensi, rencana penanganan darurat dan rencana pemulihan bencana daerah. Maka dari itu, upaya dan kebijakan penanggulangan bencana di Kota Batam harus menjadikan kajian risiko bencana sebagai dasar dan landasan sehingga penyelenggaraan penanggulangan bencana dapat lebih terencana, terarah dan terpadu.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia memiliki kerentanan tinggi terhadap berbagai jenis bencana. Kondisi geografis, geologis, hidrometeorologis, serta keanekaragaman sosial dan budaya menjadikan potensi ancaman bencana sangat beragam, mulai dari gempa bumi, tsunami, letusan gunung api, banjir, tanah longsor, kekeringan, angin puting beliung, hingga wabah penyakit, konflik sosial, maupun kedaruratan kompleks. Kompleksitas ancaman ini diperkuat dengan catatan sejarah bahwa Indonesia pernah mengalami beberapa bencana berskala besar, baik sebelum maupun sesudah kemerdekaan, seperti letusan Gunung Tambora (1815), Krakatau (1883), hingga gempa bumi dan tsunami Aceh (2004) yang menimbulkan dampak luas pada korban jiwa, kerugian ekonomi, dan perubahan sosial.

Seiring perkembangan, paradigma penanggulangan bencana di Indonesia telah mengalami pergeseran signifikan, terutama sejak lahirnya Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Pendekatan yang sebelumnya berorientasi pada penanganan darurat kini bergeser menuju upaya pengurangan risiko. Hal ini menuntut adanya strategi yang lebih sistematis, terukur, serta berbasis data dan ilmu pengetahuan untuk memperkuat ketahanan masyarakat terhadap ancaman bencana.

Dalam konteks tersebut, kajian risiko bencana menjadi instrumen penting dalam menentukan baseline indeks risiko di daerah. Kajian ini tidak hanya memberikan gambaran menyeluruh mengenai potensi bahaya, kerentanan, dan kapasitas yang dimiliki, tetapi juga berfungsi sebagai dasar teknokratis dalam penyusunan berbagai dokumen kebijakan penanggulangan bencana. Hasil kajian diharapkan dapat mendukung perencanaan jangka menengah maupun panjang, seperti rencana penanggulangan bencana, rencana kontingensi, rencana pemulihan pascabencana, serta program pengurangan risiko bencana secara berkelanjutan.

Bagi daerah, khususnya pemerintah kabupaten/kota, penyusunan kajian risiko bencana merupakan langkah strategis. Daerah sebagai pemangku kepentingan yang berinteraksi langsung dengan masyarakat perlu memiliki peta risiko yang akurat dan mutakhir untuk menjadi acuan dalam pengambilan keputusan. Dengan demikian, penyelenggaraan

penanggulangan bencana dapat lebih efektif, tepat sasaran, serta mampu meminimalisasi korban jiwa maupun kerugian harta benda.

Atas dasar tersebut, Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Batam melalui pendanaan APBD Tahun 2025 menginisiasi pelaksanaan Kajian Risiko Bencana di wilayahnya. Kegiatan ini memerlukan dukungan jasa konsultasi yang profesional dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah, agar hasil kajian benar-benar menjadi pijakan yang kokoh dalam penyusunan kebijakan dan rencana strategis penanggulangan bencana di Kota Batam.

1.2. MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud kegiatan ini adalah untuk menghasilkan Kajian Risiko Bencana sebagai dasar yang kuat dalam perencanaan kebijakan guna meningkatkan efektivitas upaya manajemen bencana yang disebabkan oleh faktor penyebab bencana bagi para pengambil keputusan dan para pelaku penanggulangan bencana di wilayah Kota Batam dalam rangka mengurangi risiko dan dampak yang ditimbulkan oleh bencana

Adapun tujuan kajian risiko bencana adalah :

1. Menyusun Peta Risiko (peta bahaya, peta kerentanan dan peta kapasitas) sebagai bahan utama penyusunan Pengkajian Risiko Bencana Daerah sesuai dengan metodologi yang ditentukan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB); dan
2. Menyusun dokumen Kajian Risiko Bencana yang menjadi dasar perencanaan pembangunan daerah terkait upaya penanggulangan bencana.

1.3. SASARAN KEGIATAN

Sasaran yang ingin dicapai melalui kegiatan ini adalah:

1. Tersusunnya Dokumen Kajian Risiko Bencana untuk setiap daerah dalam lingkup wilayah kerja;
2. Tersusunnya album peta kajian risiko bencana untuk setiap daerah dalam lingkup wilayah kerja, yang terdiri dari:
 - Peta Bahaya
 - Peta Kerentanan
 - Peta Kapasitas
 - Peta Risiko

- Peta Risiko Multi Bahaya Daerah
3. Tersusunnya Album Database Digital dalam format Sistem Informasi Geografis dan Matriks Tabulasi Kajian Risiko Bencana.

1.4. LANDASAN HUKUM

Dasar hukum pelaksanaan kegiatan ini mengacu kepada peraturan perundang-undangan sebagai berikut:

1. Undang-undang Nomor 24 tahun 2007 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana;
2. Undang-undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintah Daerah;
3. Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 2 Tahun 2018 tentang Standar Pelayanan Minimal
5. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Nasional Pengkajian Risiko Bencana.
6. Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 3 Tahun 2012 tentang Pengkajian Kapasitas Daerah.
7. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 100 Tahun 2018 tentang Standar Pelayanan Minimal
8. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 101 Tahun 2018 tentang Standar Teknis Pelayanan Dasar pada Standar Pelayanan Minimal Sub Urusan Bencana Daerah Kabupaten/Kota.

1.5. RUANG LINGKUP

Kegiatan ini dilaksanakan di wilayah Kota Batam, Provinsi Kepulauan Riau.

Pembahasan jenis bahaya pada kegiatan ini mengacu kepada Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana yang dikeluarkan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Lingkup jenis bahaya dalam kegiatan ini adalah:

1. Bahaya Banjir;
2. Bahaya Cuaca Ekstrim;
3. Bahaya Gelombang Ekstrim dan Abrasi;

4. Bahaya Gempabumi;
5. Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan;
6. Bahaya Kekeringan; dan
7. Bahaya Tanah Longsor.

Penentuan lingkup jenis bahaya disesuaikan dengan jenis potensi bahaya yang ada di wilayah Kota Batam.

BAB 2

GAMBARAN UMUM WILAYAH DAN KEBENCANAAN

2.1. GEOGRAFI

Secara geografis, Kota Batam terletak di bagian utara Provinsi Kepulauan Riau pada koordinat sekitar $0^{\circ}25'29'' - 1^{\circ}15'00''$ Lintang Utara dan $103^{\circ}34'35'' - 104^{\circ}26'04''$ Bujur Timur. Kota Batam berbatasan di sebelah utara dengan Selat Singapura, di sebelah selatan dengan Kota Batam, di sebelah barat dengan Kabupaten Karimun, serta di sebelah timur dengan Kabupaten Bintan. Letaknya yang strategis menjadikan Batam sebagai salah satu wilayah penting di jalur pelayaran internasional dan sebagai pintu gerbang perdagangan Indonesia dengan negara tetangga.

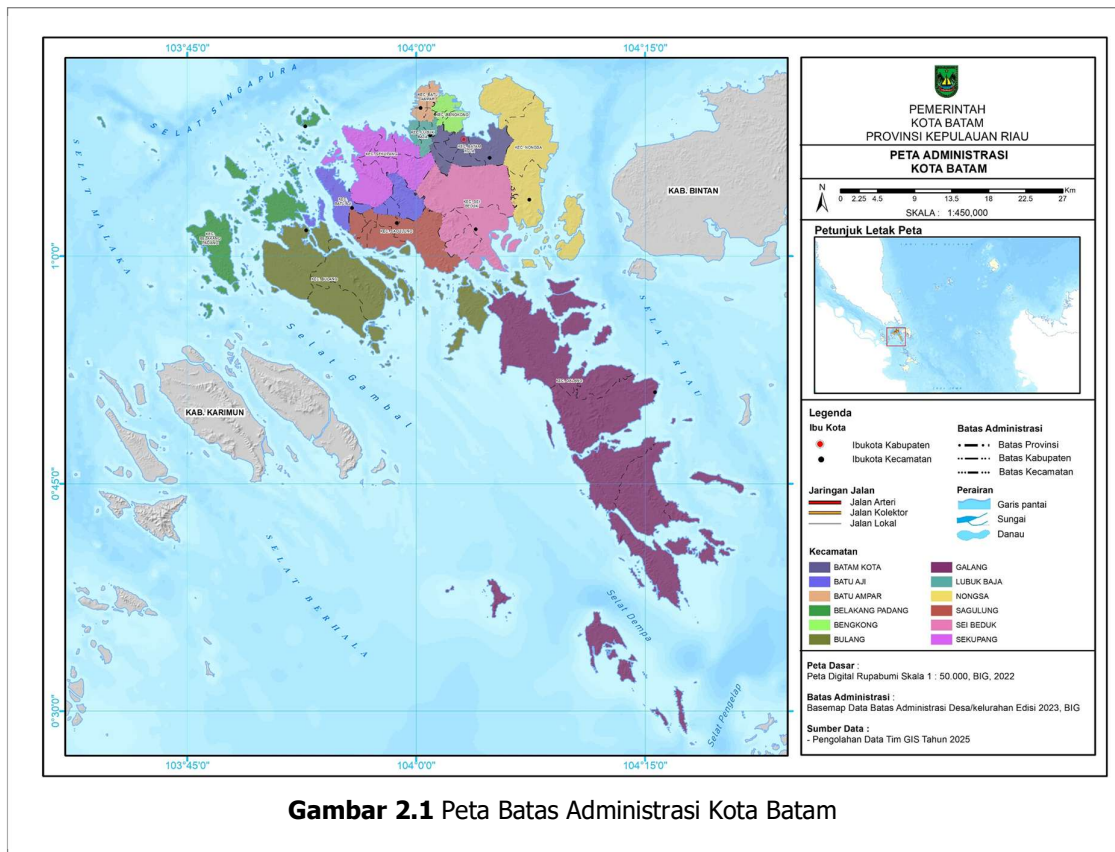
Secara administratif, Kota Batam terbagi ke dalam 12 (dua belas) kecamatan, yaitu Kecamatan Batam Kota, Batu Aji, Batu Ampar, Belakang Padang, Bengkong, Bulang, Galang, Lubuk Baja, Nongsa, Sagulung, Sei Beduk, dan Sekupang. Dari kedua belas kecamatan tersebut, Kecamatan Galang merupakan wilayah terluas dengan luas 35.163,60 ha atau sekitar 34,14% dari total luas Kota Batam, diikuti Kecamatan Bulang seluas 15.758,06 ha (15,48 %). Kecamatan dengan wilayah terkecil adalah Lubuk Baja dengan luas 998,74 ha (1,07 %). Secara keseluruhan, luas daratan Kota Batam mencapai 102.028,00 ha.

Tabel 2.1 Wilayah Administrasi Kota Batam

No.	Kecamatan	Luas Wilayah (Ha)	Persentase Terhadap Luas Kota (%)
1	BATAM KOTA	3.716,13	3,70
2	BATU AJI	4.089,70	4,01
3	BATU AMPAR	1.003,14	1,11
4	BELAKANG PADANG	6.715,43	6,74
5	BENKONG	1.277,63	1,34
6	BULANG	15.758,06	15,48
7	GALANG	35.163,60	34,14
8	LUBUK BAJA	998,74	1,07
9	NONGSA	10.747,93	10,30
10	SAGULUNG	5.357,49	5,43
11	SEI BEDUK	10.507,75	10,16
12	SEKUPANG	6.692,41	6,52
KOTA BATAM		102.208,00	100,00

Sumber: Kepmendagri 300.2.2-2138, 2025

Karakter wilayah Kota Batam didominasi oleh kawasan perkotaan modern dengan pusat kegiatan ekonomi, industri, dan jasa yang terkonsentrasi di kecamatan-kecamatan seperti Batam Kota, Lubuk Baja, Bengkong, Batu Ampar, dan Sekupang. Sementara itu, beberapa kecamatan lain seperti Galang dan Bulang masih memiliki karakter kepulauan dan bercorak pedesaan, yang berperan sebagai penyangga ruang bagi perkembangan kota secara keseluruhan. Dengan posisi strategis dan struktur wilayah yang demikian, Batam berkembang menjadi salah satu motor penggerak utama ekonomi di Provinsi Kepulauan Riau maupun Indonesia bagian barat.



Gambar 2.1 Peta Batas Administrasi Kota Batam

2.2. GEOLOGI

Wilayah Kota Batam merupakan bagian dari Paparan Sunda yang secara stratigrafi memiliki potensi endapan plaser bawah laut. Hasil interpretasi rekaman seismik menunjukkan bahwa struktur geologi di dasar laut perairan Kepulauan Riau tersusun oleh patahan dengan pola Barat Laut–Tenggara di bagian barat perairan dan pola Barat–Timur di bagian timur. Struktur ini berkembang seiring dengan tingginya tingkat produktivitas perairan, sehingga menjadikan wilayah perairan Batam kaya akan sumber daya

perikanan, baik dari segi jumlah maupun keragaman. Selain itu, perairan Batam juga dikenal memiliki tutupan terumbu karang yang luas dengan berbagai jenis ikan karang (demersal) serta ikan hias (ornamental fish).

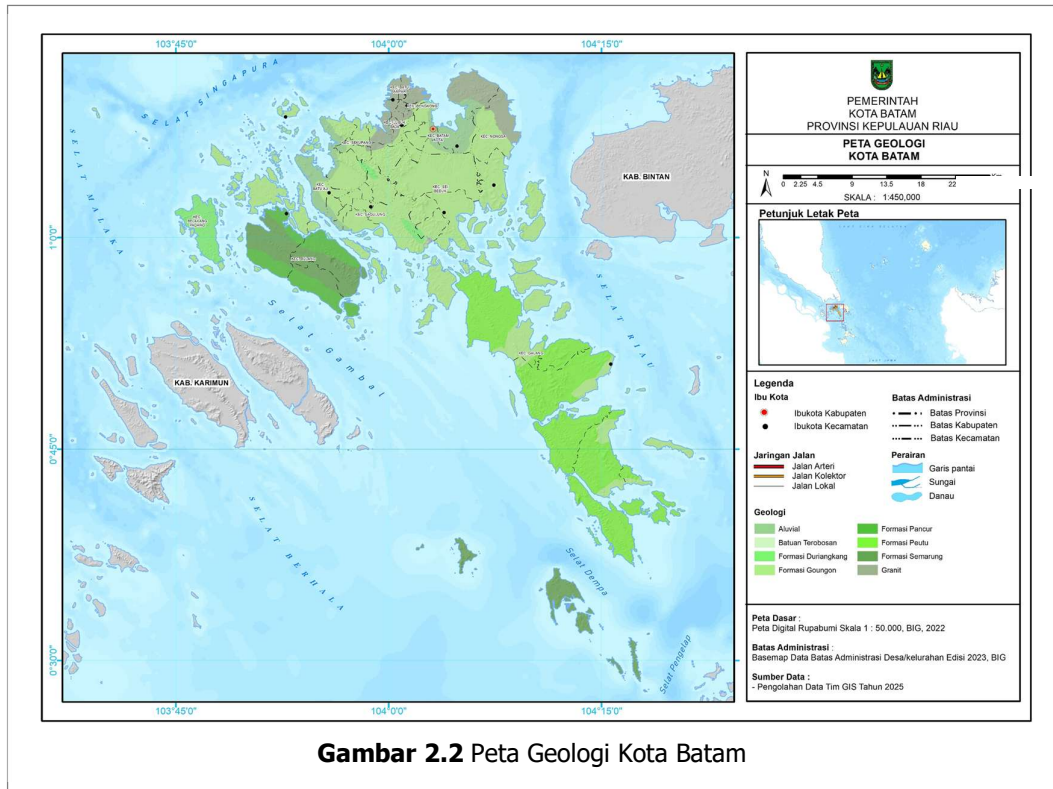
Di daratan, struktur geologi Pulau Batam ditandai dengan kelurusan berarah Timur Laut–Barat Daya yang menurut Katili (1977) termasuk ke dalam jalur geologi Laut Karimata. Selain itu, penelitian Kusnama dkk. (1994) juga mengidentifikasi adanya sesar normal. Sebagaimana pulau-pulau kecil di sekitar garis khatulistiwa, Batam memiliki karakteristik hidrogeologi khas, yaitu ketersediaan air permukaan yang melimpah serta air tanah dangkal yang cukup potensial.

Informasi detail mengenai luas dan persentase jenis geologi di kawasan Kota Batam dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.2 Luas dan Presentase Jensi Geologi di Kota Batam

No	Geologi	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Aluvial	5.294,5	5,19
2	Batuan Terobosan	2,7	0,00
3	Formasi Duriangkang	3.262,2	3,20
4	Formasi Goungon	47.459,2	46,52
5	Formasi Pancur	5.151,1	5,05
6	Formasi Peutu	25.171,4	24,67
7	Formasi Semarang	8.905,4	8,73
8	Granit	6.781,6	6,65
KOTA BATAM		102.028,00	100

Sumber: Peta Geologi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Tahun 1993



2.3. TOPOGRAFI

Wilayah Kota Batam pada umumnya memiliki kontur permukaan yang relatif datar dengan variasi perbukitan di beberapa bagian. Berdasarkan klasifikasi ketinggian, sebagian besar wilayah Batam berada pada rentang 0–50 meter di atas permukaan laut (mdpl) dengan luas sekitar 9.616,82 hektar atau 94,26 persen dari total wilayah daratan. Sementara itu, kawasan dengan ketinggian 50–100 mdpl mencakup 530,86 hektar (5,20 persen), dan wilayah dengan elevasi 100–150 mdpl seluas 52,98 hektar (0,52 persen). Adapun area dengan ketinggian di atas 150 mdpl sangat terbatas, hanya sekitar 2,14 hektar (0,02 persen).

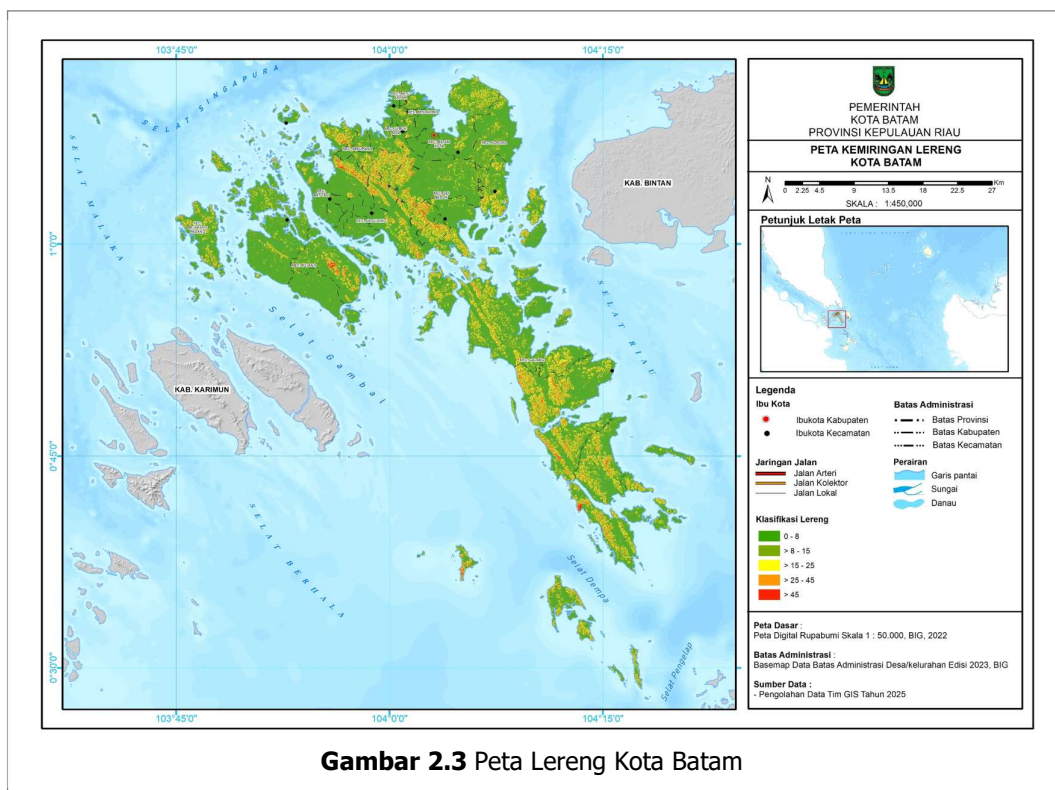
Kawasan dengan elevasi rendah umumnya berada di sepanjang pantai utara dan selatan Pulau Batam, bagian timur Pulau Rempang, serta sisi utara, timur, dan selatan Pulau Galang. Sedangkan daerah perbukitan yang mencapai hingga 100 mdpl terdapat di bagian tengah Pulau Batam, Rempang, Galang, dan Galang Baru. Wilayah perbukitan ini berperan penting sebagai kawasan resapan air untuk menjaga cadangan air baku Kota Batam. Pulau-pulau kecil di sekitarnya sebagian besar ditutupi oleh ekosistem hutan mangrove.

Berdasarkan pengolahan data FABDEM tahun 2025, informasi kemiringan lereng di Kota Batam diklasifikasikan dalam Tabel 2.3 dan Detailnya dapat dilihat pada gambar 2.3.

Tabel 2.3 Kelas Kemiringan Lereng Kota Batam

No	Kemiringan (%)	Klasifikasi	Luas (Ha)
1	0 - 8	Datar	66.439,00
2	> 8 - 15	Landai	17.841,80
3	> 15 - 25	Agak Curam	11.836,70
4	> 25 - 45	Curam	5.512,20
5	> 45	Sangat Curam	398,30
Kota Batam			102.028,00

Sumber: Hasil Pengolahan Data FABDEM Tahun 2025



Gambar 2.3 Peta Lereng Kota Batam

2.4. IKLIM

Kota Batam beriklim tropis dengan suhu udara pada tahun 2024 tercatat minimum antara 22,3°C–24,5°C dan maksimum berkisar 30,5°C–35,0°C. Suhu rata-rata tahunan berada pada rentang 27,0°C–28,9°C,. Tekanan udara rata-rata tahun 2024 tercatat antara 1.010,65 mb–1.013,57 mb, sedangkan kelembaban udara berada pada kisaran 75,65%–86,8%. Kondisi ini sedikit berbeda dengan tahun 2019, di mana tekanan udara berkisar 1.011,0 mb–1.013,8 mb dengan kelembaban udara antara 79%–86%.

Untuk kecepatan angin, pada tahun 2024 tercatat minimum 2 knot dan maksimum 20 knot. Sementara itu, Curah hujan di Kota Batam menunjukkan variasi bulanan yang cukup signifikan sepanjang tahun. Pada tahun pengamatan, total curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Januari dengan jumlah 453,5 mm dan rata-rata 17 hari hujan, disusul oleh bulan Mei sebesar 363,6 mm dengan 14 hari hujan, serta bulan November dengan 296,4 mm dan 21 hari hujan. Sebaliknya, curah hujan terendah tercatat pada bulan Juli sebesar 101,3 mm dengan 9 hari hujan, serta bulan Oktober sebesar 120,6 mm dengan 15 hari hujan.

Secara umum, pola hujan di Batam tidak sepenuhnya mengikuti pola musim hujan dan kemarau yang tegas, melainkan cenderung dipengaruhi oleh dinamika iklim tropis dan laut di sekitarnya. Hujan relatif merata sepanjang tahun, meskipun intensitasnya lebih tinggi pada awal dan akhir tahun. Variasi ini penting diperhatikan karena berkaitan dengan potensi bencana hidrometeorologi, terutama banjir pada bulan dengan intensitas tinggi, serta kekeringan pada bulan dengan curah hujan rendah.

Tabel 2.4 Curah Hujan dan Hari Hujan di Kota Batam

No.	Bulan	Total Curah Hujan (mm/tahun)	Rata-rata Hari Hujan
1.	Januari	453,5	17
2.	Februari	163,6	8
3.	Maret	220,5	8
4.	April	209,7	9
5.	Mei	363,6	14
6.	Juni	271,7	15
7.	Juli	101,3	9
8.	Agustus	253,2	16
9.	September	239,8	14
10	Oktober	120,6	15
11	November	296,4	21
12	Desember	160,4	11

Sumber: Kota Batam Dalam Angka, 2025

2.5. HIDROLOGI

Di Kota Batam terdapat 21 Daerah Aliran Sungai (DAS) yang tersebar di berbagai wilayah. Total luas DAS di Batam mencapai 10.202,80 hektar dengan karakteristik yang bervariasi, baik dari segi cakupan wilayah maupun fungsi hidrologisnya.

DAS dengan cakupan terbesar adalah DAS Pulau-Pulau yang mencakup luas 2.194,87 hektar atau sekitar 21,51 persen dari total luas. Selain itu, beberapa DAS besar lainnya adalah Keringkang (1.053,97 ha atau 10,33%), Kangka (985,23 ha atau 9,66%), dan

Penatu (847,73 ha atau 8,31%). Keempat DAS ini berperan penting sebagai kawasan tangkapan air utama yang menopang ketersediaan sumber daya air di Batam.

Sementara itu, DAS dengan cakupan sedang meliputi Nongsa (703,84 ha atau 6,90%) dan Gata (575,79 ha atau 5,64%), yang juga memiliki fungsi penting dalam menjaga keseimbangan hidrologi di kawasan timur dan tengah Batam. Beberapa DAS lain memiliki luasan lebih kecil, seperti Kinum (85,59 ha atau 0,84%) dan Ketapang (127,23 ha atau 1,25%), yang meskipun relatif sempit, tetap berkontribusi terhadap keberlanjutan ekosistem lokal.

Secara keseluruhan, distribusi DAS di Batam menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah daratan memiliki daerah tangkapan air dengan variasi ukuran. DAS-DAS besar berfungsi sebagai penyedia air baku dan kawasan resapan, sementara DAS kecil mendukung pengaturan tata air lokal, perlindungan habitat, serta ekosistem pesisir. Dengan kondisi ini, sistem hidrologi Kota Batam memiliki peran vital dalam mendukung kebutuhan air masyarakat, industri, serta menjaga keseimbangan lingkungan perkotaan dan kepulauan.

2.6. PENGGUNAAN LAHAN

Penggunaan lahan di Kota Batam menunjukkan komposisi yang beragam dengan dominasi kawasan vegetasi alami dan budidaya. Dari total luas wilayah sebesar 10.202,80 hektar, sebagian besar masih berupa hutan dengan luas 2.693,47 hektar atau sekitar 26,40 persen. Kawasan hutan ini berfungsi penting sebagai penyangga ekosistem, kawasan resapan air, serta habitat keanekaragaman hayati.

Penggunaan lahan lainnya yang cukup signifikan adalah semak belukar (1.906,15 ha atau 18,68%) dan tegalan/ladang (1.861,31 ha atau 18,24%). Kedua kategori ini umumnya tersebar di wilayah pedalaman dan menjadi penyangga ekologis sekaligus area potensial untuk kegiatan budidaya masyarakat. Selain itu, terdapat kawasan pemukiman dengan luas 1.394,15 hektar atau 13,66 persen, yang menunjukkan adanya konsentrasi penduduk di beberapa titik strategis, terutama di wilayah pusat perkotaan dan sekitar kawasan industri.

Kawasan berair dan lahan basah juga memiliki peran cukup besar. Tubuh air seperti danau, waduk, dan aliran sungai menempati 424,39 hektar (4,16%), sedangkan rawa mencapai 861,99 hektar (8,45%). Kedua jenis penggunaan lahan ini menjadi bagian penting dari sistem hidrologi dan penyedia sumber air baku.

Sementara itu, kawasan yang diperuntukkan secara khusus bagi kegiatan ekonomi ditunjukkan oleh kawasan industri dengan luas 243,64 hektar (2,39%). Meski relatif kecil, kawasan ini memiliki kontribusi besar terhadap perkembangan ekonomi Batam sebagai

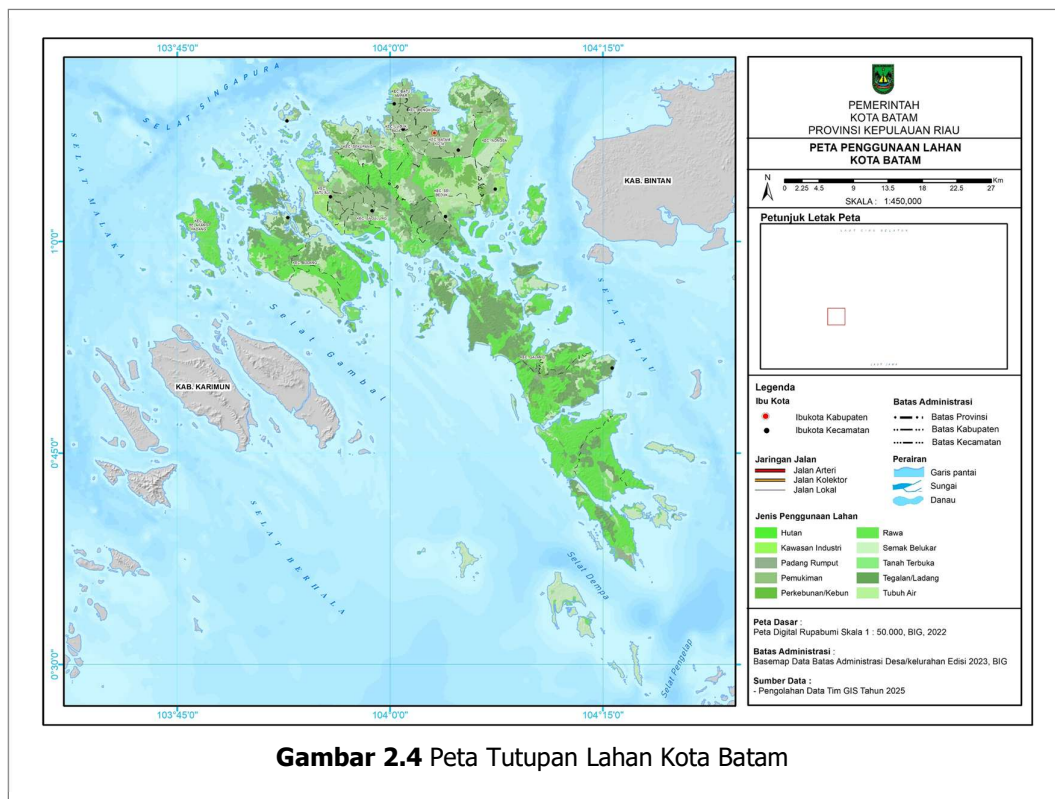
kota industri dan perdagangan. Selain itu, terdapat perkebunan/kebun seluas 392,81 hektar (3,85%), tanah terbuka sebesar 396,21 hektar (3,88%), serta padang rumput seluas 28,69 hektar (0,28%) yang tersebar di beberapa lokasi.

Secara umum, struktur penggunaan lahan Kota Batam memperlihatkan keseimbangan antara kawasan lindung, budidaya, dan terbangun. Namun, peningkatan aktivitas industri dan permukiman perlu diimbangi dengan perlindungan kawasan hutan, semak belukar, serta lahan basah agar fungsi ekologis wilayah tetap terjaga. Detailnya dapat dilihat pada Tabel 2.5 dan Gambar 2.4.

Tabel 2.5 Luas Penggunaan Lahan di Kota Batam

No	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	Hutan	26.934,7	26,40
2	Kawasan Industri	2.436,4	2,39
3	Padang Rumput	286,9	0,28
4	Pemukiman	13.941,5	13,66
5	Perkebunan/Kebun	3.928,1	3,85
6	Rawa	8.619,9	8,45
7	Semak Belukar	19.061,5	18,68
8	Tanah Terbuka	3.962,1	3,88
9	Tegalan/Ladang	18.613,1	18,24
10	Tubuh Air	4.243,9	4,16
Total		102.028,00	100

Sumber: Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Tahun 2022



2.7. DEMOGRAFI

Demografi menjadi aspek yang berpengaruh dalam mengetahui tingkat kerentanan wilayah selain dari kondisi luasan wilayahnya. Jika dilakukan perbandingan secara garis lurus semakin besar luasan bencana maka akan semakin besar pula potensi penduduk akan terpapar bencana terhadap jumlah penduduk. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi kepadatan penduduk, nilai kepadatan penduduk yang tinggi akan berada pada kawasan rawan bencana. Kondisi keadaan jumlah penduduk di suatu wilayah dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti faktor kelahiran, kematian dan migrasi penduduk. Penduduk di Kota Batam sebanyak 1.365.266 jiwa, yang terdiri dari 691.754 jiwa penduduk laki-laki dan 673.512 jiwa penduduk perempuan. Jumlah penduduk di Kota Batam dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Jumlah Penduduk di Kota Batam

No.	Kecamatan	Laki-laki	Perempuan	Jumlah
1	BATAM KOTA	106.695	108.509	215.204
2	BATU AJI	78.091	74.802	152.893
3	BATU AMPAR	33.193	31.790	64.983
4	BELAKANG PADANG	10.904	10.642	21.546
5	BENGGONG	69.462	67.742	137.204

No.	Kecamatan	Laki-laki	Perempuan	Jumlah
6	BULANG	6.581	6.166	12.747
7	GALANG	11.044	9.770	20.814
8	LUBUK BAJA	46.030	46.787	92.817
9	NONGSA	55.485	51.961	107.446
10	SAGULUNG	122.086	116.243	238.329
11	SEI BEDUK	54.404	52.982	107.386
12	SEKUPANG	97.779	96.118	193.897
Kota Batam		691.754	673.512	1.365.266

Sumber: Ditjen Dukcapil Kemendagri, 2025 Semester 2

Berdasarkan pada Tabel 2.6 memperlihatkan bahwa di Kota Batam memiliki sebaran penduduk yang tidak merata. Diketahui bahwa jumlah penduduk terbesar berada di Kecamatan Sagulung dengan 238.329 jiwa, disusul oleh Batam Kota (215.204 jiwa) dan Sekupang (193.897 jiwa). Sementara itu, kecamatan dengan jumlah penduduk paling sedikit adalah Bulang dengan 12.747 jiwa, diikuti Galang (20.814 jiwa) dan Belakang Padang (21.546 jiwa).

Kelompok usia rentan adalah penduduk yang berada pada kelompok usia tidak produktif, yakni kelompok balita (0-5 tahun) dan kelompok lansia (65+ tahun). Dari data kelompok umur penduduk Kota Batam di peroleh berdasarkan penggabungan usia balita dan usia lansia, dengan jumlah sebanyak 118.410 jiwa

Tabel 2.7 Jumlah Penduduk Umur Rentan dan Disabilitas di Kota Batam

No.	Kecamatan	Penduduk Usia Rentan	Penduduk Disabilitas
1	BATAM KOTA	17.313	214
2	BATU AJI	11.312	88
3	BATU AMPAR	5.757	53
4	BELAKANG PADANG	2.879	36
5	BENGGONG	12.506	113
6	BULANG	1.513	10
7	GALANG	2.372	46
8	LUBUK BAJA	9.644	81
9	NONGSA	9.834	63
10	SAGULUNG	19.059	183
11	SEI BEDUK	9.044	77
12	SEKUPANG	17.177	160
Kota Batam		118.410	1.124

Sumber: * Ditjen Dukcapil Kemendagri, 2025; **Podes BPS, 2024

Banyaknya penduduk usia rentan di Kota Batam memiliki pengaruh signifikan terhadap upaya pengurangan risiko bencana. Kelompok usia rentan seperti balita, lansia, serta penyandang disabilitas, memiliki keterbatasan dalam mobilitas, ketergantungan pada perawatan, maupun kesulitan merespons peringatan dini bencana secara cepat. Oleh

karena itu, mitigasi bencana di Kota Batam perlu dirancang lebih inklusif dengan memperhatikan kebutuhan khusus kelompok ini agar upaya pengurangan risiko bencana dapat lebih efektif.

Selain itu, penduduk miskin juga menjadi kelompok yang rawan terdampak bencana. Kondisi ekonomi yang terbatas membuat mereka lebih sulit melakukan pemulihan pascabencana dibandingkan masyarakat yang lebih mapan. Dengan demikian, pengkajian risiko bencana di Kota Batam perlu mempertimbangkan jumlah dan sebaran penduduk miskin, serta karakteristik sosial-ekonomi mereka, sebagai dasar dalam penyusunan strategi pengurangan risiko bencana yang adil dan berkelanjutan.

Jumlah penduduk miskin di Kota Batam pada tahun 2024 tercatat sebanyak 462.625 jiwa. Kecamatan dengan jumlah penduduk miskin terbanyak adalah Sagulung dengan 92.861 jiwa, disusul oleh Batu Aji (53.196 jiwa) dan Sekupang (54.145 jiwa). Sementara itu, kecamatan dengan jumlah penduduk miskin paling sedikit adalah Bulang dengan 8.972 jiwa, diikuti oleh Galang (14.532 jiwa) dan Belakang Padang (14.686 jiwa).

Penduduk miskin merupakan kelompok yang lebih rentan terhadap dampak bencana dibandingkan masyarakat dengan kondisi ekonomi lebih mapan. Keterbatasan sumber daya menyebabkan mereka memiliki akses yang minim terhadap sarana mitigasi, perlindungan, dan pemulihan pascabencana. Oleh karena itu, dalam pengkajian risiko bencana di Kota Batam, perlu diperhitungkan jumlah, sebaran, dan karakteristik sosial-ekonomi penduduk miskin. Dengan demikian, strategi pengurangan risiko bencana dapat disusun secara lebih tepat sasaran, adil, dan berkelanjutan.

Tabel 2.8 Jumlah Penduduk Miskin di Kota Batam

No.	Kecamatan	Penduduk Miskin
1	BATAM KOTA	44.701
2	BATU AJI	53.196
3	BATU AMPAR	25.166
4	BELAKANG PADANG	14.686
5	BENGGONG	44.948
6	BULANG	8.972
7	GALANG	14.532
8	LUBUK BAJA	26.802
9	NONGSA	39.599
10	SAGULUNG	92.861
11	SEI BEDUK	43.017
12	SEKUPANG	54.145
Kota Batam		462.625

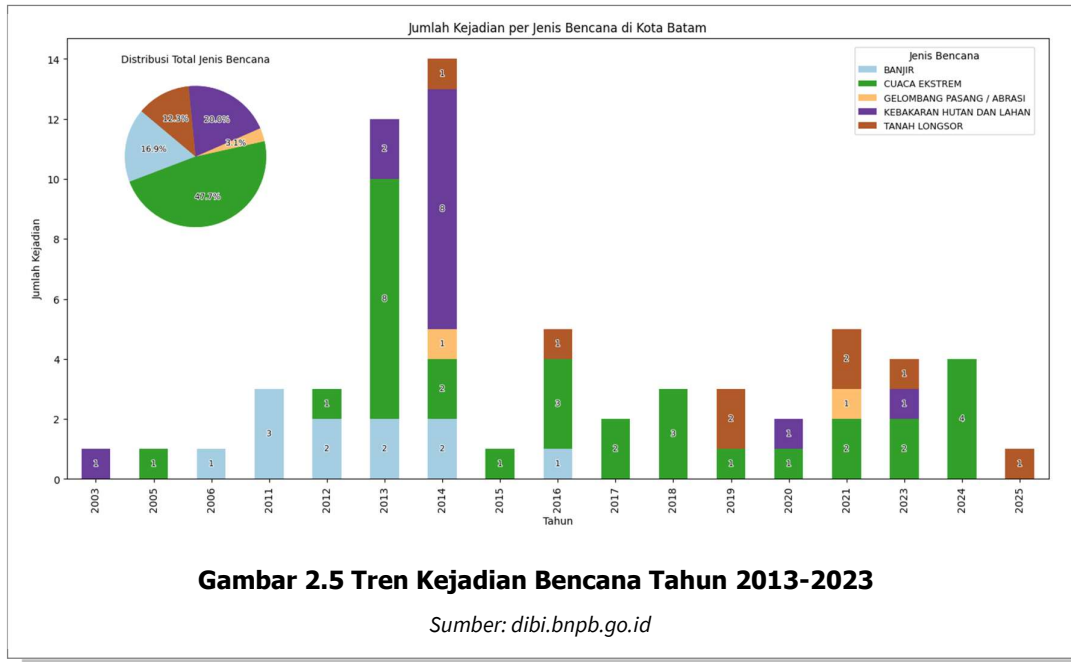
Sumber: Regsosek Bappenas, 2024

2.8. SEJARAH KEJADIAN BENCANA

Berdasarkan Data Bencana Indonesia (DIBI) yang dikeluarkan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), histori kejadian bencana di Kota Batam antara tahun 2013 hingga 2025 menunjukkan adanya berbagai jenis bencana dengan frekuensi dan intensitas yang berbeda. Secara keseluruhan tercatat 65 kejadian bencana, dengan dominasi pada bencana hidrometeorologi. Jenis bencana yang paling sering terjadi adalah cuaca ekstrim, dengan total 31 kejadian, yang meningkat signifikan setelah tahun 2012 dan mencapai puncaknya pada tahun 2013 sebanyak 8 kejadian. Kondisi ini mengindikasikan adanya peningkatan risiko terkait perubahan iklim yang memengaruhi wilayah Batam.

Selain itu, terdapat bencana lain yang cukup dominan yaitu kebakaran hutan dan lahan sebanyak 13 kejadian, paling banyak pada tahun 2013 dengan 8 kejadian, yang erat kaitannya dengan musim kemarau dan lahan kering yang mudah terbakar. Banjir juga tercatat sebanyak 11 kejadian dengan sebaran relatif merata dari tahun 2005 hingga 2017, umumnya dipicu oleh curah hujan tinggi, keterbatasan sistem drainase, serta perkembangan kawasan pemukiman dan industri. Sementara itu, tanah longsor terjadi sebanyak 8 kejadian, meskipun jumlahnya lebih sedikit, tetap menimbulkan dampak signifikan terutama di wilayah berbukit dengan kerapatan vegetasi rendah. Adapun gelombang pasang atau abrasi hanya tercatat 2 kali, umumnya di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil sekitar Batam.

Secara umum, kondisi kebencanaan di Kota Batam masih didominasi oleh bencana hidrometeorologi seperti cuaca ekstrim, banjir, serta kebakaran hutan dan lahan. Dinamika iklim, perubahan tata guna lahan, serta pesatnya pertumbuhan pembangunan menjadi faktor utama yang memperbesar potensi bencana di wilayah ini. Oleh karena itu, upaya pengurangan risiko bencana perlu difokuskan pada penguatan sistem peringatan dini, peningkatan tata kelola lingkungan, pengendalian alih fungsi lahan, serta pemberdayaan masyarakat agar lebih siap dan tangguh menghadapi bencana.



2.9. POTENSI BENCANA

Potensi bencana yang dikaji dalam pengkajian risiko bencana meliputi bencana yang pernah terjadi maupun yang belum terjadi atau memiliki potensi terjadi. Bencana yang pernah terjadi tidak tertutup kemungkinan berpotensi terjadi lagi. Bencana yang pernah terjadi dilihat berdasarkan DIBI serta informasi dari pihak daerah setempat, sedangkan bencana yang belum terjadi dikaji berdasarkan kondisi wilayah yang dipadukan dengan parameter bahaya yang terdapat pada metodologi pengkajian risiko bencana.

Potensi bencana di Kota Batam dikaji berdasarkan sejarah kejadian melalui analisis menggunakan pendekatan Sistem Informasi Geografis. Berdasarkan sejarah kejadian di Kota Batam diketahui terdapat lima jenis kejadian bencana yaitu banjir, gempabumi, tanah longsor, cuaca ekstrim (angin putting beliung) dan kekeringan. Namun tidak menutup kemungkinan terjadi potensi bencana lainnya di Kota Batam. Hal ini didasarkan karena penggunaan beragam faktor yang mengacu pada kondisi daerah dalam pemrosesannya melalui analisis Sistem Informasi Geografi dan akan menghasilkan peta potensi bencana. Jumlah potensi bencana di Kota Batam yang dilakukan berdasar sejarah kejadian bencana dikuatkan dan dilegalkan melalui kesepakatan daerah. Bencana yang berpotensi di Kota Batam adalah banjir, cuaca ekstrim, gelombang ekstrim dan abrasi, gempabumi, kebakaran hutan dan lahan, kekeringan, dan tanah longsor. Keseluruhan potensi di Kota Batam tersebut dilaksanakan dalam pengkajian risiko bencana tahun 2025. Penjabarannya lengkap terkait hasil pengkajian seluruh potensi bencana di Kota

Batam pada bab berikutnya. Secara ringkas potensi bencana di Kota Batam dapat dilihat pada tabel 2.9.

Tabel 2.9 Potensi Bencana di Kota Batam

Potensi Bencana Kota Batam	
1. Banjir	5. Kebakaran Hutan dan Lahan
2. Cuaca Ekstrim	6. Kekeringan
3. Gelombang Ekstrim dan Abrasi	7. Tanah longsor
4. Gempabumi	

Sumber: KRB Provinsi Kepulauan Riau, 2021

BAB 3

PENGAJIAN RISIKO BENCANA

3.1. KONSEPSI UMUM

Berdasarkan Undang-undang Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, pendefinisian bencana merupakan peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Pendefinisian bencana seperti dipaparkan diatas mengandung tiga aspek dasar, yaitu:

- a) Terjadinya peristiwa atau gangguan yang mengancam dan merusak;
- b) Peristiwa atau gangguan tersebut mengancam kehidupan, penghidupan, dan fungsi dari masyarakat;
- c) Ancaman tersebut mengakibatkan korban dan melampaui kemampuan masyarakat untuk mengatasi dengan sumber daya mereka.

Berdasarkan definisi tersebut, sebagai hal yang menyangkut hajat hidup orang banyak maka penyelenggaraan penanggulangan bencana merupakan hal yang harus dilakukan dan menjadi tanggung jawab pemerintah guna menjamin kehidupan dan penghidupan masyarakat secara keseluruhan.

Manajemen penanggulangan bencana dapat didefinisikan sebagai segala upaya atau kegiatan yang dilaksanakan dalam rangka upaya pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan, tanggap darurat dan pemulihan berkaitan dengan bencana yang dilakukan pada tahapan sebelum, saat dan setelah bencana.

Manajemen penanggulangan bencana merupakan suatu proses yang dinamis, yang dikembangkan dari fungsi manajemen klasik yang meliputi perencanaan, pengorganisasian, pembagian tugas, pengendalian dan pengawasan. Proses tersebut juga melibatkan berbagai macam organisasi yang harus bekerjasama untuk melakukan pencegahan Manajemen Penanggulangan Bencana, mengenal empat tahapan penanggulangan bencana yang membentuk suatu siklus. Dalam situasi tidak terjadi bencana, kegiatan penanggulangan bencana difokuskan kepada upaya Pencegahan dan

Mitigasi Bencana guna mengurangi dampak bencana dalam jangka panjang. Pada saat terdeteksi potensi bencana, upaya-upaya ditujukan untuk Kesiapsiagaan guna mengantisipasi bencana melalui pengorganisasian dan langkah-langkah yang tepat guna dan berdaya guna untuk memastikan ketersediaan sumberdaya dan kapasitas untuk menggunakan sumberdaya tersebut, bila terjadi bencana. Sedangkan tanggap darurat meliputi upaya-upaya yang dilakukan pada masa krisis, operasi kedaruratan, hingga pemulihan dini berlangsung. Tahap tanggap darurat berakhir pada saat status darurat bencana dicabut berdasarkan aturan yang berlaku. Tahap rehabilitasi melingkupi pemulihan infrastruktur, sosial, budaya, ekonomi, dan lingkungan terhadap dampak kejadian bencana.

Dalam perpektif risiko bencana, manajemen penanggulangan bencana berfokus pada pengelolaan terhadap upaya penanggulangan bencana dengan penekanan pada faktor-faktor yang mengurangi risiko secara terencana, terkoordinasi, terpadu dan menyeluruh pada saat sebelum terjadinya bencana. Proses manajemen penanggulangan bencana dalam perspektif pengelolaan risiko bencana melingkupi pendefinisian konteks risiko bencana, pengkajian risiko bencana, dan penentuan pilihan tindakan. Seluruh lingkup proses tersebut merupakan sebuah kesatuan yang dilakukan secara terkoordinasi, partisipatif melalui komunikasi dan konsultasi, serta berkelanjutan melalui proses monitoring dan evaluasi.

Rencana dan pilihan tindakan merupakan bentuk intervensi yang dilakukan untuk memodifikasi risiko bencana yang mungkin timbul. Penentuan rencana dan pilihan tindakan dilakukan berdasarkan hasil kajian risiko bencana. Pendekatan-pendekatan yang dapat dipilih untuk memodifikasi risiko bencana tersebut antara lain adalah berupa:

- a) Pencegahan bencana adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan sebagai upaya untuk menghilangkan dan/atau mengurangi ancaman bencana.
- b) Mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana.
- c) Kesiapsiagaan adalah serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengantisipasi bencana melalui pengorganisasian serta melalui langkah yang tepat guna dan berdaya guna.
- d) Pengalihan risiko adalah serangkaian upaya untuk mengalihkan tanggung-jawab dalam mengelola faktor risiko kepada pihak lain yang lebih mampu mengurangi faktor risiko dengan konsekuensi dan ketentuan tertentu.

Sementara itu dalam perspektif kedaruratan bencana, manajemen penanggulangan bencana difokuskan pada pengaturan upaya penanggulangan bencana dengan penekanan pada faktor-faktor pengurangan jumlah kerugian dan korban serta penanganan pengungsi secara terencana, terkoordinasi, terpadu dan menyeluruh pada saat terjadinya bencana.

Lingkup manajemen penanggulangan bencana dalam perspektif kedaruratan bencana dimulai pada saat terdeteksinya gejala kejadian bencana melalui aktivasi peringatan dini, operasi tanggap darurat, hingga pengelolaan proses transisi dari operasi tanggap darurat ke proses pemulihan (rehabilitasi dan rekonstruksi) akibat bencana.

Kajian risiko bencana merupakan acuan dalam menentukan pilihan tindakan sebagai bentuk intervensi yang dilakukan untuk memodifikasi risiko bencana yang mungkin timbul. Pendekatan-pendekatan yang dapat dipilih untuk memodifikasi risiko bencana tersebut antara lain adalah berupa pencegahan, mitigasi, kesiapsiagaan dan pengalihan risiko bencana.

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.

Kajian risiko bencana dapat dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan sebagai berikut:

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

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 ancaman tertentu. Kerentanan berupa kerentanan sosial budaya, fisik, ekonomi dan lingkungan, yang dapat ditimbulkan oleh beragam penyebab;

Kapasitas adalah penguasaan sumber daya, 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.

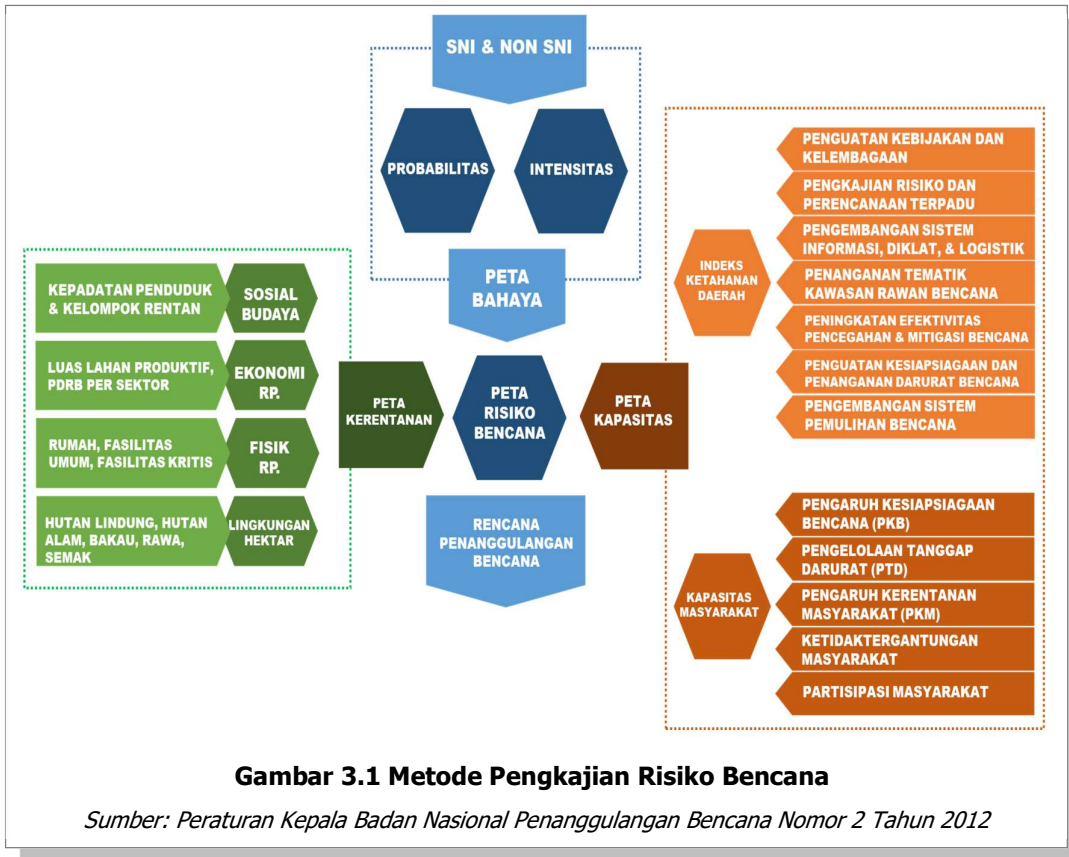
Pendekatan ini tidak dapat disamakan dengan rumus matematika. Pendekatan ini digunakan untuk memperlihatkan hubungan antara ancaman, kerentanan dan kapasitas yang membangun perspektif tingkat risiko bencana suatu kawasan.

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

- Tingkat bahaya kawasan;
- Tingkat kerentanan kawasan yang terancam;
- 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 suatu kawasan. Penyelenggaraan ini dimaksudkan untuk mengurangi dampak risiko bencana.

Secara umum, metode pengkajian risiko bencana dapat dilihat pada gambar di bawah ini. Metode yang diperlihatkan tersebut merupakan metode yang ditetapkan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) sebagai dasar pengkajian risiko bencana pada suatu daerah.



Gambar 3.1 Metode Pengkajian Risiko Bencana

Sumber: Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012

Peta Risiko Bencana dan Dokumen Kajian Risiko Bencana Daerah menjadi dasar 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 konsepsi arah pembangunan nasional pada RPJMN yang difokuskan terhadap penurunan risiko bencana pada daerah-daerah pertumbuhan ekonomi. Oleh karena itu pada tahap ini dibutuhkan koordinasi yang baik antara konsultan sebagai pelaksana kegiatan dengan pusat (BNPB) dan daerah (BPBD).

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

- (1) Memenuhi aturan tingkat kedetailan analisis (kedalaman analisis di tingkat nasional minimal hingga kabupaten/kota, kedalaman analisis di tingkat provinsi minimal hingga kecamatan, kedalaman analisis di tingkat kabupaten/kota minimal hingga tingkat kelurahan/desa/kampung/nagari);

- (2) Skala peta minimal adalah 1:250.000 untuk provinsi; peta dengan skala 1:50.000 untuk kabupaten/kota di Pulau Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi; peta dengan skala 1:25.000 untuk kabupaten/kota di Pulau Jawa dan Nusa Tenggara.
- (3) Mampu menghitung jumlah jiwa terpapar bencana (dalam jiwa).
- (4) Mampu menghitung nilai kerugian harta benda (dalam satuan rupiah) dan kerusakan lingkungan (dalam satuan hektar).
- (5) Menggunakan 3 kelas interval tingkat risiko, yaitu tingkat risiko tinggi, sedang dan rendah.
- (6) Menggunakan GIS dengan Analisis Grid dalam pemetaan risiko bencana.

3.2. METODOLOGI

3.2.1. Pengkajian Bahaya

Pengkajian bahaya bertujuan untuk mengetahui dua hal yaitu luas dan indeks bahaya. Luas bahaya menunjukkan besar kecilnya cakupan wilayah yang terdampak sedangkan indeks bahaya menunjukkan tinggi rendahnya peluang kejadian dan intensitas bahaya tersebut. Oleh karena itu, informasi yang disajikan tidak hanya apakah daerah tersebut terdampak bahaya atau tidak tetapi juga seberapa besar kemungkinan bahaya tersebut terjadi dan seberapa besar dampak dari bahaya tersebut.

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, penyusunan bahaya harus memperhatikan aspek probabilitas dan intensitas. Aspek probabilitas berkaitan dengan frekuensi kejadian bahaya sehingga data sejarah kejadian bencana dijadikan pertimbangan dalam penyusunan bahaya. Melalui sejarah kejadian, peluang bahaya tersebut terjadi lagi di masa depan dapat diperkirakan. Di sisi lain, aspek intensitas menunjukkan seberapa besar dampak yang ditimbulkan dari bahaya tersebut. Sebagai contoh, bahaya tanah longsor akan berpeluang besar terjadi di daerah lereng yang curam dibandingkan pada daerah yang landai. Dengan melihat kedua aspek tersebut, bisa ditentukan kategori tinggi rendahnya suatu bahaya. Kategori rendah menunjukkan peluang kejadian dan intensitas bahaya yang rendah, sebaliknya kategori tinggi menunjukkan peluang kejadian dan intensitas bahaya yang tinggi. Kategori tinggi rendah ini ditampilkan dalam bentuk nilai indeks yang memiliki rentang dari 0 – 1 dengan keterangan sebagai berikut:

- Kategori kelas bahaya rendah (0 - 0,333);
- Kategori kelas bahaya sedang (0,334 - 0,666);
- Kategori kelas bahaya tinggi (0,667 - 1).

Untuk menghasilkan peta bahaya yang dapat diandalkan, penyusunannya didasarkan pada metodologi dari BNPB baik yang disadur langsung dari kementerian/lembaga terkait maupun dari kesepakatan ahli. Selain itu, sumber data yang digunakan berasal dari instansi resmi dan bersifat legal digunakan di Indonesia.

Penyusunan bahaya dilakukan menggunakan software GIS (*Geographic Information System*) melalui analisis *overlay* (tumpang susun) dari parameter penyusun bahaya. Agar dihasilkan indeks dengan nilai 0-1 maka tiap parameter akan dinilai berdasarkan besarnya pengaruh parameter tersebut terhadap bahaya. Metode penyusunan peta bahaya pada masing-masing jenis ancaman dijelaskan sebagai berikut:

a. Banjir

Banjir didefinisikan sebagai kenaikan drastis dari aliran sungai, kolam, danau, dan lainnya dimana kelebihan aliran tersebut menggenangi keluar dari tubuh air (Smith et.al 2018). Apabila suatu peristiwa terendamnya air di suatu wilayah yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis maka banjir tersebut dapat disebut Bencana Banjir. Berdasarkan Perka BNPB No.2 Tahun 2012, ukuran bahaya (hazard) dari banjir adalah ketinggian genangan.

Secara umum, peta tematik yang terkait banjir banyak ditemukan dan tersedia di level kabupaten/kota, namun dalam kategori **peta daerah rawan banjir** (*flood-prone*). Tentunya pengertian daerah rawan banjir adalah daerah yang sering atau berpotensi terjadi banjir berdasarkan besaran frekuensi kejadian atau berdasarkan parameter-parameter fisik yang berhubungan dengan karakteristik daerah banjir (*flood plain*) di suatu wilayah. Sementara itu, sebagai salah satu data dasar dalam melakukan pengurangan risiko bencana banjir, peta bahaya banjir sangat diperlukan untuk mengetahui seberapa besar potensi risiko yang akan diminimalisir.

Peta bahaya banjir dapat dihasilkan dari peta (potensi) genangan banjir. Sebagian besar peta genangan banjir dikembangkan oleh pemodelan komputer, yang melibatkan analisis hidrologi untuk memperkirakan debit aliran puncak untuk periode ulang yang ditetapkan, simulasi hidraulik untuk memperkirakan ketinggian permukaan air, dan analisis medan untuk memperkirakan area genangan (Alfieri et al, 2017). Namun pada kenyataannya, ketersediaan data-data dasar penyusun dan data yang akan digunakan untuk kalibrasi dan validasi model sangat terbatas (kurang).

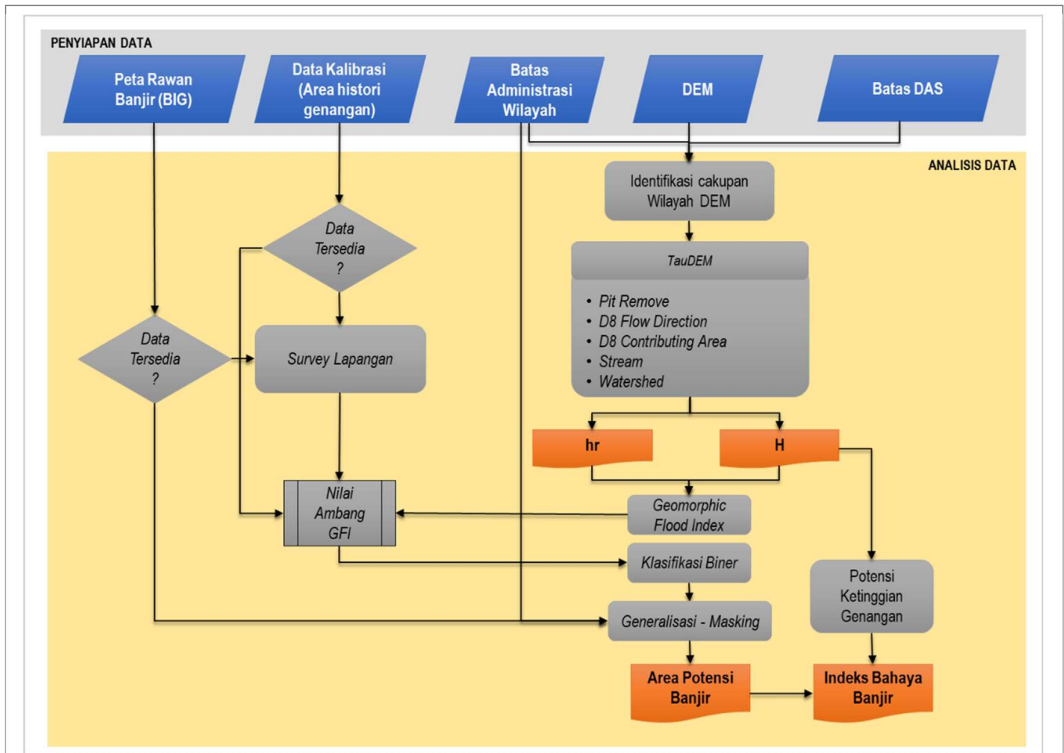
Dalam rangka mengakomodir keterbatasan-keterbatasan yang ada dalam penyusunan peta bahaya banjir, maka pembuatan peta bahaya banjir dapat dilakukan secara cepat dengan 2 tahapan metode, yaitu:

- Mengidentifikasi **daerah potensi banjir** dengan pendekatan geomorfologi suatu wilayah sungai, yang dapat dikalibrasi dengan ketersediaan data area dampak yang pernah terjadi (Samela et al, 2016)
- Mengestimasi **ketinggian genangan** berdasarkan ketinggian elevasi (jarak vertikal) di atas permukaan sungai di dalam area potensi genangan yang telah dihasilkan pada tahap 1.

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

Tabel 3.1 Kebutuhan Data Penyusunan Peta Bahaya Bahaya Banjir

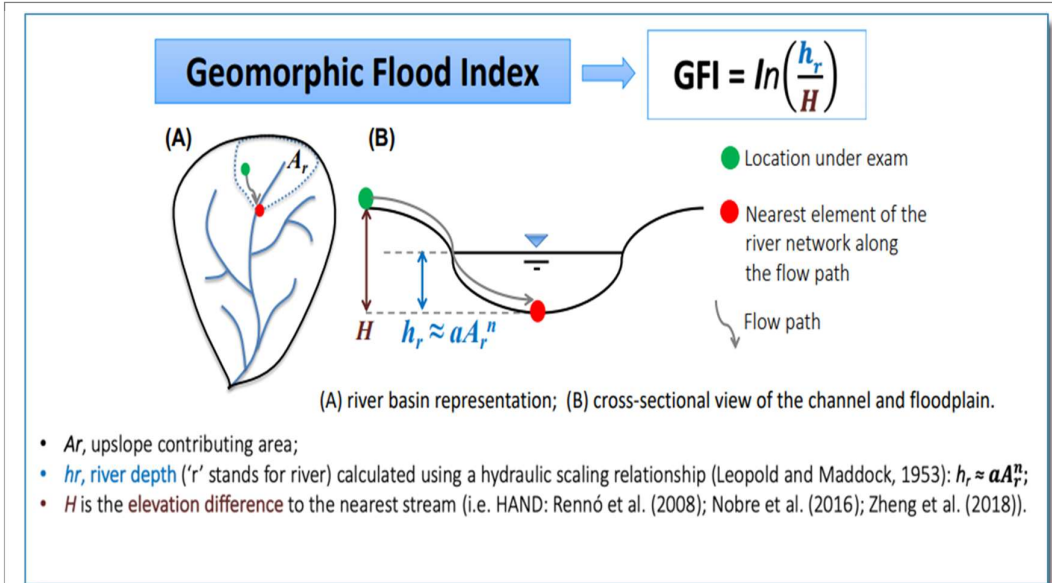
No.	Jenis Data	Bentuk Data	Tahun Data	Sumber
1.	Batas Admnsitrasi	Vektor (Polygon)	2025	BIG
2.	DEM	Raster	2023	FABDEM
3	Peta Bahaya Banjir Periode Ulang 100 tahun	Raster		<i>Global Flood Awareness System (GLOFAS)</i>
4.	Peta Batas Daerah Aliran Sungai	Vektor (Polygon)		KLHK
4.	Peta Jaringan Sungai (RBI)	Vektor (Polyline)		BIG



Gambar 3.2 Alur Proses Penyusunan Indeks Bahaya Banjir

Sumber: Petunjuk Teknis Pengkajian Risiko Bencana Banjir, (BNPB,2019)

Area potensi genangan dapat diperoleh dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Samela et al, 2018 yaitu Indeks Geomorfik Banjir (*Geomorphic Flood Index/GFI*). GFI merupakan sebuah metode yang dapat digunakan untuk mengestimasi area genangan banjir pada skala DAS yang luas dan menjadi sebuah prosedur yang efektif dan cepat untuk suatu wilayah yang memiliki keterbatasan data hidrologi. GFI dihitung dengan sebuah persamaan yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



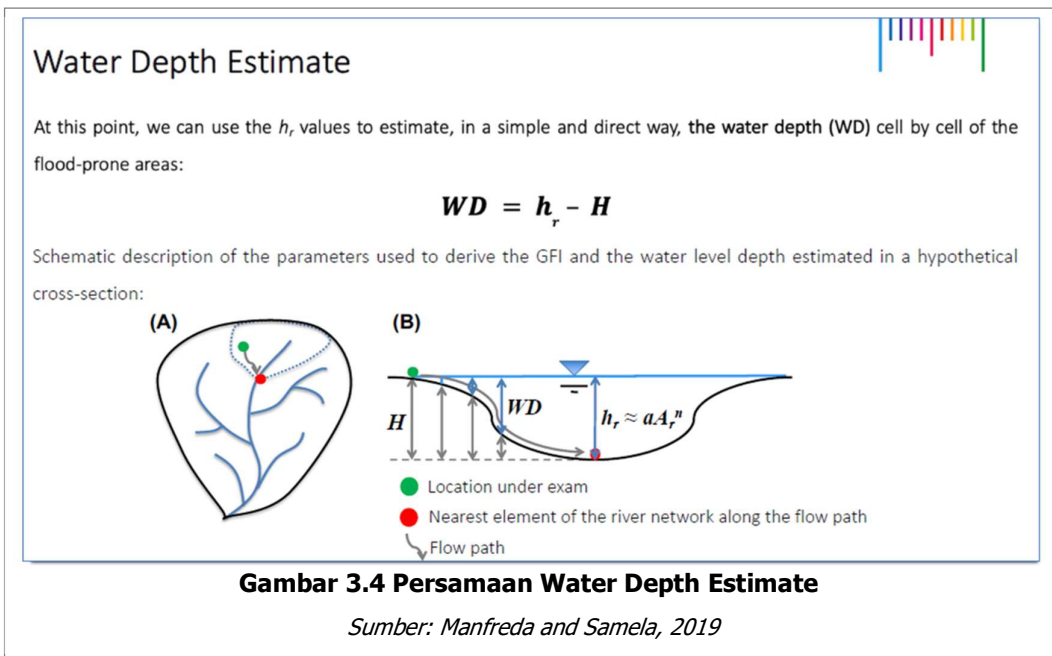
Gambar 3.3 Persamaan Geomorphic Flood Index

Sumber: Manfreda and Samela, 2019

Ketinggian genangan (WD) dihitung berdasarkan persamaan (Manfreda & Samela, 2019):

$$WD = h_r - H$$

Persamaan tersebut merupakan bagian dari persamaan pada **Gambar 3.4**, dimana parameter h_r dan H merupakan salah satu dari hasil keluaran analisis **GFI**.



Gambar 3.4 Persamaan Water Depth Estimate

Sumber: Manfreda and Samela, 2019

Sebagaimana penjelasan diawal bahwa ukuran **bahaya banjir** yang dianalisis adalah berdasarkan nilai **ketinggian genangan**. Klasifikasi nilai inundasi untuk kelas bahaya berdasarkan Perka BNPB 2/2012 adalah sebagai berikut:

- Bahaya Rendah \sim ketinggian genangan ≤ 0.75
- Bahaya Sedang $\sim 0.75 <$ ketinggian genangan ≤ 1.5
- Bahaya Tinggi \sim ketinggian genangan > 1.5

Berdasarkan klasifikasi tersebut, maka penentuan nilai indeks bahaya banjir dalam rentang (*range*) 0 sampai 1 dengan mengikuti pola klasifikasi di atas secara kontinyu (alami) dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan logika *fuzzy*. Keanggotaan *fuzzy* dari ketinggian genangan ditentukan dengan aturan bahwa semakin besar nilai ketinggian genangan (>1.5), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* ketinggian genangan akan semakin mendekati nilai 1 atau berada pada batas nilai yang dapat disebut sebagai kelas bahaya tinggi. Sebaliknya, jika semakin kecil nilai ketinggian genangan (≤ 0.75), maka nilai dari keanggotaan *fuzzy* ketinggian genangan akan semakin mendekati nilai 0 atau berada pada batas nilai yang dapat disebut sebagai kelas bahaya rendah. Berdasarkan hal tersebut, maka hasil yang sesuai didasarkan pada nilai inundasi yang berada pada titik tengah (*midpoint*) keanggotaan *fuzzy* ketinggian genangan (0.5) yang ditentukan adalah **1.125** dengan nilai penyebaran (*spread*) yang ditentukan adalah **1.75**

b. Cuaca Ekstrim

Cuaca ekstrim merupakan fenomena cuaca yang dapat menimbulkan bencana, korban jiwa, dan menghancurkan tatanan kehidupan sosial. Contoh cuaca ekstrim antara lain hujan lebat, hujan es, angin Kencang, dan badai taifun. Pada kajian ini analisis bahaya cuaca ekstrim lebih dititikberatkan kepada Angin Kencang / Puting Beliung.

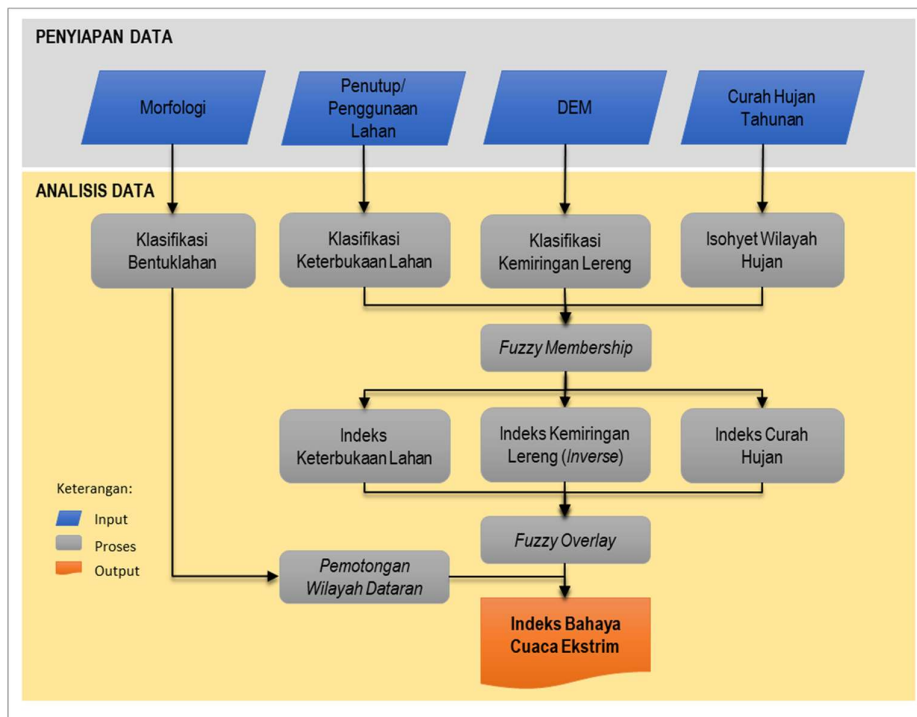
Angin Kencang merupakan angin kencang yang datang secara tiba-tiba, mempunyai pusat, bergerak melingkar menyerupai spiral dengan kecepatan 40-50 km/jam hingga menyentuh permukaan bumi dan akan hilang dalam waktu singkat (3-5 menit) (BNPB). Terjadinya Angin Kencang diawali dengan terbentuknya siklon yang dapat terjadi ketika wilayah bertekanan udara rendah dikelilingi oleh wilayah bertekanan udara tinggi. Pada umumnya kasus Angin Kencang di Indonesia ditandai dengan terbentuknya awan kumulonimbus yang menjulang ke atas. Selanjutnya terjadi hujan lebat dengan hembusan angin kuat dalam waktu relatif singkat. Kejadian tersebut dapat memicu terjadinya Angin Kencang.

Pada kajian ini yang dipetakan adalah wilayah yang berpotensi terdampak oleh Angin Kencang, yaitu wilayah dataran landai dengan keterbukaan lahan yang tinggi. Wilayah

ini memiliki potensi lebih tinggi untuk terkena dampak Angin Kencang. Sebaliknya, daerah pegunungan dengan keterbukaan lahan rendah seperti kawasan hutan lebat memiliki potensi lebih rendah untuk terdampak Angin Kencang. Oleh karena itu, semakin luas dan landai (datar) suatu kawasan, maka potensi bencana Angin Kencang semakin besar. Detail parameter dan sumber data yang digunakan untuk kajian peta bahaya cuaca ekstrim tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Kebutuhan Data Penyusunan Peta Bahaya Cuaca Ekstrim

No.	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber Data	Tahun Data	Tujuan
1.	DEM	Raster	Forest And Buildings removed Copernicus DEM V1-2 (FABDEM, Neal and Hawker)	2023	Analisis kemiringan lereng
2.	Peta Penutup Lahan diperbaharui berdasarkan :	Polygon	BIG	2023	Analisis keterbukaan lahan; masing-masing kelas penutup lahan diurutkan dan diberi skor berdasarkan keterbukaannya
	- Peta Sawah Baku	Polygon	Kementan	2019	
	- Area Permukiman	Polygon	Google Open Building (Sirko et.al, 2021)	2025	
	- Area Hutan	Polygon	KLHK	2023	
3.	Curah Hujan Rata-rata Tahunan	Polygon	BMKG	2024	Analisis curah hujan
4.	Peta Sistem Lahan	Polygon	BIG	2019	Analisis bentuklahan dan pemotong area bahaya di wilayah dataran



Gambar 3.5 Alur Proses Penyusunan Indeks Bahaya Cuaca Ekstrem

Sumber: Petunjuk Teknis Pengkajian Risiko Bencana Cuaca Ekstrem, (BNPB,2019)

c. Gelombang Ekstrem dan Abrasi

Gelombang ekstrem adalah gelombang tinggi yang ditimbulkan karena efek terjadinya siklon tropis di sekitar wilayah Indonesia dan berpotensi kuat menimbulkan bencana alam. Indonesia bukan daerah lintasan siklon tropis tetapi keberadaan siklon tropis akan memberikan pengaruh kuat terjadinya angin kencang, gelombang tinggi disertai hujan deras. Sementara itu, abrasi adalah proses pengikisan pantai oleh tenaga gelombang laut dan arus laut yang bersifat merusak. Abrasi biasanya disebut juga erosi pantai. Kerusakan garis pantai akibat abrasi ini dipicu oleh terganggunya keseimbangan alam daerah pantai tersebut.

Bahaya gelombang ekstrem dan abrasi dibuat sesuai metode yang ada di dalam Perka No. 2 BNPB Tahun 2012. Parameter penyusun bahaya gelombang ekstrem dan abrasi terdiri dari parameter tinggi gelombang, arus laut, tipologi pantai, tutupan vegetasi, dan bentuk garis pantai.

Detail parameter dan sumber data yang digunakan untuk kajian peta bahaya gelombang ekstrem dan abrasi dapat dilihat pada **Tabel 3.3**.

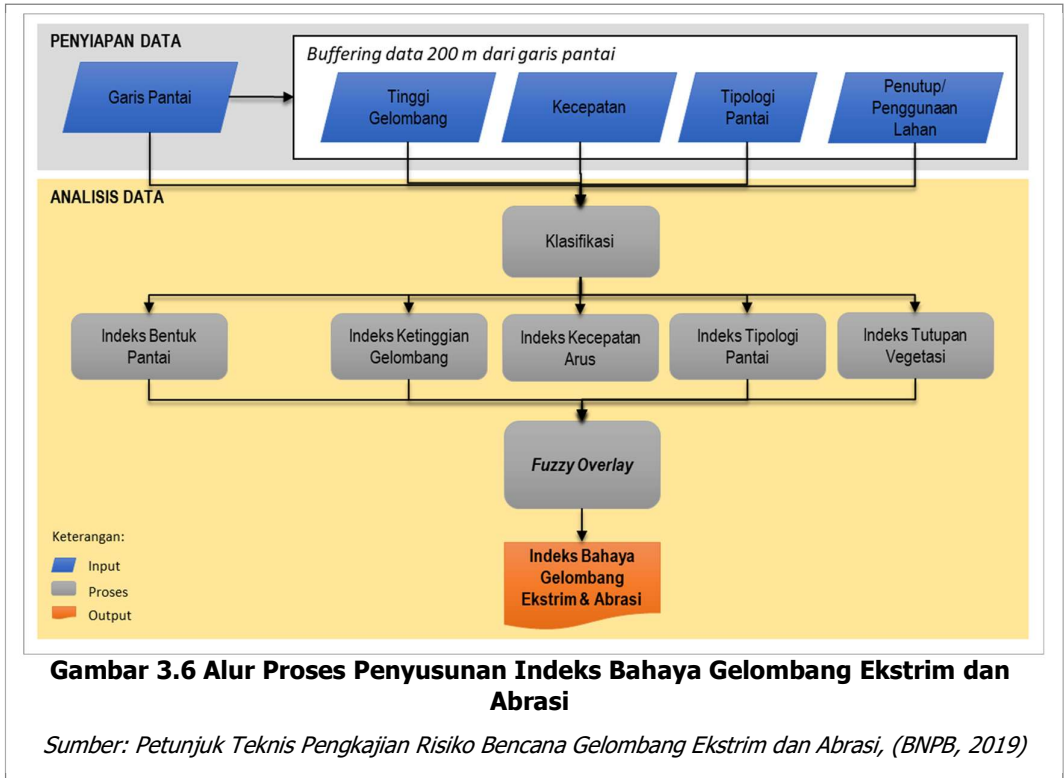
Tabel 3.3 Kebutuhan Data Penyusunan Peta Bahaya Gelombang Ekstrim dan Abrasi

No.	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber Data	Tahun Data	Tujuan
1.	DEM	Raster	FABDEM	2023	Analisis lereng dan tipologi pantai
2.	Kecepatan Arus (maksimum 5 tahunan)	Raster	KKP		
	Ketinggian Gelombang (maksimum 5 tahunan)	Raster	KKP		
3.	Peta Geologi	Polygon	ESDM		Analisis tipologi pantai
4.	Peta Penutup Lahan diperbaharui berdasarkan :	Polygon	BIG	2023	Analisis tipologi pantai
	- Peta Sawah Baku	Polygon	KEMENTAN	2019	
	- Area Permukiman	Polygon	BIG/GHS/ESRI		
	- Area Hutan/Mangrove	Polygon	KLHK	2023	

Pemetaan bahaya gelombang ekstrim dan abrasi hanya dilakukan di daerah darat dikarenakan potensi kerentanan yang akan dihitung hanya yang terdapat di daratan. Mengacu pada hal tersebut parameter yang digunakan bertujuan untuk melihat tingkat keterpaparan wilayah pesisir terhadap bahaya. Nilai tinggi gelombang dan kecepatan arus digunakan sebagai data awal untuk menghitung potensi bahaya di daratan. Masing-masing parameter diklasifikasikan ke dalam tiga kategori yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Klasifikasi tinggi gelombang dianggap rendah ketika tinggi gelombang di bibir pantai kurang dari 1 m, sedang di antara 1 – 2,5 m, dan tinggi ketika lebih dari 2,5 m. Untuk kecepatan arus dianggap rendah ketika kecepataannya kurang dari 0,2 m/detik, sedang ketika kecepataannya antara 0,2 – 0,4 m/detik, dan tinggi ketika kecepataannya lebih dari 0,4 m/detik.

Setelah diketahui potensi sumber bahayanya selanjutnya dilakukan penilaian terhadap tingkat keterpaparan wilayah pesisir terhadap bahaya tersebut. Oleh karena itu, parameter selanjutnya seperti tipologi (proses terbentuknya) pantai, bentuk garis pantai, dan tutupan lahan digunakan untuk melihat potensi keterpaparannya. Sebagai contoh gelombang tinggi lebih dari 2,5 m tidak akan terlalu berbahaya di wilayah pesisir yang berbentuk tebing atau di wilayah yang terdapat banyak hutan mangrove. Ketiga parameter ini juga diklasifikasikan ke dalam tiga kategori yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Klasifikasi tipologi pantai dikategorikan rendah ketika tipologinya berupa daerah pantai yang berbatu karang, sedang ketika tipologinya berupa daerah yang berpasir, dan tinggi ketika tipologi pantainya berupa daerah yang berlumpur. Bentuk garis pantai berteluk memiliki potensi rendah untuk terpapar, lurus berteluk berpotensi sedang untuk terpapar, dan garis pantai yang lurus berpotensi tinggi untuk terpapar. Parameter

terakhir yaitu tutupan lahan memiliki potensi rendah untuk terpapar ketika tutupan lahannya tinggi seperti terdapat hutan mangrove, sedang ketika tutupan lahannya berupa semak belukar, dan tinggi ketika tidak terdapat vegetasi. Seluruh parameter diindeks-kan dengan metode Fuzzy, kemudian digabungkan dengan metode Fuzzy Overlay untuk menentukan indeks bahaya gelombang ekstrim dan abrasi. Sebelum dilakukan overlay, masing-masing parameter diberikan skor dan bobot sesuai dengan pengaruhnya terhadap intensitas bahaya.



d. Gempabumi

Secara umum proses pembuatan peta bahaya gempa terdiri dari (Earthquake Research Committee, 2005):

- Pemetaan intensitas guncangan (percepatan puncak) pada batuan dasar menggunakan analisis skenario gempa bumi atau pendekatan probabilistik dan hubungan jarak atenuasi.
- Pemetaan intensitas guncangan di permukaan dengan perkalian faktor amplifikasi tanah dan intensitas guncangan di batuan dasar.

Berdasarkan proses pada langkah ke-2, salah satu parameter yang diperlukan untuk menentukan faktor amplifikasi tanah adalah nilai distribusi kecepatan gelombang geser rata-rata dari permukaan tanah sampai kedalaman 30 m (V_{s30} atau $AVS30$). Idealnya, pengukuran kecepatan gelombang geser dilakukan langsung di lapangan (teknik borehole), namun, membutuhkan sejumlah besar pendanaan dan banyak waktu, sehingga dianggap tidak efektif atau tidak efisien dalam kegiatan pengurangan risiko bencana yang mendesak. Cara alternatif untuk dapat menghasilkan nilai faktor amplifikasi (*ground amplification factor*) adalah dengan pendekatan metode empiris yang diusulkan oleh Midorikawa et al (1994) yaitu menggunakan persamaan berikut:

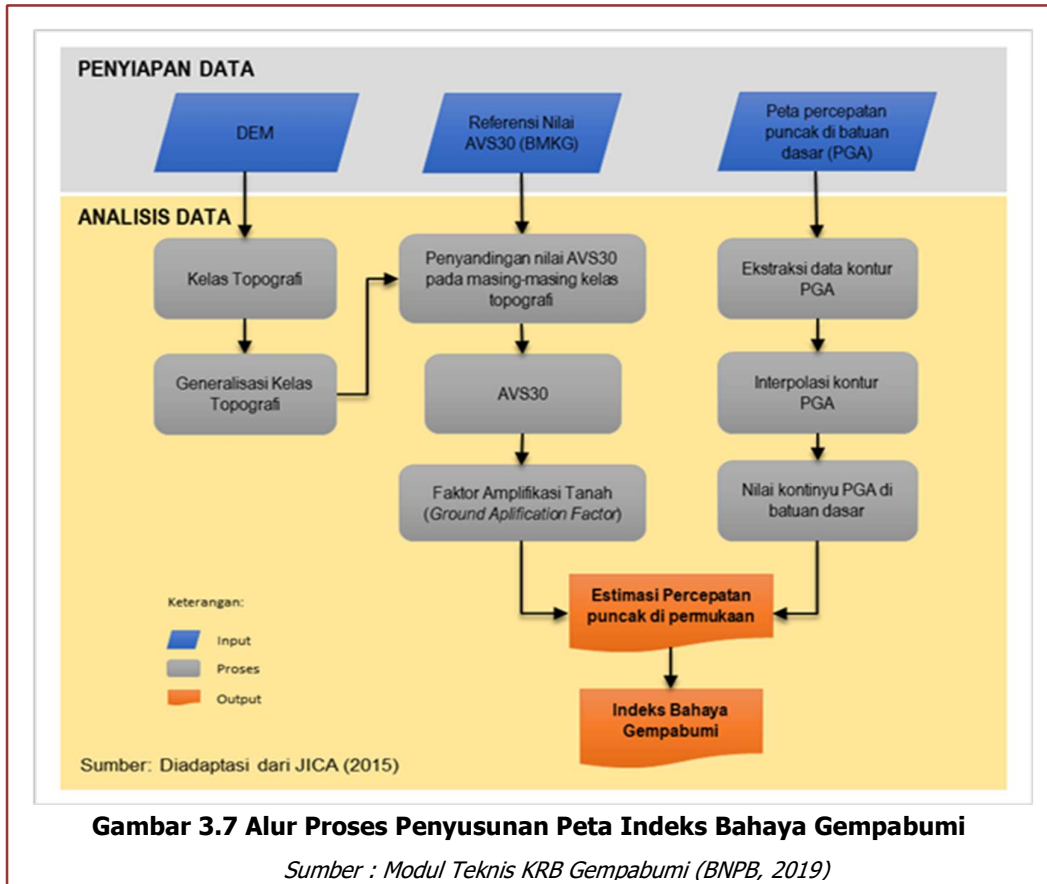
$$\text{Log}(G) = 1.35 - 0.47\text{Log}AVS30 \pm 0.18$$

dimana, G adalah ground amplification factor untuk PGA (percepatan puncak).

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

Tabel 3.4 Kebutuhan Data Penyusunan Peta Bahaya Gempabumi

No.	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber
1.	Batas Administrasi	GIS Vektor (Polygon)	BIG/Bappeda
2.	Digital Elevation Model	Raster	FABDEM
3.	Peta percepatan puncak (PGA/ <i>peak ground acceleration</i>) di batuan dasar (SB) untuk probabilitas terlampaui 10% dalam 50 tahun (PETA SUMBER DAN BAHAYA GEMPA INDONESIA 2017)	GIS Vektor (Polygon)	Kementerian PUPR/PusGeN
4.	Referensi nilai $AVS30$ (<i>Average Shear-wave Velocity in the upper 30m</i>)	Tabular/ GIS Vektor (Point)	BMKG/PusGeN

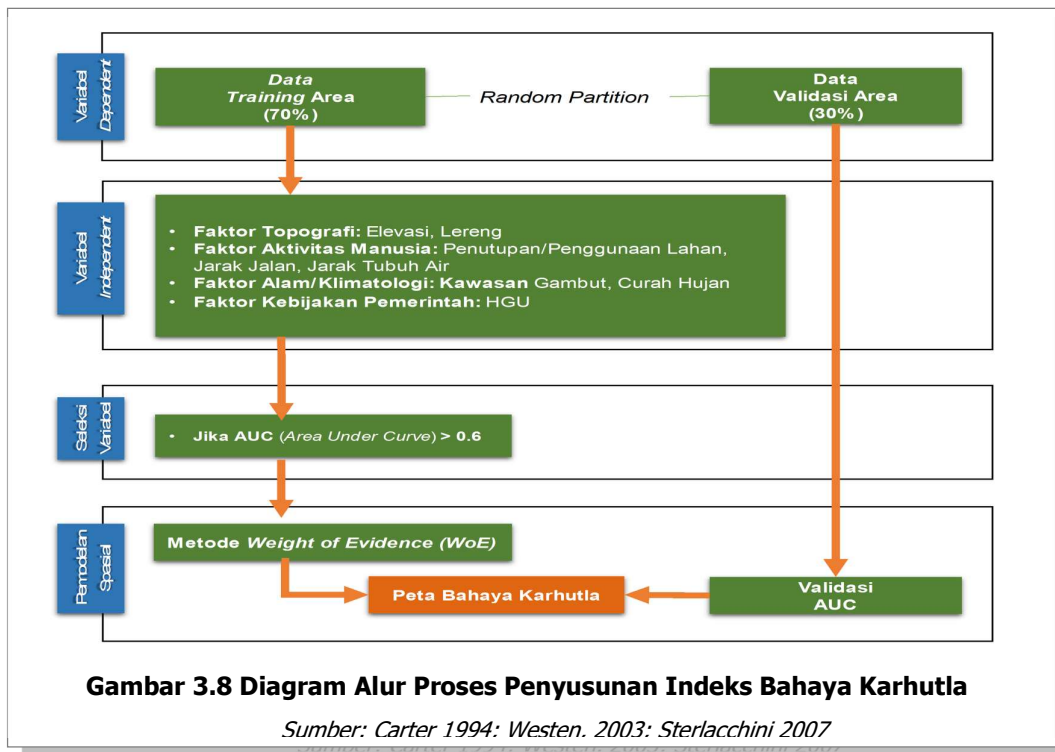


e. Kebakaran Hutan dan Lahan

Kebakaran hutan dan lahan adalah suatu keadaan di mana hutan dan lahan dilanda api, sehingga mengakibatkan kerusakan hutan dan lahan yang menimbulkan kerugian ekonomi dan atau nilai lingkungan. Kebakaran hutan dan lahan seringkali menyebabkan bencana asap yang dapat mengganggu aktivitas dan kesehatan masyarakat sekitar (Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.12/Menhut/-II/2009 tentang Pengendalian Hutan).

Kebakaran hutan dan lahan biasanya terjadi pada wilayah yang vegetasinya rawan untuk terbakar misalnya pada wilayah gambut. Faktor penyebab terjadinya kebakaran hutan dan lahan antara lain kekeringan yang berkepanjangan, sambaran petir, dan pembukaan lahan oleh manusia. Analisis bahaya kebakaran hutan dan lahan (karhutla) yang berkembang adalah analisis multi-kriteria yang menggabungkan beberapa parameter yang memiliki hubungan sebagai faktor penyebab terjadinya ancaman karhutla. Pada kajian ini, metode pemetaan bahaya karhutla dilakukan dengan pendekatan statistik yang

memperhitungkan probabilitas kejadian karhutla menggunakan metode *Weight of Evidence* (WoE) seperti disajikan pada gambar di bawah ini.



WoE ini merupakan teknik kuantitatif yang dimotori data, menggunakan sejumlah kombinasi data untuk menghasilkan peta dari pembobotan data, baik yang berbentuk kontinyu (continuous) dan berkategori (categorical), berdasarkan probabilitas prior(awal) dan posterior (sesudah) (Carter 1994; Westen, 2003; Sterlacchini 2007). WoE dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$W_{ji}^+ = \ln \left(\frac{P\{F_{ji}|K\}}{P\{F_{ji}|\bar{K}\}} \right) = \frac{\left(\frac{P\{F_{ji} \cap K\}}{P\{K\}} \right)}{\left(\frac{P\{F_{ji} \cap \bar{K}\}}{P\{\bar{K}\}} \right)} = \ln \frac{\frac{Npix_1}{Npix_1 + Npix_2}}{\frac{Npix_3}{Npix_3 + Npix_4}}$$

$$W_{ji}^- = \ln \left(\frac{P\{\bar{F}_{ji}|L\}}{P\{\bar{F}_{ji}|\bar{L}\}} \right) = \frac{\left(\frac{P\{\bar{F}_{ji} \cap K\}}{P\{K\}} \right)}{\left(\frac{P\{\bar{F}_{ji} \cap \bar{K}\}}{P\{\bar{K}\}} \right)} = \ln \frac{\frac{Npix_2}{Npix_1 + Npix_2}}{\frac{Npix_4}{Npix_3 + Npix_4}}$$

$$W_{contrast_{ji}} = W_{ji}^+ - W_{ji}^-$$

$$P_{total}^{(K)} = \sum_{j=1}^m W C_{ji(k)}$$

dimana:

W_{ji}^+ : rasio kemungkinan yang menyatakan bahwa rasio dalam kasus adanya faktor F_{ji} maka suatu karhutla terjadi/muncul atau tidak muncul/terjadi

W_{ji}^- : rasio kemungkinan yang menyatakan bahwa rasio dalam kasus tidak adanya faktor F_{ji} maka karhutla terjadi/muncul atau tidak muncul/terjadi

P : Probabilitas

F_{ji} : Keberadaan faktor j kelas i

\bar{F}_{ji} : Tidak ada faktor j kelas i

\bar{K} : Tidak ada karhutla

K : Keberadaan karhutla

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

Tabel 3.5 Kebutuhan Data Penyusunan Peta Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan

No.	Jenis Data	Bentuk Data	Tahun Data	Sumber
1.	Batas Admistrasi	Vektor (Polygon)	2025	BIG
2.	Peta Area Terbakar	Vektor (Polygon)	2015 – 2024	KLHK/Lapan
3	DEM	Raster	2023	FABDEM
4.	Peta Penutup Lahan	Vektor (Polygon)	2023	BIG
5.	Peta Jaringan Sungai (RBI)	Vektor (Polyline)	2019	BIG
6.	Peta Jaringan Jalan (RBI)	Vektor (Polyline)	2019	BIG
7.	Peta Isohyet Curah Hujan Tahunan	Vektor (Polygon)	2018	BMKG
8.	Peta HGU Perkebunan	Vektor (Polygon)	2018	KLHK/ATR-BPN

Berdasarkan alur proses di atas, perhitungan WoE dan proses validasinya dilakukan berdasarkan regionalisasi wilayah kepulauan dengan tujuan untuk melihat pola kejadian karhutla yang dipengaruhi oleh variable-variabel spasial yang terpilih dan berpengaruh secara signifikan sebagai faktor pendorong terjadinya karhutla. Penentuan indeks bahaya dilakukan berdasarkan metode transformasi linear terhadap hasil klasifikasi nilai kontras WoE dengan metode kuantil.

f. Kekeringan

Kekeringan adalah berkurangnya persediaan air di bawah normal yang bersifat sementara baik di atmosfer maupun di permukaan. Kekeringan adalah hubungan antara ketersediaan air yang jauh di bawah kebutuhan air baik untuk kebutuhan hidup pertanian, kegiatan ekonomi dan lingkungan. Penyebab utama terjadinya kekeringan adalah defisit curah hujan yang terjadi selama periode tertentu sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan manusia, atau yang biasanya disebut dengan kekeringan meteorologis. Kekeringan akibat defisit curah hujan dapat berdampak pada kekeringan pertanian (vegetasi), namun ada *lag* (jarak waktu) di antara keduanya. Sehingga kekeringan meteorologis dapat menjadi indikator awal terjadinya kekeringan agrikultural (pertanian).

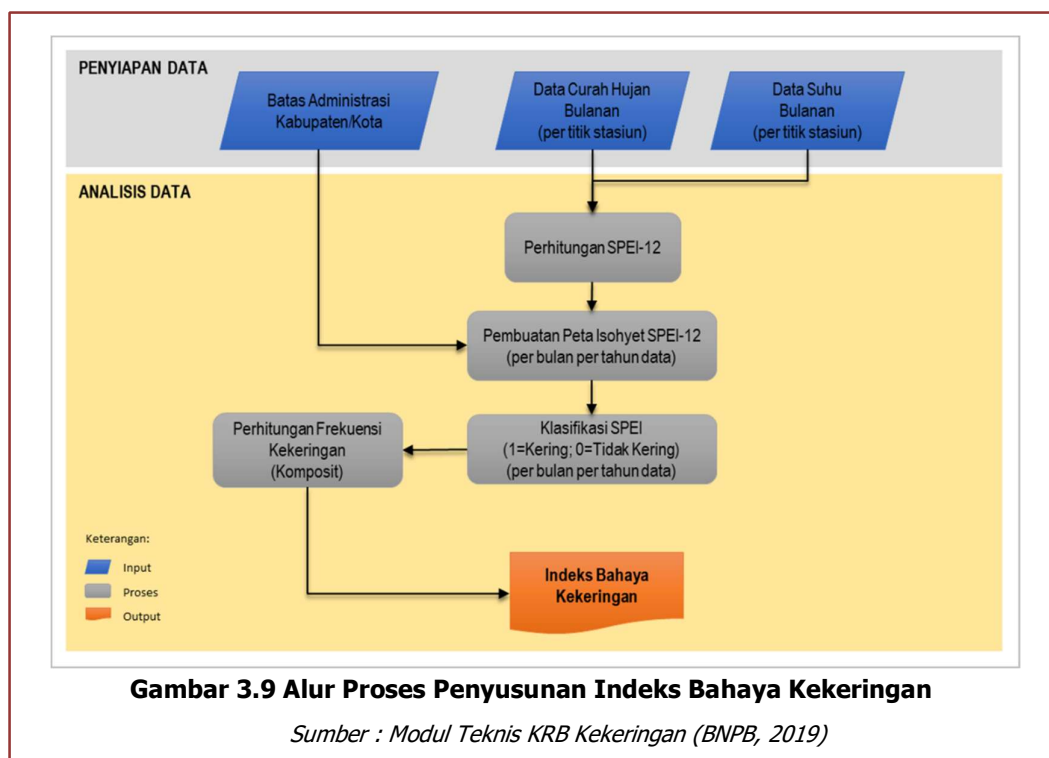
Dalam menganalisis bahaya kekeringan, jenis kekeringan yang digunakan adalah kekeringan meteorologis. Berbagai metode tersedia untuk menghitung indeks kekeringan meteorologi, salah satunya adalah metode SPEI (*Standardized Precipitation Evapotranspiration Index*) yang dikembangkan oleh Vicente-Serrano et al (2010). Indeks kekeringan SPEI sebagai indeks multi skalar dihitung menggunakan data hujan dan suhu. Jika perhitungan evapotranspirasi menggunakan Thornthwaite maka data suhu yang digunakan adalah hanya suhu bulanan rata-rata, sedangkan metode Hargreaves menggunakan suhu bulanan rata-rata, suhu maksimum bulanan rata-rata dan suhu minimum bulanan rata-rata. Penentuan kekeringan dengan SPEI membutuhkan data curah hujan dan suhu udara bulanan dengan periode waktu yang cukup panjang, sehingga pada kegiatan ini digunakan data global hasil reanalysis dari Terra Climate dengan alat analisis menggunakan Google Earth Engine.

Tahapan dalam perhitungan nilai SPEI-12 adalah sebagai berikut: (1) Data utama yang dianalisis adalah curah hujan dan suhu udara bulanan yang mencakup wilayah kajian. Rentang waktu data dipersyaratkan dalam berbagai literatur adalah minimal 30 tahun; (2) Melakukan perhitungan mean, standar deviasi, lambda, alpha, beta dan frekuensi untuk setiap bulannya; (4) Melakukan perhitungan distribusi probabilitas *Cumulative Distribution Function* (CDF) Gamma; (5) Melakukan perhitungan koreksi probabilitas kumulatif $H(x)$ untuk menghindari nilai CDF Gamma tidak terdefinisi akibat adanya curah hujan bernilai 0 (nol); dan (6) Transformasi probabilitas kumulatif $H(x)$ menjadi variabel acak normal baku. Hasil yang diperoleh adalah nilai SPEI.

Selanjutnya, untuk membuat peta bahaya kekeringan dapat dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut:

- Menghitung nilai SPEI-12 di masing-masing tahun data

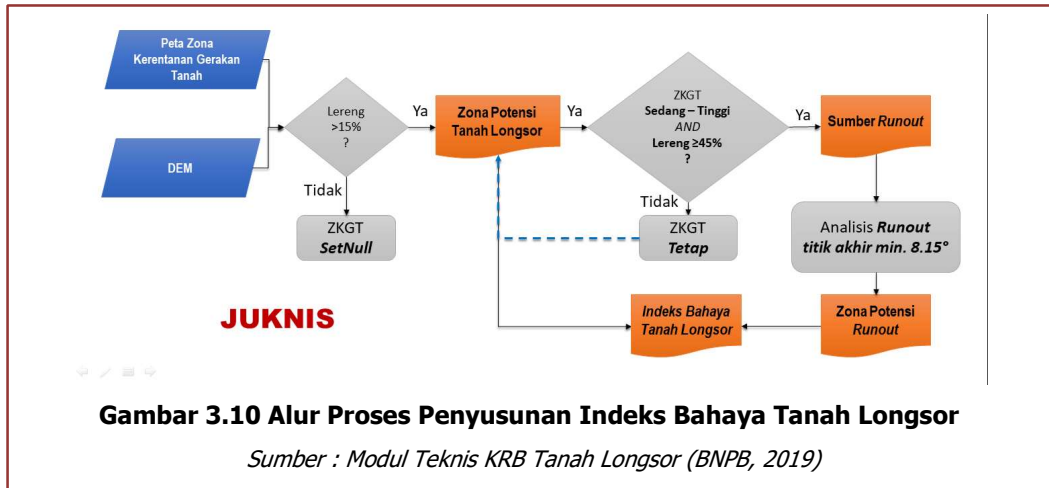
- Mengkelaskan nilai SPEI menjadi 2 kelas yaitu nilai <-0.999 adalah kering (1) dan nilai >0.999 adalah tidak kering (0);
- Hasil pengkelasan nilai SPEI di masing-masing tahun data digabungkan secara keseluruhan (akumulasi semua tahun);
- Menghitung frekuensi kelas kering (1) dengan minimum frekuensi 5 kali kejadian dalam rentang waktu data dijadikan sebagai acuan kejadian kekeringan terendah;
- Melakukan transformasi linear terhadap nilai frekuensi kekeringan menjadi nilai 0 – 1 sebagai indeks bahaya kekeringan.



g. Tanah Longsor

Tanah longsor adalah suatu proses perpindahan massa tanah atau batuan dengan arah miring dari kedudukan semula, sehingga terpisah dari massa yang mantap, karena pengaruh gravitasi; dengan jenis gerakan berbentuk rotasi dan translasi (Permen PU 22/2017). Longsor merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan (biasa juga disebut sebagai bagian dari gerakan tanah), ataupun percampuran keduanya, menuruni atau keluar lereng akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut. Ukuran potensi bahaya tanah longsor dapat diestimasi dari

seberapa besar potensi volume material longsoran atau potensi cakupan area luncuran (*runout*) material longsoran. Adapun alur identifikasi area potensi tanah longsor diilustrasikan pada gambar di bawah ini.



h. Validasi Peta Bahaya

Validasi hasil model bahaya dilakukan untuk menilai tingkat keandalan model dalam merepresentasikan kondisi bahaya yang sebenarnya di lapangan. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa peta bahaya yang dihasilkan tidak hanya bersifat prediktif, tetapi juga memiliki tingkat akurasi yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah sebagai dasar pengambilan keputusan dalam penyusunan Kajian Risiko Bencana.

Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil model terhadap data kejadian bencana (*presence*) dan data pembanding dari wilayah lain yang tidak tercatat mengalami bencana (*background*). Data kejadian diperoleh dari sumber resmi kebencanaan, catatan historis, serta hasil verifikasi lapangan, sedangkan data *background* diambil secara acak dari wilayah kajian untuk merepresentasikan kondisi non-kejadian. Pendekatan ini digunakan karena pada umumnya data absensi sejati (*true absence*) tidak tersedia secara lengkap dalam pemodelan bahaya bencana.

Penilaian tingkat akurasi model dilakukan menggunakan metode *Receiver Operating Characteristic* (ROC Curve). Metode ini mengukur kemampuan model menghasilkan prediksi yang benar melalui hubungan antara *True Positive Rate* (TPR) sebagai tingkat keberhasilan model dalam mengidentifikasi kejadian, dan *False Positive Rate* (FPR) sebagai tingkat kesalahan prediksi pada area non-kejadian.

Kinerja model kemudian dinilai menggunakan nilai Area Under the Curve (AUC) sebagai indikator utama tingkat keandalan hasil pemodelan. Untuk menstandarkan interpretasi hasil validasi, nilai AUC diklasifikasikan ke dalam kategori kualitas sebagai berikut:

- AUC 0,90 – 1,00 : Sangat Baik (model sangat andal)
- AUC 0,80 – 0,89 : Baik (model akurat dan dapat digunakan)
- AUC 0,70 – 0,79 : Cukup (masih dapat digunakan dengan kehati-hatian)
- AUC 0,60 – 0,69 : Rendah (memerlukan perbaikan model)
- AUC < 0,60 : Tidak layak (mendekati hasil acak)

Melalui proses validasi ini, tingkat kepercayaan terhadap hasil model bahaya dapat ditentukan secara objektif. Model dengan nilai AUC yang tinggi dinilai layak untuk digunakan dalam proses analisis risiko bencana.

3.2.2. Pengkajian 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.

Analisis kerentanan dilakukan secara spasial dengan menggabungkan semua komponen penyusun kerentanan, yang masing-masing komponen kerentanan juga diperoleh dari hasil proses penggabungan dari beberapa parameter penyusun. Komponen penyusun dan parameter kerentanan masing-masing komponen dapat dilihat pada gambar dan 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 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. Bobot komponen kerentanan masing-masing bahaya dapat dilihat pada tabel dan persamaan umum yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

V : Nilai indeks kerentanan atau komponen kerentanan

V : Nilai indeks kerentanan atau komponen kerentanan

w : bobot masing-masing komponen kerentanan atau parameter penyusun

F_{Mlinear} : Fungsi keanggotaan fuzzy tipe Linear (min = 0; maks = bobot tertinggi)

n : banyaknya komponen kerentanan atau parameter penyusun

Tabel 3.6 Bobot Komponen Kerentanan Masing-masing Jenis Bahaya

Jenis Bahaya		Kerentanan Sosial	Kerentanan Fisik	Kerentanan Ekonomi	Kerentanan Lingkungan
1.	Banjir	40%	25%	25%	10%
2.	Cuaca Ekstrem	40%	30%	30%	*
3.	Gelombang Ekstrem	40%	25%	25%	10%
4.	Gempabumi	40%	30%	30%	*
5.	Kebakaran Hutan dan Lahan	*	*	40%	60%
6.	Kekeringan	50%	*	40%	10%
7.	Tanah Longsor	40%	25%	25%	10%

Keterangan: * Tidak diperhitungkan atau tidak memiliki pengaruh dalam analisis kerentanan
 Sumber: :Diadaptasi dari Modul Teknis Kajian Risiko Bencana, BNPB 2019

Data-data yang dapat digunakan dalam penyusunan peta kerentanan adalah berupa data spasial dan non-spasial seperti yang terlihat pada tabel berikut.

Tabel 3.7 Jenis, Bentuk, Sumber dan Tahun Data Penyusunan Peta Kerentanan

Jenis Data	Bentuk Data	Sumber Data	Tahun Data	
1	Batas Administrasi Desa/ Kelurahan	Polygon	BIG	2025
2	Tutupan/Penggunaan Lahan	Polygon	BIG	2023
3	Sebaran Rumah/Permukiman	Point	BIG/OpenBuilding	2019
4	Sebaran Fasilitas Umum	Point	BIG/BPS/KEMENKES / KEMENDIKBUD	2019
5	Sebaran Fasilitas Kritis	Point	BIG/KEMENHUB	2019
6	Fungsi Kawasan	Point	KLKH	2020
7	Jumlah Kelompok Umur (<5 dan >65 Tahun)	Tabular	DUKCAPIL KEMENDAGRI	2025
8	Jumlah Penyandang Disabilitas	Tabular	PODES BPS	2024
9	Jumlah Penduduk Miskin	Tabular	DTSN	2025
10	PDRB Per Sektor	Tabular	BPS	2025

Jenis Data		Bentuk Data	Sumber Data	Tahun Data
11	Satuan Biaya Daerah	Tabular	PEMDA/BPBD	2020-2024

Sumber: :Diadaptasi dari Modul Teknis Kajian Risiko Bencana, BNPB 2019

a. Kerentanan Sosial

Kerentanan sosial terdiri dari parameter kepadatan penduduk dan kelompok rentan. Kelompok rentan terdiri dari rasio jenis kelamin, rasio kelompok umur rentan, rasio penduduk miskin, dan rasio penduduk disabilitas. Masing-masing parameter di analisis dengan menggunakan metode MCDA sesuai Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 untuk memperoleh nilai indeks kerentanan sosial. Sumber data yang digunakan dalam perhitungan setiap parameter dapat dilihat pada tabel 3.8.

Tabel 3.8 Sumber Data Parameter Kerentanan Sosial

Jenis Data		Bentuk Data	Sumber Data
1.	Jumlah Penduduk	Data Agregat Desa	DUKCAPIL
2.	Kelompok Umur	Data Agregat Desa	DUKCAPIL
3.	Penduduk Disabilitas	Sensus Penduduk	BPS
4	Penduduk Miskin	Individu dengan kondisi kesejahteraan sampai dengan 10% terendah di Indonesia, diatas 10%-20% terendah di Indonesia	REGSOSEK

Sumber: Diadaptasi dari Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 dan Modul Teknis Kajian Risiko Bencana BNPB 2019

Parameter kerentanan sosial berlaku sama untuk seluruh potensi bencana, kecuali untuk bencana kebakaran hutan dan lahan. Kebakaran hutan dan lahan tidak memperhitungkan kerentanan sosial karena bencana tersebut berada di luar wilayah pemukiman jadi parameter penduduk tidak dimasukkan dalam analisis. Bobot parameter kerentanan sosial dapat dilihat tabel 3.9.

Tabel 3.9 Bobot Parameter Kerentanan Sosial

Parameter	Bobot (%)	Kelas		
		Rendah (0-0.333)	Sedang (0.334-0.666)	Tinggi (0.667-1.000)
Kepadatan Penduduk	60	<5 Jiwa/Ha	5-10 Jiwa/Ha	10> Jiwa/Ha
Rasio Kelompok Rentan				
Rasio Jenis Kelamin (10%)	40%	>40	20 - 40	<20
Rasio Kelompok Umur Rentan (10%)		<20	20 - 40	>40
Rasio Penduduk Miskin (10%)				
Jumlah Penduduk (Laki-Laki dan Perempuan) (10%)				

Sumber: Modul Teknis Kajian Risiko Bencana BNPB, 2019

Kerentanan sosial menggunakan dua parameter utama yaitu kepadatan penduduk dan kelompok rentan. Kelompok rentan terdiri dari empat jenis parameter, yaitu rasio jenis kelamin, rasio kelompok umur rentan, rasio penduduk miskin, dan rasio penduduk disabilitas. Kedua parameter utama yaitu kepadatan penduduk dan kelompok rentan masing-masing dikelaskan ke dalam tiga kategori kelas yaitu rendah, sedang, dan tinggi.

Kelompok rentan selain rasio jenis kelamin kategori kelas rendah diberikan ketika rasio penduduknya kurang dari 20, kelas sedang ketika rasio penduduknya berkisar antara 20 – 40, dan kelas tinggi ketika rasio penduduknya lebih dari 40. Sedangkan untuk kelompok rentan rasio jenis kelamin. Setelah masing-masing parameter dikelaskan, selanjutnya dilakukan analisis *overlay* dengan pembobotan parameter kepadatan penduduk dan rasio kelompok rentan masing-masing 60% dan 40% secara berurutan. Hasil *overlay* ini yang nantinya menjadi nilai indeks kerentanan sosial atau bisa disebut juga indeks penduduk terpapar.

Perhitungan kepadatan penduduk yang sering digunakan adalah dengan membagi jumlah penduduk di suatu wilayah administrasi (kecamatan/ kabupaten) dengan luas wilayah administrasi tersebut. Hasil nilai kepadatan penduduk kemudian dipetakan mengikuti unit administrasi. Metode ini disebut dengan metode *choropleth*. Ketika ingin mengetahui jumlah penduduk yang terpapar oleh suatu bencana maka metode tersebut menjadi kurang relevan karena tidak detail. Salah satu metode yang digunakan kemudian adalah metode *dasymetric*. Metode *dasymetric* menggunakan pendekatan kawasan/ wilayah dalam menentukan kepadatan penduduk. Semenov-Tyan-Shansky menyebutkan peta *dasymetric* sebagai peta yang menyajikan kepadatan suatu populasi tanpa memperhatikan batas administrasi dan ditampilkan sedemikian rupa sehingga distribusinya mengikuti kondisi aktual di lapangan. Dengan menggunakan peta *dasymetric*, kepadatan penduduk dipetakan hanya pada wilayah yang memang terdapat penduduk dan tidak mencakup seluruh wilayah administrasi.

Pemetaan *dasymetric* dibuat dengan menggunakan data area permukiman yang telah diperbarui dari berbagai sumber. Selanjutnya data jumlah penduduk per wilayah administrasi di level kecamatan di distribusikan secara spasial ke area permukiman. Cara ini dilakukan melalui persamaan berikut:

$$P_{ij} = \frac{Pr_{ij}}{\sum_{i,j=1}^n Pr_{ij}} Xd_i$$

P_{ij} merupakan jumlah penduduk pada satuan unit terkecil/grid ke- i dan j . Pr_{ij} merupakan jumlah penduduk dari data distribusi penduduk pada grid permukiman ke- i di unit administrasi kecamatan ke- j . Xd_i merupakan jumlah penduduk per kecamatan. Secara

sederhana persamaan tersebut menghitung jumlah penduduk di satuan unit luas terkecil berdasarkan proporsi jumlah penduduk dari data distribusi kepadatan penduduk.

Data distribusi kepadatan penduduk juga digunakan pada parameter kelompok rentan. Data masing-masing jumlah kelompok rentan kemudian didistribusikan ulang mengikuti nilai distribusi kepadatan penduduk. Setelah itu, dihitung rasio antara penduduk rentan dengan penduduk tidak rentan yang menghasilkan nilai di rentang 0 – 100.

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:

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

Keterangan: **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.

b. 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 3.10 Bobot Parameter Penyusun 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

Sumber: Modul Teknis Kajian Risiko Bencana BNPB, 2019

Kerentanan fisik melingkupi fasilitas fisik/ bangunan yang digunakan manusia untuk bertempat tinggal dan/atau beraktivitas. Tiga parameter utama yang digunakan dalam menghitung kerentanan fisik yaitu jumlah rumah, fasilitas umum, dan fasilitas kritis. Nilai kerentanannya diperoleh dengan menghitung nilai kerugian/ kerusakan fasilitas fisik yang terdampak bahaya. Nilai nominal kerugian dihitung dari asumsi satuan harga penggantian kerugian untuk masing-masing parameter. Nilai kerugian tersebut kemudian diakumulasi dan dikategorikan ke dalam kelas mengikuti Tabel 3.11.

Parameter rumah merupakan banyaknya rumah terdampak bahaya yang berpotensi mengalami kerusakan/ kerugian materiil di dalam satu desa. Data layer rumah umumnya sulit diperoleh terutama pada level desa/kelurahan. Data jumlah rumah yang dapat diakses publik tersedia hanya sampai melalui data Potensi Desa (PODES) Tahun 2008. Pada data PODES disebutkan bahwa rata-rata jumlah penduduk dalam satu rumah sebanyak 5 orang. 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:

$$r_{ij} = \frac{P_{ij}}{5} \text{ dan jika } P_{ij} < 5 \text{ maka } r_{ij} = 1$$

dengan r_{ij} adalah jumlah rumah pada satuan unit terkecil/grid ke-i dan ke-j, P_{ij} adalah jumlah penduduk pada grid ke-i dan ke-j.

Jumlah rumah yang diperoleh selanjutnya dihitung nilai kerugiannya dengan mengacu kepada nilai pengganti kerugian yang diberlakukan di masing-masing kabupaten untuk tiap tingkat kerusakan dan disesuaikan dengan kelas bahaya seperti berikut.

- **Kelas bahaya rendah** : diasumsikan tidak mengakibatkan kerusakan;
- **Kelas bahaya sedang** : 50% jumlah rumah terdampak rusak ringan dikali satuan harga daerah;
- **Kelas bahaya tinggi** : 50% jumlah rumah terdampak rusak sedang dikali satuan harga daerah dan 50% jumlah rumah terdampak rusak berat dikali satuan harga daerah

Penggunaan nilai 50% merupakan asumsi bahwa tidak seluruh rumah yang terdampak bahaya mengalami kerusakan.

Parameter fasilitas umum merupakan banyaknya bangunan yang berfungsi sebagai tempat pelayanan publik terdampak bahaya yang berpotensi mengalami kerusakan/ kerugian materiil di dalam satu desa. Data spasial fasilitas umum telah banyak tersedia baik berupa titik (point) atau area (polygon). Kebutuhan minimal data yang diperlukan adalah fasilitas pendidikan dan fasilitas kesehatan. Data fasilitas umum yang terdampak bahaya dihitung nilai kerugiannya di dalam satu desa dengan mengacu pada biaya pengganti/perbaikan kerusakan fasilitas di kabupaten masing-masing yang disesuaikan dengan kelas bahaya sebagai berikut.

- **Kelas Bahaya Rendah** : diasumsikan tidak mengakibatkan kerusakan;

- **Kelas Bahaya Sedang** : 50% jumlah fasum terdampak rusak ringan dikali satuan harga daerah;
- **Kelas Bahaya Tinggi** : 50% jumlah fasum terdampak rusak sedang dikali satuan harga daerah dan 50% jumlah fasum terdampak rusak berat dikali satuan harga daerah

Parameter fasilitas kritis merupakan banyaknya bangunan yang berfungsi selama keadaan darurat sangat penting terdampak bahaya yang berpotensi mengalami kerusakan/kerugian materil di dalam satu desa. Beberapa contoh dari fasilitas kritis antara lain bandara, pelabuhan, dan pembangkit listrik. Data fasilitas kritis berupa titik dan area juga sudah tersedia. Kebutuhan minimal data yang diperlukan adalah lokasi bangunan bandara, lokasi bangunan pelabuhan, dan lokasi bangunan pembangkit listrik. Data fasilitas kritis yang terdampak bahaya dihitung nilai kerugiannya di dalam satu desa dengan mengacu pada biaya pengganti/perbaikan kerusakan fasilitas di Kabupaten masing-masing atau Pemerintah Pusat yang disesuaikan dengan kelas bahaya sebagai berikut.

- **Kelas Bahaya Rendah** : diasumsikan tidak mengakibatkan kerusakan;
- **Kelas Bahaya Sedang** : 50% jumlah fasum terdampak rusak ringan dikali satuan harga daerah;
- **Kelas Bahaya Tinggi** : 50% jumlah fasum terdampak rusak sedang dikali satuan harga daerah dan 50% jumlah fasum terdampak rusak berat dikali satuan harga daerah

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:

$$V_f = FM(0.4v_{rm}) + FM(0.3v_{fu}) + FM(0.3v_{fk})$$

Keterangan: **V_s** 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.

c. Kerentanan Ekonomi

Kerentanan ekonomi terdiri dari parameter PDRB Kabupaten (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. Sumber data yang digunakan dalam perhitungan setiap parameter kerentanan ekonomi dan bobot parameter kerentanan ekonomi dapat dilihat pada tabel 3.11.

Tabel 3.11 Sumber Data Parameter Kerentanan Ekonomi

Parameter	Data Yang Digunakan	Sumber Data	Tahun
1. Lahan Produktif	Penutup Lahan	BIG	2022
2. PDRB Kabupaten	Produk Domestik Regional Bruto Kabupaten	BPS	2025

Sumber: Modul Teknis Kajian Risiko Bencana BNPB, 2019

Tabel 3.12 Bobot Parameter 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

Sumber: Modul Teknis Kajian Risiko Bencana BNPB, 2019

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:

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

Keterangan: **Ve** adalah indeks kerentanan ekonomi; **FM** adalah fungsi keanggotaan fuzzy; **Vpd** adalah indeks kontribusi PDRB; **Vlp** adalah indeks kerugian lahan produktif.

d. 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.

Tabel 3.13 Bobot Parameter Indeks Kerentanan Fisik

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

Keterangan: a) Tanah Longsor, b) Kekeringan, d) Kebakaran Hutan dan Lahan, e) Banjir, f) Tsunami.

Sumber: Modul Teknis Kajian Risiko Bencana BNPB, 2019

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:

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

3.2.3. Pengkajian Kapasitas

a. 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** 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:

- Perkuatan kebijakan dan kelembagaan
- Pengkajian risiko dan perencanaan terpadu
- Pengembangan sistem informasi, diklat dan logistik
- Penanganan tematik kawasan rawan bencana
- Peningkatan efektivitas pencegahan dan mitigasi bencana
- Perkuatan kesiapsiagaan dan penanganan darurat bencana, dan
- 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 detil, cara penilaian ketahanan daerah dapat dilihat pada buku **PETUNJUK TEKNIS PERANGKAT PENILAIAN KAPASITAS DAERAH (71 INDIKATOR)** yang diterbitkan oleh Direktorat Pengurangan Risiko Bencana – BNPB.

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**

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:

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

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

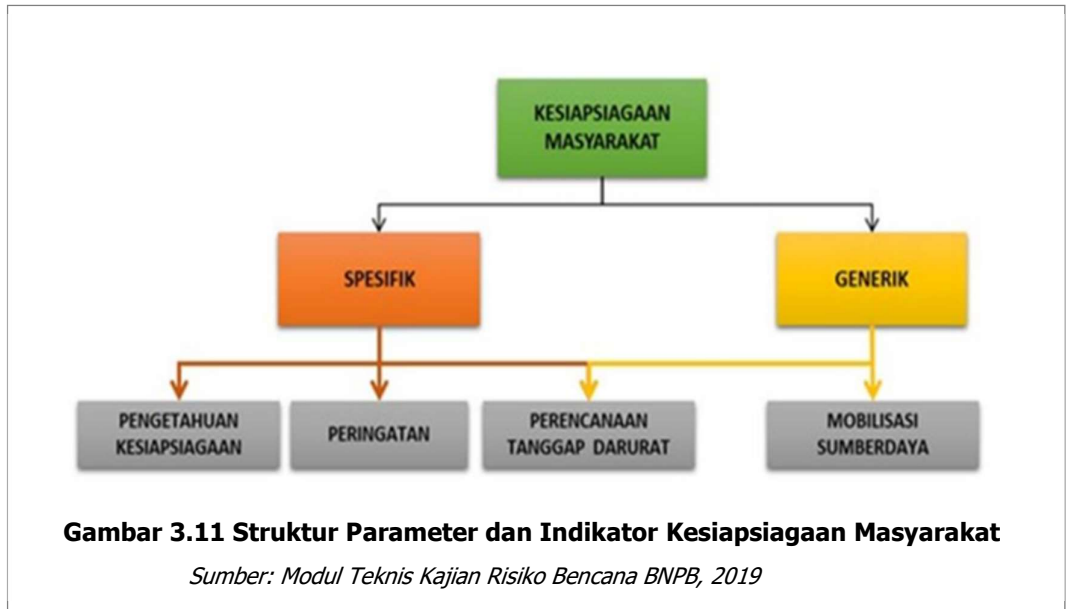
$$\text{Jika } 0.8 < IKD \leq 1, IKD_T = 2/3 + \left(\frac{1/3}{0.2} \cdot (IKD - 0.8) \right)$$

Hasil transformasi nilai IKD tersebut selanjutnya akan digunakan pada unit spasial batas administrasi kabupaten.

b. Kesiapsiagaan Masyarakat

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.

Di dalam kuesioner, kesiapsiagaan masyarakat terdiri dari **2 parameter spesifik** dan **3 parameter generik**. Dari parameter 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 fitur yang telah disediakan melalui aplikasi InaRISK Personal.



3.2.4. Pengkajian Risiko

Pengkajian risiko bencana disusun berdasarkan 3 (tiga) komponen risiko yaitu bahaya, kerentanan, dan kapasitas. Indeks risiko akan berbanding lurus dengan indeks bahaya dan kerentanan serta berbanding terbalik dengan indeks kapasitas. Nilai indeks bahaya dan kerentanan berbanding lurus dengan risiko dikarenakan potensi bahaya tidak dapat dihilangkan sedangkan kerentanan pasti akan mengikuti. Oleh karena itu, untuk mengurangi risiko diperlukan peningkatan kapasitas baik dari sektor pemerintah maupun masyarakat. Konsep umum pengkajian risiko bencana dilakukan dengan pendekatan formula berikut:

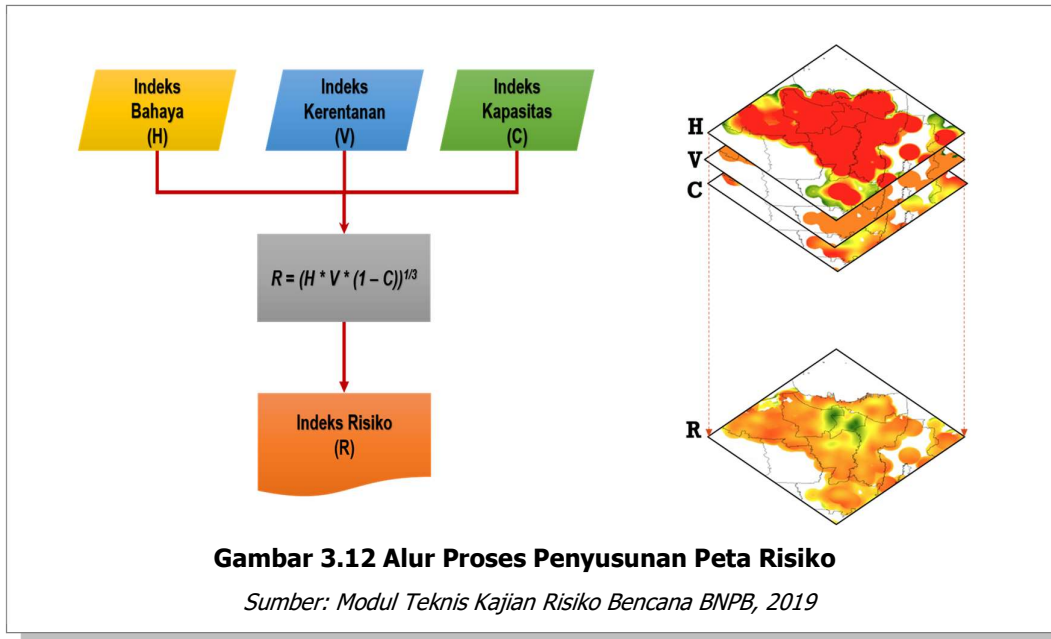
$$\text{Risiko } (R) = \text{Bahaya } (H) \times \frac{\text{Kerentanan } (V)}{\text{Kapasitas } (C)}$$

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:

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

atau

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



3.2.5. Penarikan Kesimpulan Kelas

Pengkajian Risiko Bencana menggunakan unit analisis desa untuk mendeskripsikan kelas bencana. Penentuan kelas yang akan dijelaskan berlaku untuk kajian bahaya, kerentanan dan risiko. Penentuan kelas tersebut sesuai ketentuan kelas rendah, sedang, tinggi. Nilai indeks mayoritas adalah unit analisis yang digunakan untuk menentukan kelas per desa. Kelas maksimal per desa digunakan untuk menentukan kelas di tingkat kecamatan. Selanjutnya kelas maksimal per kecamatan digunakan untuk menentukan kelas di tingkat kabupaten.

Sebagai ilustrasi, jika suatu desa memiliki luas 300 ha dengan hasil kajian bahaya, kerentanan dan risiko menunjukkan sebesar 50 ha kelas rendah, 100 ha kelas sedang, dan 150 ha kelas tinggi, maka penarikan kesimpulan kelas pada desa tersebut adalah tinggi. Sementara itu untuk tingkat kecamatan, penentuan kelas menggunakan kelas desa maksimum yang terdapat di kecamatan tersebut. Ilustrasinya, jika suatu kecamatan memiliki 5 desa dengan 3 desa pada kelas rendah, 2 desa kelas sedang, dan 1 desa kelas tinggi maka kesimpulan kelas di kecamatan tersebut adalah tinggi. Hal yang sama juga berlaku untuk penarikan kesimpulan kelas kabupaten yaitu kelas disimpulkan dari kelas kecamatan maksimum yang terdapat di kabupaten tersebut. Ilustrasinya, jika suatu kabupaten terdiri dari 6 kecamatan dengan 2 kecamatan pada kelas rendah, 3 kecamatan kelas sedang, dan 1 kecamatan kelas tinggi, maka kesimpulan kelas bahaya, kerentanan dan risiko di kabupaten tersebut adalah tinggi. Penarikan kesimpulan kelas bahaya, kerentanan, dan risiko dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Pengambilan kesimpulan untuk indeks kapasitas berbeda dengan metode pengambilan kesimpulan kelas bahaya, kerentanan dan risiko. Penarikan kesimpulan kelas kapasitas untuk tingkat desa diambil dari hasil perhitungan indeks ketahanan daerah (IKD) dan kesiapsiagaan masyarakat. Selanjutnya dalam penentuan kelas kapasitas kecamatan dengan menggunakan rata-rata indeks kapasitas desa yang terdapat di kecamatan tersebut. Pada tingkat kabupaten, penentuan kelas kapasitas disimpulkan berdasarkan rata-rata indeks kapasitas seluruh desa yang terdapat di kabupaten tersebut. Pengambilan kesimpulan untuk kelas kapasitas digambarkan sebagai berikut.



3.3. KAJIAN RISIKO BENCANA

Dokumen ini menyajikan hasil analisis komprehensif mengenai kajian bahaya bencana di wilayah administratif Kota Batam. Seluruh temuan dalam kajian ini dituangkan ke dalam format kuantitatif berupa luasan area terdampak (Ha) dan klasifikasi tingkat bahaya untuk setiap potensi bencana yang teridentifikasi. Untuk visualisasi spasial dan rincian data yang lebih mendalam, pembaca dapat merujuk pada dokumen lampiran Album Peta Risiko Bencana dan Matriks Kajian Risiko Bencana, yang merupakan bagian integral dan tidak terpisahkan dari dokumen ini.

3.3.1. Banjir

a. Bahaya Banjir

Banjir merupakan salah satu bentuk bencana hidrometeorologi yang menjadi permasalahan utama di wilayah perkotaan Indonesia, termasuk Kota Batam. Meskipun dampaknya terhadap korban jiwa tidak sebesar bencana geologi, frekuensi kejadian banjir yang tinggi dapat menimbulkan akumulasi kerugian ekonomi, sosial, dan lingkungan yang signifikan dari waktu ke waktu. Kondisi ini menjadikan banjir sebagai isu penting yang memerlukan perhatian serius dalam perencanaan tata ruang dan strategi pengurangan risiko bencana di kawasan perkotaan.

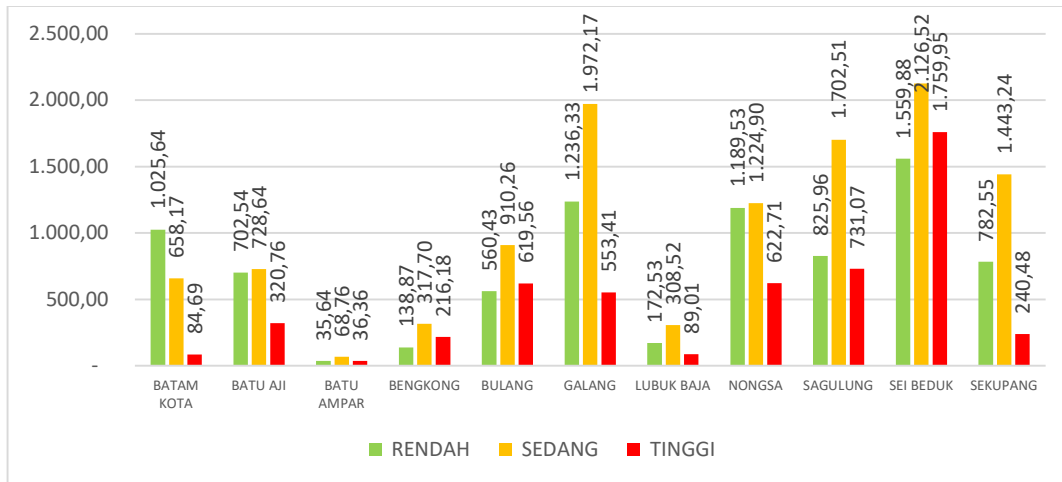
Dalam kajian ini, analisis tingkat bahaya banjir dilakukan berdasarkan parameter ketinggian genangan air sesuai pedoman dalam Modul Penyusunan Kajian Risiko Bencana Banjir yang diterbitkan oleh BNPB (2019). Klasifikasi tingkat bahaya dibedakan menjadi tiga kategori, yaitu bahaya rendah dengan ketinggian genangan hingga 75 cm, bahaya sedang dengan ketinggian antara 75 hingga 150 cm, dan bahaya tinggi dengan genangan mencapai lebih dari 150 cm. Berdasarkan parameter tersebut, diperoleh pembagian kelas dan luas wilayah bahaya banjir di Kota Batam sebagaimana ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 3.14 Potensi Bahaya Banjir di Kota Batam

KECAMATAN	BAHAYA				KELAS
	LUAS (HA)			TOTAL	
	RENDAH	SEDANG	TINGGI		
BATAM KOTA	1.025,64	658,17	84,69	1.768,50	SEDANG
BATU AJI	702,54	728,64	320,76	1.751,94	SEDANG
BATU AMPAR	35,64	68,76	36,36	140,76	TINGGI
BENGGONG	138,87	317,70	216,18	672,75	TINGGI
BULANG	560,43	910,26	619,56	2.090,25	SEDANG
GALANG	1.236,33	1.972,17	553,41	3.761,91	SEDANG

KECAMATAN	BAHAYA				KELAS
	LUAS (HA)			TOTAL	
	RENDAH	SEDANG	TINGGI		
LUBUK BAJA	172,53	308,52	89,01	570,06	SEDANG
NONGSA	1.189,53	1.224,90	622,71	3.037,14	SEDANG
SAGULUNG	825,96	1.702,51	731,07	3.259,54	SEDANG
SEI BEDUK	1.559,88	2.126,52	1.759,95	5.446,35	TINGGI
SEKUPANG	782,55	1.443,24	240,48	2.466,27	SEDANG
Kota Batam	7.447,35	10.018,15	5.033,70	22.499,20	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025

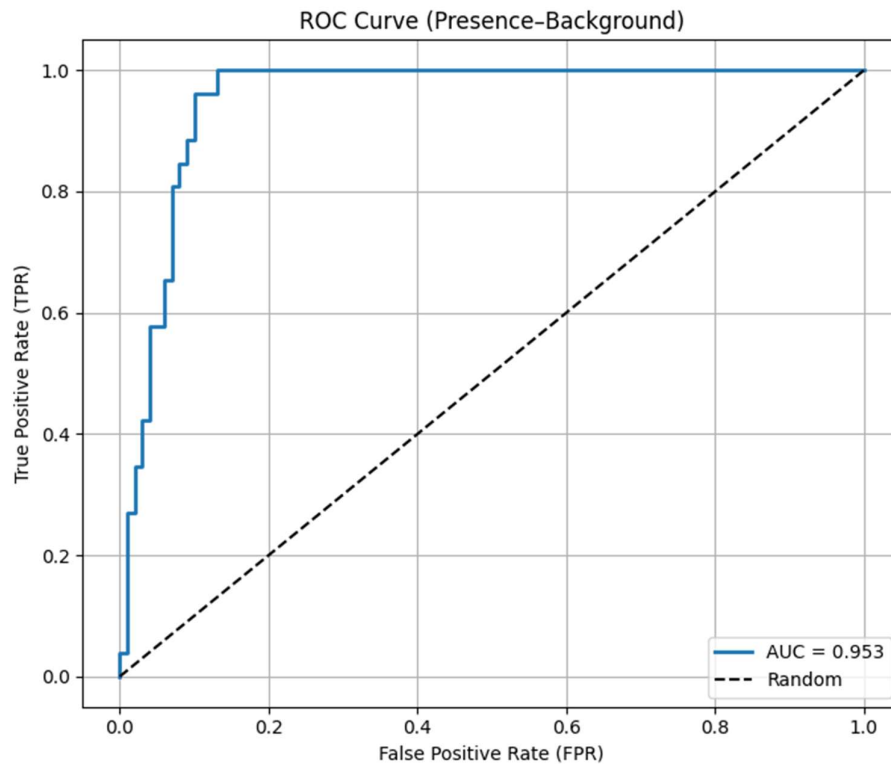


Gambar 3.15 Potensi Luas Bahaya Banjir (Ha) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel di atas, hasil analisis bahaya banjir di Kota Batam menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah berada pada tingkat potensi bahaya sedang hingga tinggi, dengan total luas terdampak mencapai sekitar 22.499,20 hektar. Pada kecamatan dengan kelas bahaya tinggi, Kecamatan Sei Beduk memiliki total luasan terbesar, yaitu 5.446,35 hektar yang disebabkan oleh kepadatan permukiman, kondisi drainase yang terbatas, serta keberadaan daerah cekungan yang mudah tergenang saat curah hujan tinggi. Kecamatan dengan kelas bahaya tinggi berikutnya yang memiliki luasan terbesar adalah Kecamatan Bengkong, dengan total luas sebesar 672,75 hektar. Sementara itu, meskipun memiliki kelas bahaya sedang, Kecamatan Galang memiliki total luasan terbesar diantara kecamatan lain, yaitu 3.761,91 hektar karena sebagian besar wilayahnya masih berupa kawasan terbuka dan vegetasi alami yang mampu menahan limpasan air. Sementara itu, kawasan perkotaan padat seperti Batam Kota, Bengkong, Lubuk Baja, Sagulung, dan Sekupang menunjukkan klasifikasi bahaya sedang, dengan luas terdampak berkisar antara 500 hingga 1.600 hektar, akibat peningkatan alih fungsi lahan dan sistem drainase

yang belum optimal. Secara keseluruhan, wilayah dengan tingkat bahaya banjir tertinggi terkonsentrasi di bagian tengah dan timur Kota Batam.



Gambar 3. 16 Validasi Peta Bahaya Banjir

Sumber: Hasil Analisis 2025

Untuk menilai tingkat keandalan peta bahaya banjir yang dihasilkan, dilakukan proses validasi menggunakan metode Receiver Operating Characteristic (ROC Curve). Hasil analisis menunjukkan nilai Area Under the Curve (AUC) sebesar **0,907**, yang termasuk dalam kategori sangat baik. Nilai ini menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang sangat tinggi dalam membedakan wilayah yang berpotensi mengalami banjir dan wilayah yang tidak. Dengan kata lain, sebagian besar lokasi kejadian banjir berhasil diidentifikasi dengan benar oleh model. Oleh karena itu, peta bahaya banjir yang dihasilkan dinilai cukup akurat dan layak digunakan dalam analisis risiko bencana banjir di Kota Batam

b. Kerentanan Banjir

Kajian kerentanan bahaya banjir dilakukan untuk mengetahui potensi penduduk terpapar dan potensi kerugian akibat bahaya banjir di Kota Batam. Kajian tersebut dikelompokkan berdasarkan kelas penduduk yang terpapar dan kelas kerugian (rupiah dan lingkungan)

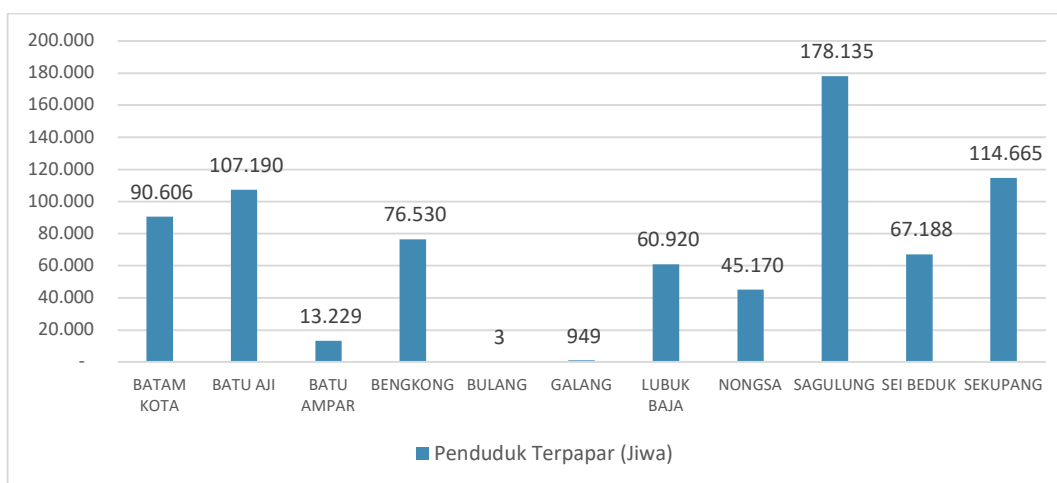
akibat bahaya banjir secara keseluruhan. Secara rinci potensi penduduk terpapar dan kerugian bahaya banjir di Kota Batam dapat dilihat pada Tabel 3.15 dan Tabel 3.16.

Tabel 3.15 Potensi Penduduk Terpapar Bahaya Banjir (Jiwa)

KECAMATAN	POTENSI PENDUDUK TERPAKAR (JIWA)					
	PENDUDUK	KELOMPOK RENTAN				KELAS
		RASIO JENIS KELAMIN	UMUR RENTAN	PENDUDUK MISKIN	PENDUDUK DISABILITAS	
BATAM KOTA	90.606	102	7.316	18.116	90	SEDANG
BATU AJI	107.190	107	7.869	35.797	64	SEDANG
BATU AMPAR	13.229	105	1.167	4.999	12	SEDANG
BENGGONG	76.530	103	6956	24.596	66	SEDANG
BULANG	3	112	-	2	-	RENDAH
GALANG	949	117	103	609	1	RENDAH
LUBUK BAJA	60.920	106	6.425	15.052	55	SEDANG
NONGSA	45.170	108	4.121	14.846	23	SEDANG
SAGULUNG	178.135	106	14.055	68.389	137	SEDANG
SEI BEDUK	67.188	104	5.633	27.102	48	SEDANG
SEKUPANG	114.665	104	10.302	32.562	87	SEDANG
Kota Batam	754.585	107	63.947	242.070	583	SEDANG

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan hasil analisis potensi penduduk terpapar bencana di Kota Batam, diperoleh total jumlah penduduk sebesar 754.585 jiwa dengan tingkat kerentanan kategori sedang. Nilai ini mencerminkan bahwa sebagian besar wilayah di Kota Batam memiliki karakteristik sosial yang memerlukan perhatian dalam konteks pengurangan risiko bencana, terutama karena tingginya proporsi kelompok rentan yang terdiri dari penduduk usia rentan, penduduk miskin, dan penyandang disabilitas.



Gambar 3. 17 Potensi Penduduk Terpapar Banjir (Jiwa) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

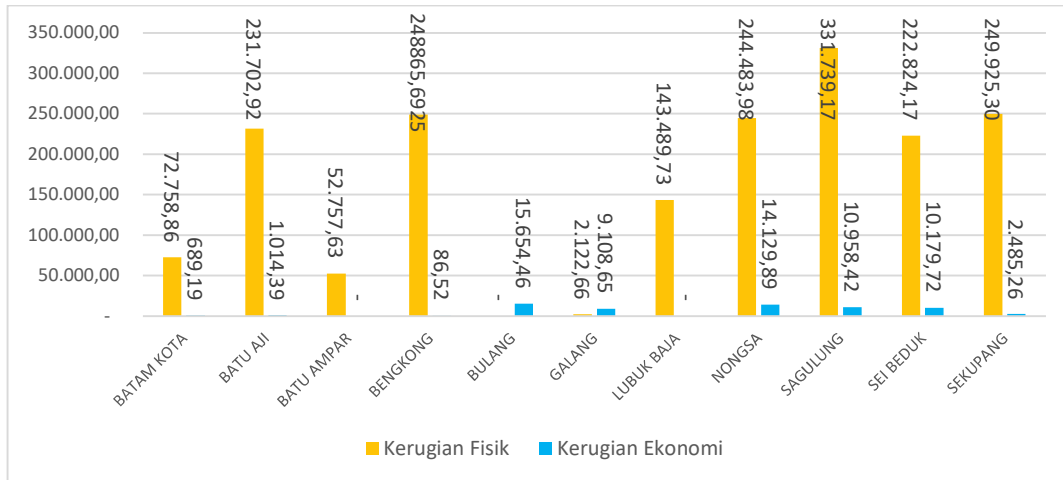
Secara umum, kecamatan dengan jumlah penduduk terbesar adalah Sagulung (178.135 jiwa), Sekupang (114.665 jiwa), dan Batu Aji (107.190 jiwa). Ketiganya memiliki klasifikasi sedang, dengan nilai kelompok rentan yang cukup signifikan. Kecamatan Sagulung menempati posisi tertinggi untuk jumlah penduduk miskin (68.389 jiwa) dan umur rentan (14.055 jiwa), sehingga menjadi salah satu fokus utama dalam strategi pengurangan risiko sosial. Sementara itu, kecamatan Batam Kota, Lubuk Baja, dan Batu Aji juga menunjukkan tingkat keterpaparan yang relatif sedang, ditandai dengan kombinasi antara kepadatan penduduk dan sebaran kelompok rentan.

Di sisi lain, Kecamatan Bulang dan Galang memiliki tingkat potensi terpapar yang rendah, karena jumlah penduduknya yang jauh lebih kecil dibandingkan kecamatan lain. Meskipun demikian, rasio jenis kelamin di kedua wilayah ini menunjukkan nilai yang cukup tinggi (Bulang 112 dan Galang 117), yang mengindikasikan ketidakseimbangan demografis namun tidak berdampak besar terhadap tingkat keterpaparan total karena skala populasi yang kecil.

Tabel 3.16 Potensi Kerugian dan Kerusakan Lingkungan Banjir di Kota Batam

KECAMATAN	POTENSI KERUGIAN (JUTA RUPIAH)				POTENSI KERUSAKAN LINGKUNGAN (HA)		KELAS KERENTANAN
	FISIK	EKONOMI	TOTAL KERUGIAN	KELAS KERUGIAN	KERUSAKAN LINGKUNGAN	KELAS	
BATAM KOTA	72.758,86	689,19	73.448,05	TINGGI	90	SEDANG	TINGGI
BATU AJI	231.702,92	1.014,39	232.717,31	SEDANG	72	SEDANG	TINGGI
BATU AMPAR	52.757,63	-	52.757,63	TINGGI	3	RENDAH	SEDANG
BENGGONG	248865,6925	86,52	248.952,21	SEDANG	29	RENDAH	SEDANG
BULANG	-	15.654,46	15.654,46	TINGGI	514	TINGGI	SEDANG
GALANG	2.122,66	9108,645165	11.231,31	SEDANG	919	TINGGI	SEDANG
LUBUK BAJA	143.489,73	-	143.489,73	TINGGI	15	RENDAH	SEDANG
NONGSA	244.483,98	14.129,89	258.613,87	TINGGI	209	TINGGI	TINGGI
SAGULUNG	331.739,17	10.958,42	342.697,59	TINGGI	453	TINGGI	TINGGI
SEI BEDUK	222.824,17	10.179,72	233.003,90	TINGGI	416	TINGGI	TINGGI
SEKUPANG	249.925,30	2.485,26	252.410,56	TINGGI	266	TINGGI	TINGGI
KOTA BATAM	1.550.744,83	61.821,24	1.612.566,06	TINGGI	2.720,75	TINGGI	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025



Gambar 3.18 Potensi Kerugian Akibat Banjir (Juta Rupiah) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

Hasil analisis potensi kerugian di Kota Batam menunjukkan bahwa nilai total kerugian mencapai 1,86 triliun rupiah, dengan kelas kerentanan berada pada kategori tinggi. Kerugian terbesar berasal dari Kecamatan Sagulung (342,69 miliar rupiah), Nongsa (258,61 miliar rupiah), dan Sekupang (252,41 miliar rupiah). Ketiga wilayah ini memiliki konsentrasi aset fisik dan ekonomi yang tinggi, sehingga potensinya jauh lebih besar bila terjadi bencana. Kecamatan Batam Kota dan Nongsa juga menunjukkan tingkat kerugian tinggi, terutama akibat tingginya nilai aset fisik perkotaan dan pusat kegiatan ekonomi. Sebaliknya, Bulang dan Galang memiliki potensi kerugian fisik yang relatif rendah, meskipun Bulang memiliki nilai kerugian ekonomi tinggi yang menunjukkan tingginya risiko pada sektor produktif seperti pertanian atau perikanan.

Dari sisi potensi kerusakan lingkungan, Kota Batam tercatat memiliki total luas terdampak sebesar 2.986,52 hektar, dengan kelas kerusakan berada pada kategori tinggi. Kecamatan Galang dan Bulang menempati urutan tertinggi dengan luas kerusakan lingkungan masing-masing 919 hektar dan 514 hektar, yang menunjukkan tingginya sensitivitas ekosistem pesisir dan kawasan konservasi terhadap bencana. Kecamatan Sekupang, Sagulung, dan Nongsa juga memiliki kelas kerusakan kelas tinggi, mengindikasikan adanya tekanan lingkungan akibat aktivitas pembangunan dan keterpaparan daerah tangkapan air.

Berdasarkan aspek potensi penduduk terpapar, kerugian ekonomi dan fisik, serta kerusakan lingkungan, maka Kota Batam memiliki kerentanan kelas tinggi terhadap bahaya banjir.

c. Kapasitas Banjir

Berdasarkan pengkajian kapasitas di Kota Batam dalam menghadapi banjir, maka diperoleh kelas kapasitas dalam menghadapi bahaya banjir. Hasil analisis kapasitas untuk bahaya banjir dapat dilihat pada Tabel 3.17.

Tabel 3.17 Kapasitas Kota Batam Menghadapi Bahaya Banjir

KECAMATAN	INDEKS KESIAPSIAGAAN	INDEKS KETAHANAN DAERAH	INDEKS KETAHANAN DAERAH TRANSFORMASI	INDEKS KAPASITAS	KELAS KAPASITAS
BATAM KOTA	0,53	0,33	0,28	0,43	SEDANG
BATU AJI	0,67	0,33	0,28	0,51	SEDANG
BATU AMPAR	0,78	0,33	0,28	0,58	SEDANG
BENGGONG	0,57	0,33	0,28	0,45	SEDANG
BULANG	0,39	0,33	0,28	0,35	SEDANG
GALANG	0,46	0,33	0,28	0,39	SEDANG
LUBUK BAJA	0,39	0,33	0,28	0,35	SEDANG
NONGSA	0,47	0,33	0,28	0,39	SEDANG
SAGULUNG	0,43	0,33	0,28	0,37	SEDANG
SEI BEDUK	0,50	0,33	0,28	0,41	SEDANG
SEKUPANG	0,50	0,33	0,28	0,41	SEDANG
KOTA BATAM	0,52	0,33	0,28	0,42	SEDANG

Sumber: Hasil Analisis 2025

Perhitungan data pada Tabel 3.17 didasarkan pada hasil gabungan ketahanan daerah dengan kesiapsiagaan masyarakat. Kelas kapasitas kabupaten diperoleh dari nilai rata-rata nilai indeks ini mengindikasikan kurang memadainya kesiapan pemerintah daerah dalam hal kebijakan dan kelembagaan, pengkajian risiko dan perencanaan terpadu, pengembangan sistem terpadu, penanganan tematik kawasan rawan bencana, pencegahan dan mitigasi bencana, kesiapsiagaan dan penanganan darurat bencana, hingga sistem pemulihan bencana. Pemerintah daerah agar melakukan evaluasi terhadap indikator dan prioritas yang belum terpenuhi.

d. Risiko Banjir

Berdasarkan kajian bahaya, kerentanan, dan kapasitas maka dapat dianalisis kelas risiko di Kota Batam terhadap bencana banjir. Hasil analisis risiko untuk bencana banjir di Kota Batam dapat dilihat pada Tabel 3.18.

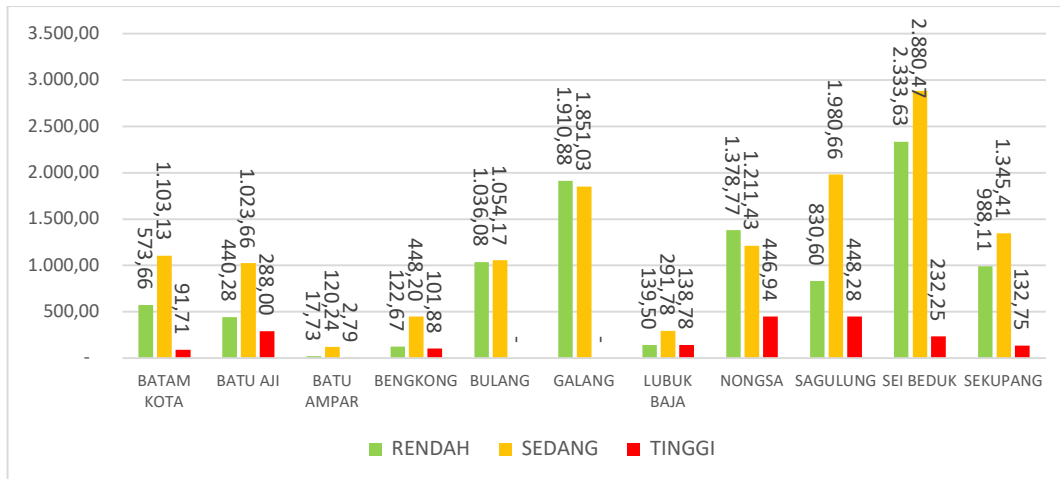
Tabel 3.18 Risiko Banjir di Kota Batam

KECAMATAN	BAHAYA				KELAS
	LUAS (HA)			TOTAL	
	RENDAH	SEDANG	TINGGI		
BATAM KOTA	573,66	1.103,13	91,71	1.768,50	SEDANG
BATU AJI	440,28	1.023,66	288,00	1.751,94	SEDANG
BATU AMPAR	17,73	120,24	2,79	140,76	SEDANG
BENGGONG	122,67	448,20	101,88	672,75	TINGGI
BULANG	1.036,08	1.054,17	-	2.090,25	SEDANG
GALANG	1.910,88	1.851,03	-	3.761,91	SEDANG
LUBUK BAJA	139,50	291,78	138,78	570,06	TINGGI
NONGSA	1.378,77	1.211,43	446,94	3.037,14	SEDANG
SAGULUNG	830,60	1.980,66	448,28	3.259,54	TINGGI
SEI BEDUK	2.333,63	2.880,47	232,25	5.446,35	SEDANG
SEKUPANG	988,11	1.345,41	132,75	2.466,27	SEDANG
KOTA BATAM	8.783,81	11.964,77	1.750,62	22.499,20	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel 3.18 di atas, Kota Batam memiliki total luas risiko banjir sebesar 22.499,20 hektar dengan kelas risiko tinggi. Adapun kecamatan Bengkong, Lubuk Baja, dan Sagulung berada pada kelas risiko tinggi, sementara kecamatan lainnya cenderung berada pada kelas risiko sedang.

Kecamatan dengan total luas risiko tertinggi adalah Kecamatan Sei Beduk dan Galang. Namun Kecamatan Sagulung memiliki luasan terbesar (448,28 hektar) pada lahan kelas risiko tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa penanganan banjir tidak hanya memperhatikan luasan, tapi titik-titik yang berisiko tinggi untuk meminimalisir korban jiwa dan dampak.



Gambar 3.19 Potensi Risiko Banjir (Ha) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

3.3.2. Cuaca Ekstrim

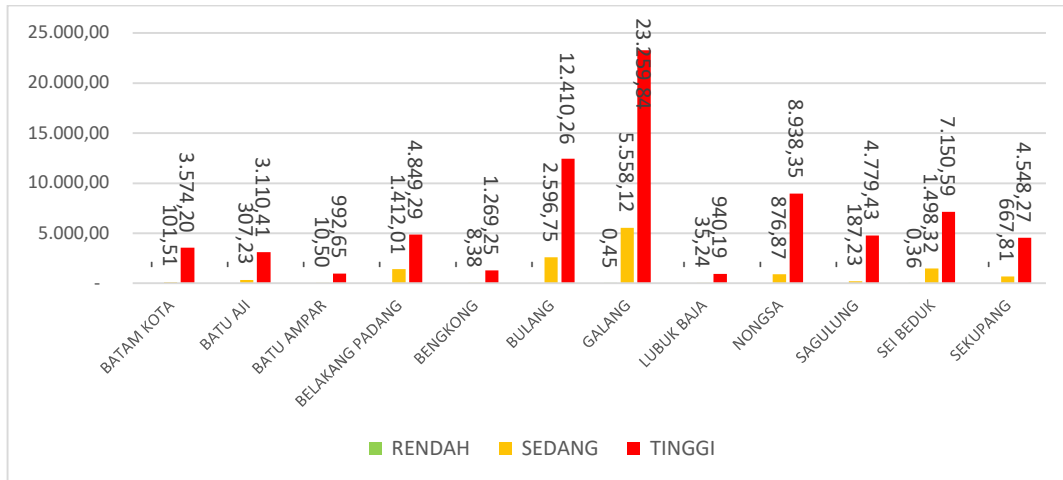
a. Bahaya Cuaca Ekstrim

Fenomena meteorologi yang dikenal sebagai cuaca ekstrim berpotensi menimbulkan bencana yang dapat menyebabkan korban jiwa serta kerusakan sosial dan material. Secara global, cuaca ekstrim mencakup berbagai peristiwa seperti tornado dan badai siklon tropis. Namun, dalam konteks Indonesia, Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) secara khusus mendefinisikan cuaca ekstrim sebagai kejadian angin puting beliung. Kerentanan spasial terhadap bahaya ini umumnya lebih tinggi pada wilayah dengan karakteristik lahan terbuka yang luas atau topografi dataran landai. Berdasarkan definisi dan faktor risiko tersebut, potensi luas serta klasifikasi tingkat bahaya cuaca ekstrim di Kota Batam disajikan pada Tabel 3.19 berikut.

Tabel 3.19 Potensi Bahaya Cuaca Ekstrim di Kota Batam

KECAMATAN	BAHAYA				
	LUAS (HA)				KELAS
	RENDAH	SEDANG	TINGGI	TOTAL	
BATAM KOTA	-	101,51	3.574,20	3.675,71	TINGGI
BATU AJI	-	307,23	3.110,41	3.417,64	TINGGI
BATU AMPAR	-	10,50	992,65	1.003,14	TINGGI
BELAKANG PADANG	-	1.412,01	4.849,29	6.261,30	TINGGI
BENKONG	-	8,38	1.269,25	1.277,63	TINGGI
BULANG	-	2.596,75	12.410,26	15.007,01	TINGGI
GALANG	0,45	5.558,12	23.259,84	28.818,41	TINGGI
LUBUK BAJA	-	35,24	940,19	975,44	TINGGI
NONGSA	-	876,87	8.938,35	9.815,22	TINGGI
SAGULUNG	-	187,23	4.779,43	4.966,66	TINGGI
SEI BEDUK	0,36	1.498,32	7.150,59	8.649,27	TINGGI
SEKUPANG	-	667,81	4.548,27	5.216,08	TINGGI
KOTA BATAM	0,81	13.259,98	75.822,72	89.083,51	TINGGI

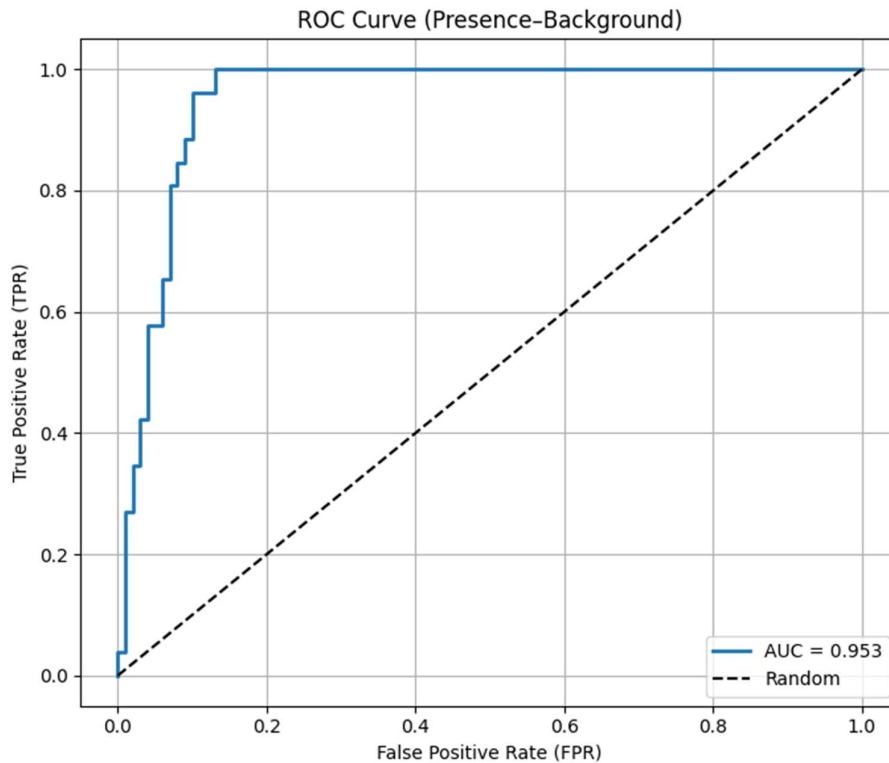
Sumber: Hasil Analisis 2025



Gambar 3.20 Potensi Bahaya Cuaca Ekstrim (Ha) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel di atas, hasil analisis bahaya cuaca ekstrim di Kota Batam menunjukkan bahwa seluruh wilayah kecamatan berada pada kategori bahaya tinggi, dengan total luas terdampak mencapai 89.083,51 hektar. Kecamatan Galang memiliki wilayah terdampak terbesar, yaitu 28.818,41 hektar, diikuti oleh Bulang seluas 15.007,01 hektar, dan Nongsa dengan 9.815,22 hektar, yang semuanya memiliki karakteristik lahan terbuka luas, topografi datar, serta kedekatan dengan perairan, sehingga lebih rentan terhadap angin kencang dan sistem tekanan udara lokal yang memicu puting beliung. Wilayah perkotaan seperti Batam Kota, Batu Aji, Batu Ampar, Bengkong, Lubuk Baja, dan Sagulung juga termasuk dalam kategori bahaya tinggi, dengan luas terdampak antara 1.000 hingga 4.000 hektar, di mana kepadatan bangunan dan aktivitas ekonomi meningkatkan potensi kerusakan bila terjadi cuaca ekstrim. Sementara itu, kecamatan pesisir seperti Belakang Padang dan Sekupang turut menunjukkan potensi tinggi dengan luas terdampak masing-masing 6.261,30 hektar dan 5.216,08 hektar, akibat paparan langsung terhadap arah angin dominan dari laut. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa ancaman cuaca ekstrim di Kota Batam bersifat merata di seluruh wilayah.



Gambar 3. 21 Validasi Peta Bahaya Cuaca Ekstrem

Sumber: Hasil Analisis 2025

Validasi terhadap hasil pemodelan bahaya cuaca ekstrem dilakukan menggunakan Receiver Operating Characteristic (ROC Curve) untuk mengetahui tingkat keakuratan model. Nilai AUC sebesar 0,953 menunjukkan bahwa kinerja model berada pada kategori sangat baik, yang berarti bahwa model mampu mengenali sebagian besar area rawan cuaca ekstrem secara akurat. Oleh sebab itu, hasil pemodelan dinilai dapat diandalkan dalam mendukung analisis risiko cuaca ekstrem di Kota Batam.

b. Kerentanan Cuaca Ekstrem

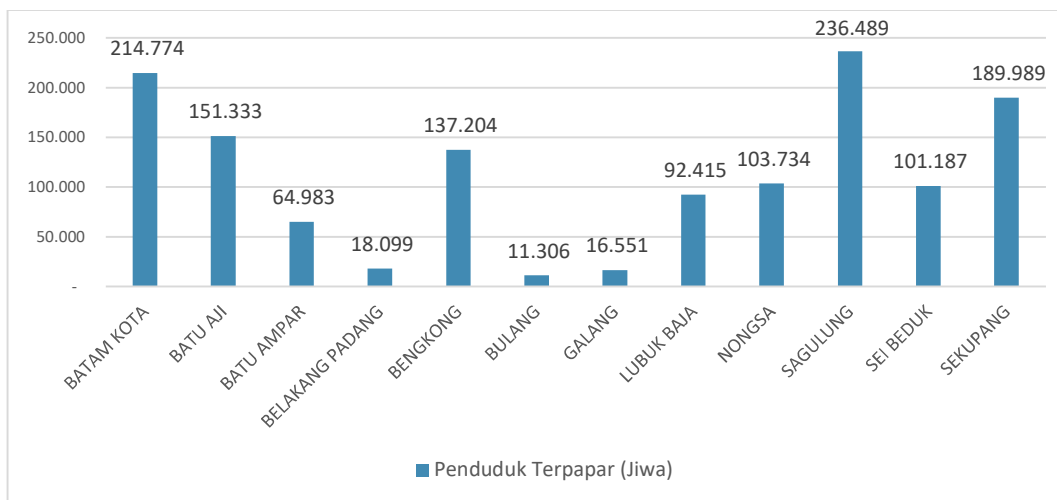
Kajian kerentanan bahaya cuaca Ekstrem dilakukan untuk mengetahui potensi penduduk terpapar dan potensi kerugian akibat bahaya cuaca Ekstrem di Kota Batam. Kajian tersebut dikelompokkan berdasarkan kelas penduduk yang terpapar dan kelas kerugian (rupiah dan lingkungan) akibat bahaya cuaca Ekstrem secara keseluruhan. Secara rinci potensi penduduk terpapar dan kerugian akibat bahaya cuaca Ekstrem di Kota Batam dapat dilihat pada Tabel 3.20 dan Tabel 3.21.

Tabel 3.20 Potensi Penduduk Terpapar Cuaca Ekstrim (Jiwa)

KECAMATAN	POTENSI PENDUDUK TERPAPAR (JIWA)					KELAS
	PENDUDUK	KELOMPOK RENTAN			PENDUDUK DISABILITAS	
		RASIO JENIS KELAMIN	UMUR RENTAN	PENDUDUK MISKIN		
BATAM KOTA	214.774	102	17.264	44.663	213	SEDANG
BATU AJI	151.333	107	11.192	52.591	87	SEDANG
BATU AMPAR	64.983	108	5.705	24.949	53	SEDANG
BELAKANG PADANG	18.099	110	2.422	12.293	30	SEDANG
BENGGONG	137.204	103	12.489	44.905	113	SEDANG
BULANG	11.306	112	1.257	7.463	9	SEDANG
GALANG	16.551	117	1.897	11.228	39	RENDAH
LUBUK BAJA	92.415	106	9.540	26.342	80	SEDANG
NONGSA	103.734	108	9.483	37.829	61	SEDANG
SAGULUNG	236.489	106	18851	91.973	181	SEDANG
SEI BEDUK	101.187	104	8437	40.533	73	SEDANG
SEKUPANG	189.989	104	16831	52.998	156	SEDANG
KOTA BATAM	1.338.066	108	115.369	447.768	1.095	SEDANG

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan hasil analisis potensi penduduk terpapar bencana di Kota Batam, terdapat 1.338.066 jiwa terpapar bahaya cuaca ekstrim dengan kelas kerentanan sedang. Nilai ini mencerminkan bahwa sebagian besar wilayah di Kota Batam memiliki karakteristik sosial yang memerlukan perhatian dalam konteks pengurangan risiko bencana, terutama karena tingginya proporsi kelompok rentan yang terdiri dari penduduk usia rentan, penduduk miskin, dan penyandang disabilitas.



Gambar 3.22 Potensi Penduduk Terpapar Cuaca Ekstrim (Jiwa) Kota Batam

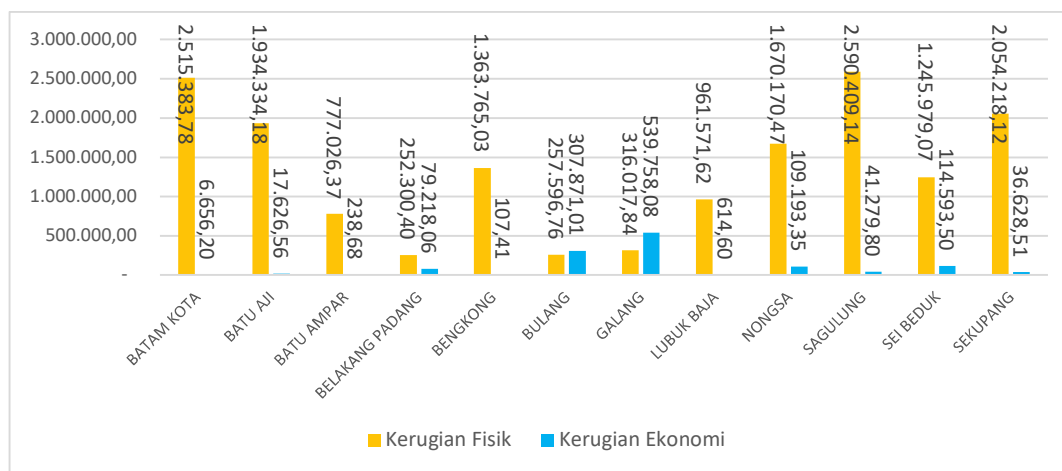
Sumber: Hasil Analisis 2025

Secara umum, kecamatan dengan jumlah penduduk terbesar adalah Sagulung (236.489 jiwa), Batam Kota (214.774 jiwa), dan Sekupang (189.989 jiwa). Ketiga kecamatan tersebut juga memiliki jumlah penduduk umur rentan terbanyak diantara kecamatan lainnya. Sementara itu kecamatan dengan jumlah penduduk miskin terbesar adalah Sagulung (91.973 jiwa), Sekupang (52.998 jiwa) dan Batu Aji (52.591 jiwa), sehingga menjadi salah satu fokus utama dalam strategi pengurangan risiko sosial. Hanya Kecamatan Galang yang memiliki kelas kerentanan rendah, sementara kecamatan lainnya berada pada kelas kerentanan sedang.

Tabel 3.21 Potensi Kerugian dan Kerusakan Lingkungan Cuaca Ekstrim di Kota Batam

KECAMATAN	POTENSI KERUGIAN (JUTA RUPIAH)				POTENSI KERUSAKAN LINGKUNGAN (HA)		KELAS KERENTANAN
	FISIK	EKONOMI	TOTAL KERUGIAN	KELAS KERUGIAN	KERUSAKAN LINGKUNGAN	KELAS	
BATAM KOTA	2.515.383,78	6.656,20	2.522.039,99	TINGGI	-	-	TINGGI
BATU AJI	1.934.334,18	17.626,56	1.951.960,74	TINGGI	-	-	TINGGI
BATU AMPAR	777.026,37	238,68	777.265,05	TINGGI	-	-	SEDANG
BELAKANG PADANG	252.300,40	79.218,06	331.518,46	TINGGI	-	-	TINGGI
BENGGONG	1.363.765,03	107,41	1.363.872,44	TINGGI	-	-	SEDANG
BULANG	257.596,76	307.871,01	565.467,78	TINGGI	-	-	TINGGI
GALANG	316.017,84	539.758,08	855.775,92	TINGGI	-	-	SEDANG
LUBUK BAJA	961.571,62	614,60	962.186,23	TINGGI	-	-	TINGGI
NONGSA	1.670.170,47	109.193,35	1.779.363,83	TINGGI	-	-	TINGGI
SAGULUNG	2.590.409,14	41.279,80	2.631.688,94	TINGGI	-	-	TINGGI
SEI BEDUK	1.245.979,07	114.593,50	1.360.572,57	TINGGI	-	-	TINGGI
SEKUPANG	2.054.218,12	36.628,51	2.090.846,63	TINGGI	-	-	TINGGI
Kota Batam	15.938.772,79	1.253.785,76	17.192.558,55	TINGGI	-	-	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025



Gambar 3.23 Potensi Kerugian Akibat Cuaca Ekstrim (Juta Rupiah) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

Hasil analisis potensi kerugian di Kota Batam menunjukkan bahwa nilai total kerugian mencapai 17,192 triliun rupiah, dengan kelas kerentanan berada pada kategori tinggi. Kerugian terbesar berasal dari Kecamatan Sagulung (2,631 triliun rupiah), Batam Kota (2,522 triliun rupiah), dan Sekupang (2,090 triliun rupiah). Ketiga wilayah ini memiliki konsentrasi aset fisik dan ekonomi yang tinggi, sehingga potensi kerugiannya jauh lebih besar bila terjadi bencana.

Tidak ada potensi kerusakan lingkungan akibat cuaca ekstrim di Kota Batam. Hal ini menunjukkan bahwa bahaya cuaca ekstrim tidak menimbulkan kerusakan pada ekosistem lokal.

Berdasarkan aspek potensi penduduk terpapar, kerugian ekonomi dan fisik, serta kerusakan lingkungan, maka Kota Batam memiliki kerentanan kelas tinggi terhadap bahaya cuaca ekstrim.

c. Kapasitas Cuaca Ekstrim

Berdasarkan pengkajian kapasitas di Kota Batam dalam menghadapi cuaca Ekstrim, maka diperoleh kelas kapasitas dalam menghadapi bahaya cuaca Ekstrim. Hasil analisis kapasitas untuk bahaya cuaca Ekstrim dapat dilihat pada Tabel 3.22.

Tabel 3. 22 Kapasitas Kota Batam Menghadapi Bahaya Cuaca Ekstrim

KECAMATAN	INDEKS KESIAPSIAGAAN	INDEKS KETAHANAN DAERAH	INDEKS KETAHANAN DAERAH TRANSFORMASI	INDEKS KAPASITAS	KELAS KAPASITAS
BATAM KOTA	0,44	0,33	0,28	0,38	SEDANG
BATU AJI	0,60	0,33	0,28	0,47	SEDANG
BATU AMPAR	0,55	0,33	0,28	0,44	SEDANG
BELAKANG PADANG	0,54	0,33	0,28	0,44	SEDANG
BENGGONG	0,49	0,33	0,28	0,41	SEDANG
BULANG	0,43	0,33	0,28	0,37	SEDANG
GALANG	0,54	0,33	0,28	0,43	SEDANG
LUBUK BAJA	0,35	0,33	0,28	0,32	RENDAH
NONGSA	0,44	0,33	0,28	0,38	SEDANG
SAGULUNG	0,38	0,33	0,28	0,34	SEDANG
SEI BEDUK	0,48	0,33	0,28	0,40	SEDANG
SEKUPANG	0,49	0,33	0,28	0,40	SEDANG
Kota Batam	0,48	0,33	0,28	0,40	SEDANG

Sumber: Hasil Analisis 2025

Perhitungan data pada Tabel 3.22 didasarkan pada hasil gabungan ketahanan daerah dengan kesiapsiagaan masyarakat. Kelas kapasitas kota diperoleh dari nilai rata-rata kapasitas seluruh kecamatan yang terpapar bahaya cuaca ekstrim di Kota Batam.

Kecamatan Lubuk Baja memiliki nilai kapasitas terendah namun masih dalam kategori kelas kapasitas sedang. Seluruh kecamatan berada pada kelas kapasitas sedang.

Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat di Kota Batam secara umum berada pada nilai 0,48 atau kategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa penduduk di Kota Batam memiliki kapasitas yang cukup dalam pengetahuan kesiapsiagaan, peringatan bencana, perencanaan tanggap darurat, dan mobilisasi sumberdaya terhadap potensi bencana cuaca ekstrim.

Nilai Indeks Ketahanan Daerah Transformasi Kota Batam adalah 0,28 dan berada dalam kategori rendah (<0,33). Indeks ketahanan daerah mencerminkan kesiapan pemerintah daerah berdasarkan 71 indikator dan 7 prioritas dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana. Rendahnya nilai indeks ini mengindikasikan kurang memadainya kesiapan pemerintah daerah dalam hal kebijakan dan kelembagaan, pengkajian risiko dan perencanaan terpadu, pengembangan sistem terpadu, penanganan tematik kawasan rawan bencana, pencegahan dan mitigasi bencana, kesiapsiagaan dan penanganan darurat bencana, hingga sistem pemulihan bencana. Pemerintah daerah agar melakukan evaluasi terhadap indikator dan prioritas yang belum terpenuhi.

d. Risiko Cuaca Ekstrim

Berdasarkan pengkajian bahaya, kerentanan, dan kapasitas maka dapat dianalisis kelas risiko di Kota Batam dalam menghadapi bencana cuaca Ekstrim. Hasil analisis risiko untuk bencana cuaca Ekstrim di Kota Batam dapat dilihat pada Tabel 3.22.

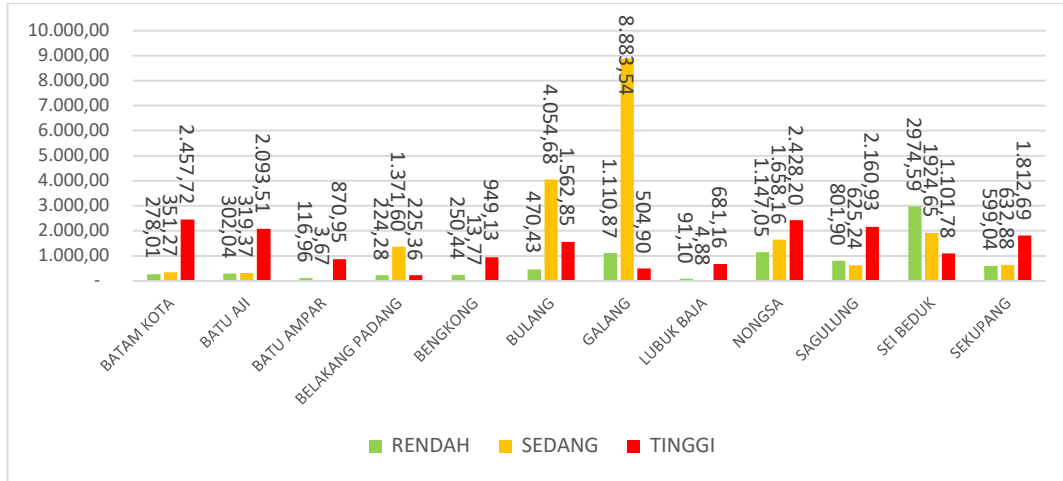
Tabel 3.23 Risiko Cuaca Ekstrim di Kota Batam

KECAMATAN	BAHAYA				KELAS
	LUAS (HA)			TOTAL	
	RENDAH	SEDANG	TINGGI		
BATAM KOTA	278,01	351,27	2.457,72	3.087,00	TINGGI
BATU AJI	302,04	319,37	2.093,51	2.714,92	TINGGI
BATU AMPAR	116,96	3,67	870,95	991,58	TINGGI
BELAKANG PADANG	224,28	1.371,60	225,36	1.821,24	TINGGI
BENGGONG	250,44	13,77	949,13	1.213,34	TINGGI
BULANG	470,43	4.054,68	1.562,85	6.087,96	TINGGI
GALANG	1.110,87	8.883,54	504,90	10.499,31	TINGGI
LUBUK BAJA	91,10	4,88	681,16	777,14	TINGGI
NONGSA	1.147,05	1.658,16	2.428,20	5.233,41	TINGGI
SAGULUNG	801,90	625,24	2.160,93	3.588,07	TINGGI
SEI BEDUK	2.974,59	1.924,65	1.101,78	6.001,02	TINGGI
SEKUPANG	599,04	632,88	1.812,69	3.044,61	TINGGI
KOTA BATAM	8.366,71	19.843,72	16.849,18	45.059,60	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel 3.23 di atas, Kota Batam memiliki total luas risiko cuaca ekstrim sebesar 45.059,60 hektar dengan kelas risiko tinggi. Seluruh kecamatan di Kota Batam turut memiliki risiko cuaca ekstrim kelas tinggi.

Kecamatan dengan total luas risiko tertinggi adalah Kecamatan Galang, Bulang, dan Sei Beduk. Namun Kecamatan Batam Kota dan Nongsa memiliki luasan terbesar pada lahan kelas risiko tinggi.



Gambar 3.24 Potensi Risiko Cuaca Ekstrim (Ha) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

3.3.3. Gelombang Ekstrim dan Abrasi

a. Bahaya Gelombang Ekstrim dan Abrasi

Sebagai negara maritim dengan sebagian besar wilayahnya berupa perairan, Indonesia memiliki tingkat kerentanan yang tinggi terhadap bencana gelombang ekstrim. Ancaman ini kerap disertai dengan bahaya abrasi atau erosi pantai, yaitu proses pengikisan garis pantai secara destruktif akibat energi gelombang dan arus laut. Kedua fenomena tersebut menjadi risiko nyata yang dampaknya telah dirasakan di berbagai kawasan pesisir Indonesia. Berdasarkan hasil analisis, potensi luas dan klasifikasi tingkat bahaya gelombang ekstrim serta abrasi di Kota Batam disajikan pada tabel berikut.

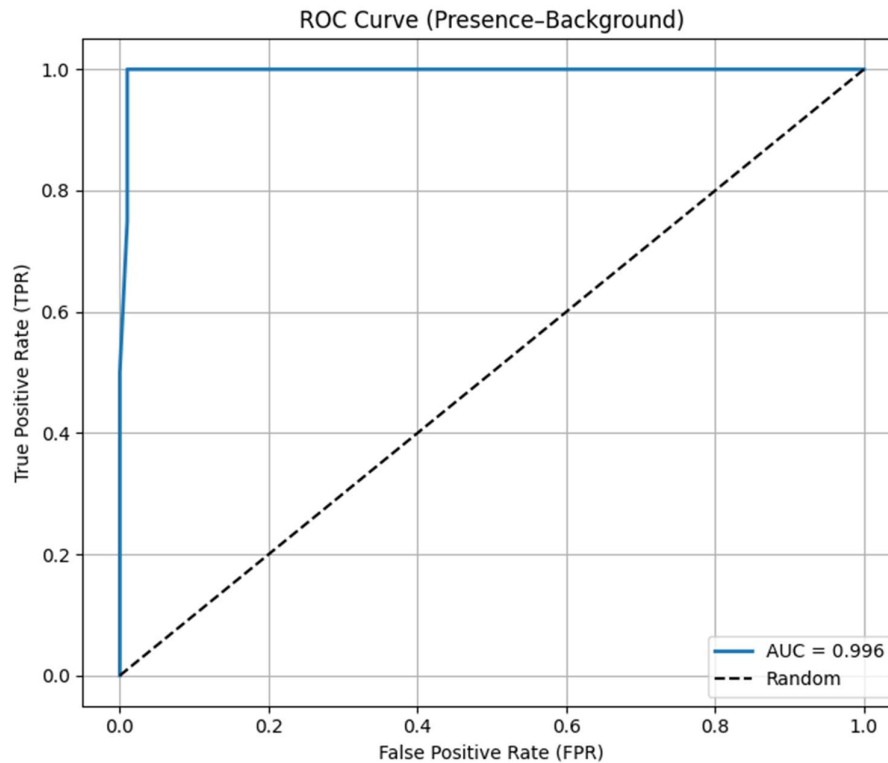
Tabel 3.24 Potensi Bahaya Gelombang Ekstrim dan Abrasi di Kota Batam

KECAMATAN	BAHAYA				KELAS
	LUAS (HA)			TOTAL	
	RENDAH	SEDANG	TINGGI		
BATAM KOTA	-	246,42	-	246,42	SEDANG
BATU AJI	-	762,39	3,33	765,72	SEDANG
BATU AMPAR	-	248,67	12,60	261,27	SEDANG

KECAMATAN	BAHAYA				
	LUAS (HA)				KELAS
	RENDAH	SEDANG	TINGGI	TOTAL	
BELAKANG PADANG	-	2.735,28	781,02	3.516,30	TINGGI
BENGKONG	-	295,83	-	295,83	SEDANG
BULANG	-	4.030,92	91,62	4.122,54	SEDANG
GALANG	-	7.845,21	272,52	8.117,73	SEDANG
LUBUK BAJA	-	111,15	-	111,15	SEDANG
NONGSA	-	1.945,08	7,74	1.952,82	SEDANG
SAGULUNG	-	474,66	-	474,66	SEDANG
SEI BEDUK	-	675,90	-	675,90	SEDANG
SEKUPANG	-	806,49	0,90	807,39	SEDANG
KOTA BATAM	-	20.190,60	1.157,13	21.347,73	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel di atas, hasil analisis bahaya gelombang ekstrim dan abrasi di Kota Batam menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah berada pada tingkat bahaya sedang, dengan total luas terdampak mencapai sekitar 21.347,73 hektar, dan secara keseluruhan Kota Batam dikategorikan dalam kelas bahaya tinggi. Kecamatan Belakang Padang menjadi wilayah dengan potensi bahaya kelas tinggi, dengan total area terdampak mencapai 3.516,30 hektar. Sementara itu berdasarkan luasannya, Kecamatan dengan total luas bahaya gelombang ekstrim dan abrasi terbesar adalah Kecamatan Galang (8.117,73 hektar) dan Kecamatan Bulang (4.122, 54 hektar) yang memiliki karakteristik geografis berupa pulau-pulau kecil dan garis pantai terbuka sehingga rentan terhadap hempasan gelombang tinggi dan abrasi. Kecamatan pesisir lainnya seperti Nongsa, Sekupang, Batu Aji, dan Batam Kota juga termasuk dalam kategori bahaya sedang, terutama pada wilayah yang mengalami tekanan akibat pembangunan pesisir, reklamasi, dan perubahan tata guna lahan. Sementara itu, kawasan perkotaan seperti Lubuk Baja, Bengkong, dan Batu Ampar memiliki potensi terdampak yang lebih kecil namun tetap signifikan karena padatnya aktivitas ekonomi dan infrastruktur di sepanjang garis pantai. Secara keseluruhan, ancaman gelombang ekstrim dan abrasi di Kota Batam paling tinggi terjadi di wilayah pesisir barat dan selatan, khususnya di kawasan Belakang Padang, Bulang, dan Galang.



Gambar 3.25 Validasi Peta Bahaya Gelombang Ekstrim dan Abrasi

Sumber: Hasil Analisis 2025

Hasil peta bahaya gelombang ekstrem dievaluasi menggunakan metode Receiver Operating Characteristic (ROC Curve). Hasil validasi menunjukkan nilai Area Under the Curve (AUC) sebesar 0,996 yang berada pada kategori sangat baik. Nilai ini mengindikasikan bahwa model memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi dalam membedakan wilayah yang berpotensi mengalami abrasi. Dengan demikian, peta bahaya gelombang ekstrem dan abrasi yang dihasilkan dinilai layak untuk digunakan dalam analisis risiko bencana gelombang ekstrem dan abrasi di Kota Batam.

b. Kerentanan Gelombang Ekstrim dan Abrasi

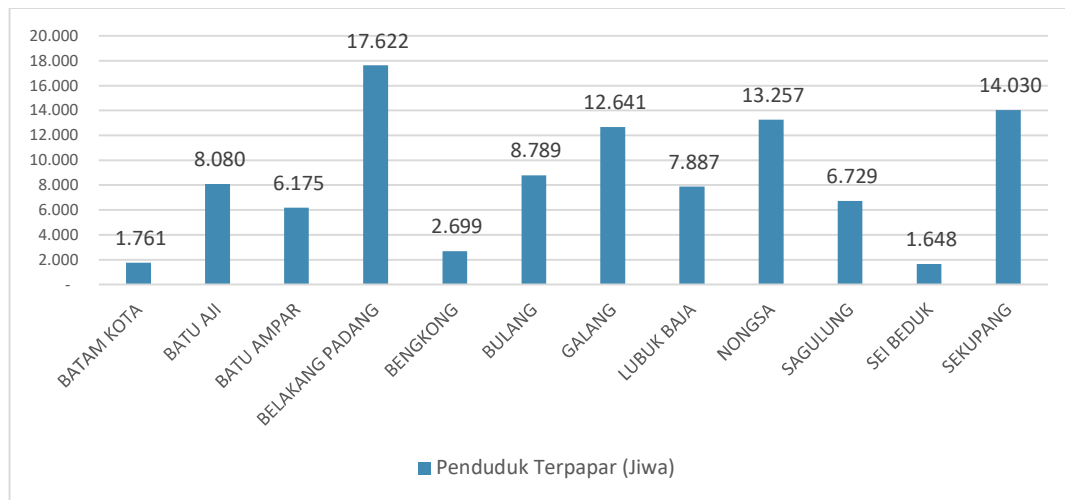
Kajian kerentanan bahaya gelombang ekstrem dan abrasi dilakukan untuk mengetahui potensi penduduk terpapar dan potensi kerugian akibat bahaya gelombang ekstrem dan abrasi di Kota Batam. Kajian tersebut dikelompokkan berdasarkan kelas penduduk yang terpapar dan kelas kerugian (rupiah dan lingkungan) akibat bahaya gelombang Ekstrim dan abrasi secara keseluruhan.

Tabel 3.25 Potensi Penduduk Terpapar Gelombang Ekstrim dan Abrasi (Jiwa)

KECAMATAN	POTENSI PENDUDUK TERPAPAR (JIWA)					KELAS
	PENDUDUK	KELOMPOK RENTAN			PENDUDUK DISABILITAS	
		RASIO JENIS KELAMIN	UMUR RENTAN	PENDUDUK MISKIN		
BATAM KOTA	1.761	100	141	337	2	SEDANG
BATU AJI	8.080	107	605	3.173	4	SEDANG
BATU AMPAR	6.175	108	564	2.353	4	SEDANG
BELAKANG PADANG	17.622	110	2.346	12.112	29	SEDANG
BENGGONG	2.699	103	262	801	2	SEDANG
BULANG	8.789	112	1.030	6.042	5	SEDANG
GALANG	12.641	117	1.433	9.600	24	RENDAH
LUBUK BAJA	7.887	106	742	4.061	6	SEDANG
NONGSA	13.257	108	1.273	5.437	8	SEDANG
SAGULUNG	6.729	106	553	2.974	5	SEDANG
SEI BEDUK	1.648	103	177	628	1	RENDAH
SEKUPANG	14.030	104	1.419	4.209	11	SEDANG
KOTA BATAM	101.320	108	10.547	51.726	100	SEDANG

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan hasil analisis potensi pendudukterpapar bencana di Kota Batam, terdapat 101.320 jiwa terpapar bahaya gelombang ekstrim dan abrasi dengan kelas kerentanan sedang. Nilai ini mencerminkan bahwa sebagian besar wilayah di Kota Batam memiliki karakteristik sosial yang memerlukan perhatian dalam konteks pengurangan risiko bencana, terutama karena tingginya proporsi kelompok rentan yang terdiri dari penduduk usia rentan, penduduk miskin, dan penyandang disabilitas.



Gambar 3 26 Potensi Penduduk Terpapar Gelombang Ekstrim dan Abrasi (Jiwa) Kota Batam

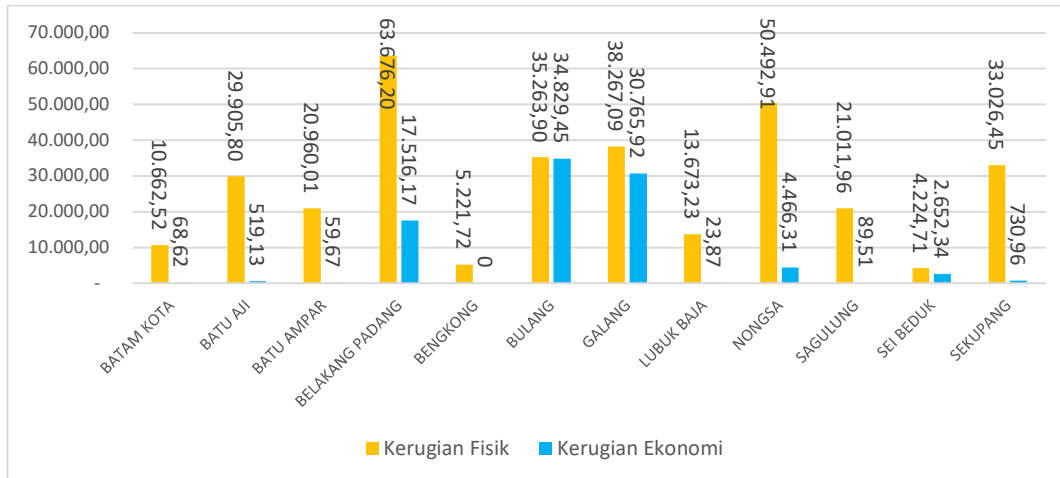
Sumber: Hasil Analisis 2025

Secara umum, kecamatan dengan jumlah penduduk terbesar adalah Belakang Padang (17.622 jiwa), Sekupang (14.030 jiwa), dan Nongsa (13.257 jiwa). Kecamatan Belakang Padang dan Galang juga memiliki jumlah penduduk umur rentan terbanyak diantara kecamatan lainnya. Sementara itu kecamatan dengan jumlah penduduk miskin terbesar adalah Belakang Padang (12.112 jiwa), Galang (9.600 jiwa) dan Bulang (6.042 jiwa), sehingga menjadi salah satu fokus utama dalam strategi pengurangan risiko sosial. Hanya Kecamatan Galang dan Sei Beduk yang memiliki kelas kerentanan rendah, sementara kecamatan lainnya berada pada kelas kerentanan sedang.

Tabel 3.26 Potensi Kerugian dan Kerusakan Lingkungan Akibat Gelombang Ekstrim dan Abrasi di Kota Batam

KECAMATAN	POTENSI KERUGIAN (JUTA RUPIAH)				POTENSI KERUSAKAN LINGKUNGAN (HA)		KELAS KERENTANAN
	FISIK	EKONOMI	TOTAL KERUGIAN	KELAS KERUGIAN	KERUSAKAN LINGKUNGAN	KELAS	
BATAM KOTA	10.662,52	68,62	10.731,14	SEDANG	48	SEDANG	SEDANG
BATU AJI	29.905,80	519,13	30.424,93	TINGGI	149	TINGGI	TINGGI
BATU AMPAR	20.960,01	59,67	21.019,68	SEDANG	8	RENDAH	SEDANG
BELAKANG PADANG	63.676,20	17.516,17	81.192,36	TINGGI	1.241	TINGGI	TINGGI
BENGGONG	5.221,72	0	5.221,72	SEDANG	16	RENDAH	SEDANG
BULANG	35.263,90	34.829,45	70.093,35	TINGGI	1.000	TINGGI	SEDANG
GALANG	38.267,09	30.765,92	69.033,01	TINGGI	1.898	TINGGI	SEDANG
LUBUK BAJA	13.673,23	23,87	13.697,10	SEDANG	18	RENDAH	SEDANG
NONGSA	50.492,91	4.466,31	54.959,22	TINGGI	285	TINGGI	TINGGI
SAGULUNG	21.011,96	89,51	21.101,46	TINGGI	74	SEDANG	SEDANG
SEI BEDUK	4.224,71	2.652,34	6.877,05	TINGGI	222	TINGGI	SEDANG
SEKUPANG	33.026,45	730,96	33.757,41	TINGGI	144	SEDANG	TINGGI
KOTA BATAM	326.386,50	91.721,94	418.108,44	TINGGI	5.103	TINGGI	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025



Gambar 3.27 Potensi Kerugian Akibat Gelombang Ekstrim dan Abrasi (Juta Rupiah) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

Hasil analisis potensi kerugian di Kota Batam menunjukkan bahwa nilai total kerugian mencapai 418,108 miliar rupiah, dengan kelas kerentanan berada pada kategori tinggi. Kerugian terbesar berasal dari Kecamatan Belakang Padang (81,192 miliar rupiah), Bulang (70,093 miliar rupiah), dan Galang (69,033 miliar rupiah). Ketiga wilayah ini memiliki konsentrasi aset fisik dan ekonomi yang tinggi, sehingga potensi kerugiannya jauh lebih besar bila terjadi bencana.

Pada potensi kerusakan lingkungan, total luas lahan kerusakan lingkungan akibat gelombang ekstrim dan abrasi adalah 5.103 hektar. Kecamatan dengan luas terbesar yang mengalami kerusakan lingkungan adalah Galang (1.898 hektar) dan Belakang Padang (1.241 hektar).

Berdasarkan aspek potensi penduduk terpapar, kerugian ekonomi dan fisik, serta kerusakan lingkungan, maka Kota Batam memiliki kerentanan kelas tinggi terhadap bahaya gelombang ekstrim dan abrasi.

c. Kapasitas Gelombang Ekstrim dan Abrasi

Berdasarkan pengkajian kapasitas di Kota Batam dalam menghadapi gelombang Ekstrim dan abrasi, maka diperoleh kelas kapasitas dalam menghadapi bahaya gelombang Ekstrim dan abrasi. Hasil analisis kapasitas untuk bahaya gelombang ekstrim dan abrasi dapat dilihat pada Tabel 3.27.

Tabel 3.27 Kapasitas Kota Batam Menghadapi Bahaya Gelombang Ekstrim dan Abrasi

KECAMATAN	INDEKS KESIAPSIAGAAN	INDEKS KETAHANAN DAERAH	INDEKS KETAHANAN DAERAH TRANSFORMASI	INDEKS KAPASITAS	KELAS KAPASITAS
BATAM KOTA	0,39	0,33	0,28	0,34	SEDANG
BATU AJI	0,66	0,33	0,28	0,51	SEDANG
BATU AMPAR	0,41	0,33	0,28	0,36	SEDANG
BELAKANG PADANG	0,50	0,33	0,28	0,41	SEDANG
BENGGONG	0,54	0,33	0,28	0,43	SEDANG
BULANG	0,39	0,33	0,28	0,35	SEDANG
GALANG	0,54	0,33	0,28	0,44	SEDANG
LUBUK BAJA	0,25	0,33	0,28	0,26	RENDAH
NONGSA	0,48	0,33	0,28	0,40	SEDANG
SAGULUNG	0,38	0,33	0,28	0,34	SEDANG
SEI BEDUK	0,33	0,33	0,28	0,31	RENDAH
SEKUPANG	0,33	0,33	0,28	0,31	RENDAH
KOTA BATAM	0,43	0,33	0,28	0,37	SEDANG

Sumber: Hasil Analisis 2025

Perhitungan data pada Tabel 3.27 didasarkan pada hasil gabungan ketahanan daerah dengan kesiapsiagaan masyarakat. Kelas kapasitas kota diperoleh dari nilai rata-rata kapasitas seluruh kecamatan yang terpapar bahaya gelombang ekstrim dan abrasi di Kota Batam. Kecamatan Lubuk Baja memiliki nilai kapasitas terendah dan berada pada kelas kapasitas rendah bersama dengan Kecamatan Sei Beduk dan Sekupang.

Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat Kecamatan Lubuk Baja, Sei Beduk, dan Sekupang berada pada kategori rendah. Hal ini menunjukkan bahwa penduduk di ketiga kecamatan tersebut memiliki kapasitas yang rendah dalam pengetahuan kesiapsiagaan, peringatan bencana, perencanaan tanggap darurat, dan mobilisasi sumberdaya terhadap potensi bencana gelombang ekstrim dan abrasi.

Nilai Indeks Ketahanan Daerah Transformasi Kota Batam adalah 0,28 dan berada dalam kategori rendah ($<0,33$). Indeks ketahanan daerah mencerminkan kesiapan pemerintah daerah berdasarkan 71 indikator dan 7 prioritas dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana. Rendahnya nilai indeks ini mengindikasikan kurang memadainya kesiapan pemerintah daerah dalam hal kebijakan dan kelembagaan, pengkajian risiko dan perencanaan terpadu, pengembangan sistem terpadu, penanganan tematik kawasan rawan bencana, pencegahan dan mitigasi bencana, kesiapsiagaan dan penanganan darurat bencana, hingga sistem pemulihan bencana. Pemerintah daerah agar melakukan evaluasi terhadap indikator dan prioritas yang belum terpenuhi.

d. Risiko Gelombang Ekstrim dan Abrasi

Berdasarkan pengkajian bahaya, kerentanan, dan kapasitas maka dapat dianalisis kelas risiko di Kota Batam dalam menghadapi bencana gelombang ekstrim dan abrasi. Hasil analisis risiko untuk bencana cuaca Ekstrim di Kota Batam dapat dilihat pada Tabel 3.28

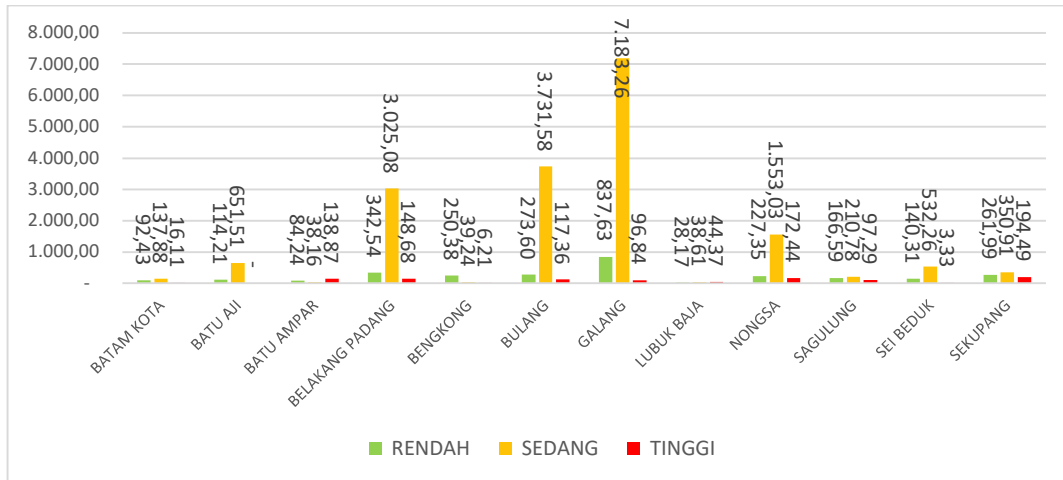
Tabel 3.28 Risiko Gelombang Ekstrim dan Abrasi di Kota Batam

KECAMATAN	BAHAYA				KELAS
	LUAS (HA)			TOTAL	
	RENDAH	SEDANG	TINGGI		
BATAM KOTA	92,43	137,88	16,11	246,42	SEDANG
BATU AJI	114,21	651,51	-	765,72	SEDANG
BATU AMPAR	84,24	38,16	138,87	261,27	TINGGI
BELAKANG PADANG	342,54	3.025,08	148,68	3.516,30	TINGGI
BENGGONG	250,38	39,24	6,21	295,83	RENDAH
BULANG	273,60	3.731,58	117,36	4.122,54	SEDANG
GALANG	837,63	7.183,26	96,84	8.117,73	SEDANG
LUBUK BAJA	28,17	38,61	44,37	111,15	TINGGI
NONGSA	227,35	1.553,03	172,44	1.952,82	SEDANG
SAGULUNG	166,59	210,78	97,29	474,66	TINGGI
SEI BEDUK	140,31	532,26	3,33	675,90	SEDANG
SEKUPANG	261,99	350,91	194,49	807,39	SEDANG
KOTA BATAM	2.819,44	17.492,30	1.035,99	21.347,73	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel 3.28 di atas, Kota Batam memiliki total luas risiko gelombang ekstrim dan abrasi sebesar 21.347,73 hektar dengan kelas risiko tinggi. Kecamatan Batu Ampar, Belakang Padang, Lubuk Baja, dan Sagulung memiliki kelas risiko tinggi, sementara kecamatan lainnya berada pada kelas risiko sedang.

Kecamatan dengan total luas risiko tertinggi adalah Kecamatan Galang, Bulang, dan Belakang Padang. Namun Kecamatan Sekupang dan Nongsa memiliki luasan terbesar pada lahan kelas risiko tinggi.



Gambar 3.28 Potensi Risiko Gelombang Ekstrim dan Abrasi (Ha) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

3.3.4. Gempabumi

a. Bahaya Gempabumi

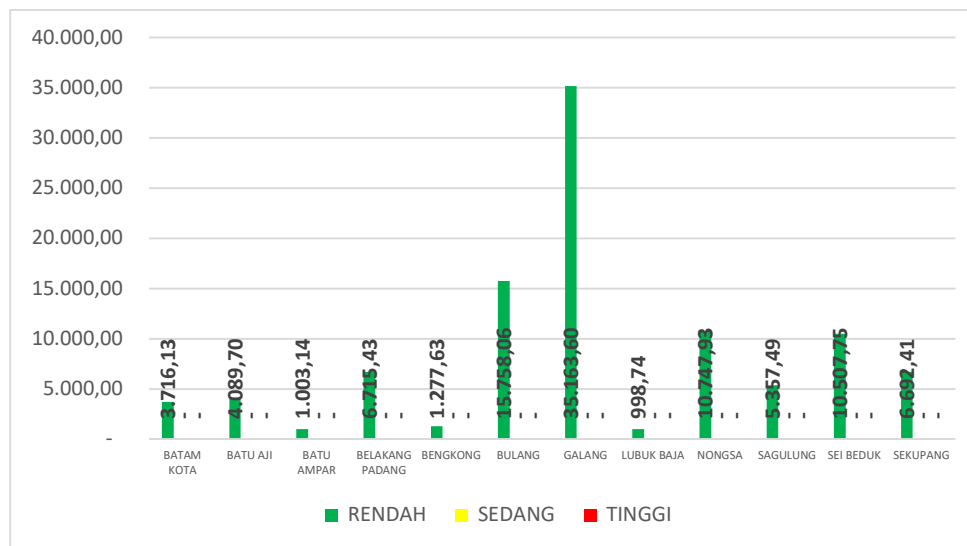
Gempabumi merupakan salah satu bencana geologi yang berpotensi menimbulkan dampak destruktif berskala besar, terutama di wilayah yang berada di sekitar jalur tektonik aktif. Meskipun Kota Batam tidak terletak langsung pada zona subduksi utama, wilayah ini tetap memiliki potensi terpengaruh oleh aktivitas seismik dari sistem sesar di sekitarnya, seperti Sesar Semangko dan struktur patahan di dasar perairan Selat Malaka. Fenomena seismik ini memiliki tingkat prediktabilitas yang sangat rendah karena melibatkan interaksi kompleks antara material batuan dan energi pada lapisan kerak bumi, sehingga sulit diamati secara langsung. Karakteristik bahaya gempa diperkuat oleh sifatnya yang dapat bersifat laten—tidak aktif selama ratusan hingga ribuan tahun—sebelum akhirnya melepaskan energi dalam bentuk guncangan yang dapat menimbulkan kerusakan signifikan. Hasil analisis mengenai potensi luas dan kelas bahaya Gempabumi di Kota Batam akan diuraikan pada tabel berikut

Tabel 3.29 Potensi Bahaya Gempabumi di Kota Batam

KECAMATAN	BAHAYA				KELAS
	LUAS (HA)			TOTAL	
	RENDAH	SEDANG	TINGGI		
BATAM KOTA	3.716,13	-	-	3.716,13	RENDAH
BATU AJI	4.089,70	-	-	4.089,70	RENDAH
BATU AMPAR	1.003,14	-	-	1.003,14	RENDAH
BELAKANG PADANG	6.715,43	-	-	6.715,43	RENDAH
BENGKONG	1.277,63	-	-	1.277,63	RENDAH

KECAMATAN	BAHAYA				KELAS
	LUAS (HA)			TOTAL	
	RENDAH	SEDANG	TINGGI		
BULANG	15.758,06	-	-	15.758,06	RENDAH
GALANG	35.163,60	-	-	35.163,60	RENDAH
LUBUK BAJA	998,74	-	-	998,74	RENDAH
NONGSA	10.747,93	-	-	10.747,93	RENDAH
SAGULUNG	5.357,49	-	-	5.357,49	RENDAH
SEI BEDUK	10.507,75	-	-	10.507,75	RENDAH
SEKUPANG	6.692,41	-	-	6.692,41	RENDAH
KOTA BATAM	102.028,00	-	-	102.028,00	RENDAH

Sumber: Hasil Analisis 2025



Gambar 3.29 Potensi Bahaya Gempabumi (Ha) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel di atas, analisis bahaya gempabumi di Kota Batam menunjukkan bahwa seluruh kecamatan berada pada kategori bahaya rendah, dengan total luas wilayah yang termasuk kelas bahaya mencapai 102.028 hektar. Seluruh kecamatan berada pada kelas yang sama karena karakteristik geologi Kota Batam yang relatif stabil, jauh dari jalur sesar aktif nasional, dan tersusun oleh batuan dasar yang umumnya memiliki tingkat kekompakan tinggi.

Kecamatan Galang tercatat memiliki luas bahaya terbesar yaitu 35.163,60 hektar, diikuti oleh Bulang (15.758,06 ha) dan Nongsa (10.747,93 ha). Ketiga wilayah ini didominasi oleh kawasan terbuka dan lahan dengan tingkat pembangunan yang lebih rendah, sehingga penilaian bahaya lebih banyak dipengaruhi oleh kondisi geologi regional, bukan oleh kepadatan infrastruktur.

Kecamatan lain seperti Sei Beduk (10.507,75 ha), Belakang Padang (6.715,43 ha), dan Sekupang (6.692,41 ha) juga menunjukkan luasan bahaya yang cukup besar. Wilayah-wilayah ini berada pada zona batuan sedimen dan endapan permukaan yang secara umum stabil namun tetap memiliki potensi getaran jika terjadi aktivitas tektonik jauh dari sumbernya.

Sementara itu, kawasan perkotaan seperti Batam Kota, Batu Aji, Batu Ampar, Bengkong, Lubuk Baja, dan Sagulung menunjukkan luasan bahaya antara 1.000 hingga 4.000 hektar. Meskipun berada pada kelas bahaya rendah, kepadatan bangunan dan aktivitas penduduk yang tinggi menjadikan wilayah ini tetap memerlukan perhatian dalam konteks mitigasi risiko, terutama terkait kualitas struktur bangunan dan penerapan standar konstruksi tahan gempa.

b. Kerentanan Gempabumi

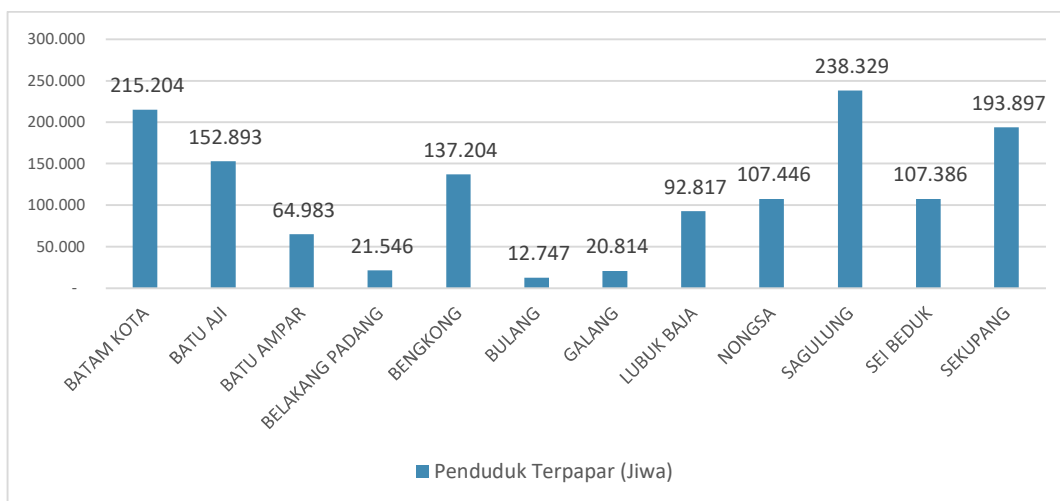
Kajian kerentanan bahaya gempabumi dilakukan untuk mengetahui potensi penduduk terpapar dan potensi kerugian akibat bahaya gempabumi di Kota Batam. Kajian tersebut dikelompokkan berdasarkan kelas penduduk yang terpapar dan kelas kerugian (rupiah dan lingkungan) akibat bahaya gempabumi secara keseluruhan. Secara rinci potensi penduduk terpapar dan kerugian bahaya gempabumi di Kota Batam dapat dilihat pada Tabel 3.30 dan tabel 3.31.

Tabel 3. 30 Potensi Penduduk Terpapar Gempabumi (Jiwa)

KECAMATAN	POTENSI PENDUDUK TERPAPAR (JIWA)					
	PENDUDUK	KELOMPOK RENTAN				KELAS
		RASIO JENIS KELAMIN	UMUR RENTAN	PENDUDUK MISKIN	PENDUDUK DISABILITAS	
BATAM KOTA	215.204	102	17.313	44.701	214	SEDANG
BATU AJI	152.893	107	11.312	53.196	88	SEDANG
BATU AMPAR	64.983	108	5.757	25.166	53	SEDANG
BELAKANG PADANG	21.546	110	2.879	14.686	36	SEDANG
BENGGONG	137.204	103	12.506	44.948	113	SEDANG
BULANG	12.747	112	1.513	8.972	10	SEDANG
GALANG	20.814	117	2.372	14.532	46	RENDAH
LUBUK BAJA	92.817	106	9.644	26.802	81	SEDANG
NONGSA	107.446	108	9.834	39.599	63	SEDANG
SAGULUNG	238.329	106	19.059	92.861	183	SEDANG
SEI BEDUK	107.386	104	9.044	43.017	77	SEDANG
SEKUPANG	193.897	104	17.177	54.145	160	SEDANG
KOTA BATAM	1.365.266	108	118.410	462.625	1.124	SEDANG

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan hasil analisis potensi pendudukterpapar bencana di Kota Batam, terdapat 1.365.266 jiwa terpapar bahaya gempabumi dengan kelas kerentanan sedang. Nilai ini mencerminkan bahwa sebagian besar wilayah di Kota Batam memiliki karakteristik sosial yang memerlukan perhatian dalam konteks pengurangan risiko bencana, terutama karena tingginya proporsi kelompok rentan yang terdiri dari penduduk usia rentan, penduduk miskin, dan penyandang disabilitas.



Gambar 3.30 Potensi Penduduk Terpapar Gempabumi (Jiwa) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

Secara umum, kecamatan dengan jumlah penduduk terpapar terbesar adalah Sagulung (238.329 jiwa), Batam Kota (215.204 jiwa), dan Sekupang (193.897 jiwa). Ketiga kecamatan ini juga memiliki jumlah penduduk umur rentan terbanyak diantara kecamatan lainnya. Sementara itu kecamatan dengan jumlah penduduk miskin terbesar adalah Sagulung (92.861 jiwa), Sekupang (54.145 jiwa) dan Batu Aji (53.196 jiwa), sehingga menjadi salah satu fokus utama dalam strategi pengurangan risiko sosial. Hanya Kecamatan Galang yang memiliki kelas kerentanan rendah, sementara kecamatan lainnya berada pada kelas kerentanan sedang.

Tabel 3.31 Potensi Kerugian dan Kerusakan Lingkungan Akibat Gempabumi di Kota Batam

KECAMATAN	POTENSI KERUGIAN (JUTA RUPIAH)				POTENSI KERUSAKAN LINGKUNGAN (HA)		KELAS KERENTANAN
	FISIK	EKONOMI	TOTAL KERUGIAN	KELAS KERUGIAN	KERUSAKAN LINGKUNGAN	KELAS	
BATAM KOTA	-	-	-	RENDAH	-	-	RENDAH
BATU AJI	-	-	-	RENDAH	-	-	RENDAH
BATU AMPAR	-	-	-	RENDAH	-	-	RENDAH
BELAKANG PADANG	-	-	-	RENDAH	-	-	RENDAH
BENGGONG	-	-	-	RENDAH	-	-	RENDAH
BULANG	-	-	-	RENDAH	-	-	RENDAH

KECAMATAN	POTENSI KERUGIAN (JUTA RUPIAH)				POTENSI KERUSAKAN LINGKUNGAN (HA)		KELAS KERENTANAN
	FISIK	EKONOMI	TOTAL KERUGIAN	KELAS KERUGIAN	KERUSAKAN LINGKUNGAN	KELAS	
GALANG	-	-	-	RENDAH	-	-	RENDAH
LUBUK BAJA	-	-	-	RENDAH	-	-	RENDAH
NONGSA	-	-	-	RENDAH	-	-	RENDAH
SAGULUNG	-	-	-	RENDAH	-	-	RENDAH
SEI BEDUK	-	-	-	RENDAH	-	-	RENDAH
SEKUPANG	-	-	-	RENDAH	-	-	RENDAH
KOTA BATAM	-	-	-	RENDAH	-	-	RENDAH

Sumber: Hasil Analisis 2025

Hasil analisis potensi kerugian di Kota Batam menunjukkan bahwa gempabumi tidak menimbulkan potensi kerugian fisik maupun ekonomi yang signifikan sehingga berada pada kelas kerugian rendah. Begitu juga untuk kerusakan lingkungan, tidak ada dampak kerusakan lingkungan yang dinilai timbul dari gempabumi. Oleh sebab itu, kelas kerentanan Kota Batam terhadap bahaya gempabumi adalah rendah.

c. Kapasitas Gempabumi

Berdasarkan pengkajian kapasitas di Kota Batam dalam menghadapi gempabumi, maka diperoleh kelas kapasitas dalam menghadapi bahaya gempabumi. Hasil analisis kapasitas untuk bahaya gempabumi dapat dilihat pada Tabel 3.32.

Tabel 3.32 Kapasitas Kota Batam Menghadapi Bahaya Gempabumi

KECAMATAN	INDEKS KESIAPSIAGAAN	INDEKS KETAHANAN DAERAH	INDEKS KETAHANAN DAERAH TRANSFORMASI	INDEKS KAPASITAS	KELAS KAPASITAS
BATAM KOTA	0,44	0,33	0,28	0,38	SEDANG
BATU AJI	0,57	0,33	0,28	0,46	SEDANG
BATU AMPAR	0,45	0,33	0,28	0,38	SEDANG
BELAKANG PADANG	0,33	0,33	0,28	0,31	RENDAH
BENGGONG	0,43	0,33	0,28	0,37	SEDANG
BULANG	0,33	0,33	0,28	0,31	RENDAH
GALANG	0,40	0,33	0,28	0,35	SEDANG
LUBUK BAJA	0,30	0,33	0,28	0,29	RENDAH
NONGSA	0,28	0,33	0,28	0,28	RENDAH
SAGULUNG	0,34	0,33	0,28	0,32	RENDAH
SEI BEDUK	0,35	0,33	0,28	0,32	RENDAH
SEKUPANG	0,37	0,33	0,28	0,33	SEDANG
KOTA BATAM	0,38	0,33	0,28	0,34	SEDANG

Sumber: Hasil Analisis 2025

Perhitungan data pada Tabel 3.32 didasarkan pada hasil gabungan ketahanan daerah dengan kesiapsiagaan masyarakat. Kelas kapasitas kota diperoleh dari nilai rata-rata kapasitas seluruh kecamatan yang terpapar bahaya gempabumi di Kota Batam. Kecamatan Nongsa memiliki nilai kapasitas terendah dan berada pada kelas kapasitas rendah bersama dengan Kecamatan Belakang Padang, Lubuk Baja, dan Sagulung.

Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat Kecamatan Belakang Padang, Bulang, Lubuk Baja, dan Nongsa berada pada kategori rendah. Hal ini menunjukkan bahwa penduduk di ketiga kecamatan tersebut memiliki kapasitas yang rendah dalam pengetahuan kesiapsiagaan, peringatan bencana, perencanaan tanggap darurat, dan mobilisasi sumberdaya terhadap potensi bencana gempabumi.

Nilai Indeks Ketahanan Daerah Transformasi Kota Batam adalah 0,28 dan berada dalam kategori rendah (<0,33). Indeks ketahanan daerah mencerminkan kesiapan pemerintah daerah berdasarkan 71 indikator dan 7 prioritas dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana. Rendahnya nilai indeks ini mengindikasikan kurang memadainya kesiapan pemerintah daerah dalam hal kebijakan dan kelembagaan, pengkajian risiko dan perencanaan terpadu, pengembangan sistem terpadu, penanganan tematik kawasan rawan bencana, pencegahan dan mitigasi bencana, kesiapsiagaan dan penanganan darurat bencana, hingga sistem pemulihan bencana. Pemerintah daerah agar melakukan evaluasi terhadap indikator dan prioritas yang belum terpenuhi.

d. Risiko Gempabumi

Berdasarkan pengkajian bahaya, kerentanan, dan kapasitas maka dapat dianalisis kelas risiko di Kota Batam dalam menghadapi bencana gempabumi. Hasil analisis risiko untuk bencana gempabumi di Kota Batam dapat dilihat pada Tabel 3.33.

Tabel 3.33 Risiko Gempabumi di Kota Batam

KECAMATAN	BAHAYA				KELAS
	LUAS (HA)				
	RENDAH	SEDANG	TINGGI	TOTAL	
BATAM KOTA	394,74	2.737,08	-	3.131,82	SEDANG
BATU AJI	780,44	2.178,47	-	2.958,91	SEDANG
BATU AMPAR	129,16	873,99	-	1.003,14	SEDANG
BELAKANG PADANG	1.669,23	273,60	-	1.942,83	SEDANG
BENGGONG	286,24	948,43	-	1.234,67	SEDANG
BULANG	6.200,19	370,80	-	6.570,99	SEDANG
GALANG	12.234,60	452,79	-	12.687,39	RENDAH
LUBUK BAJA	108,82	688,39	-	797,21	SEDANG
NONGSA	3.139,65	2.528,64	-	5.668,29	SEDANG
SAGULUNG	1.594,27	2.199,90	-	3.794,17	SEDANG

KECAMATAN	BAHAYA				
	LUAS (HA)				KELAS
	RENDAH	SEDANG	TINGGI	TOTAL	
SEI BEDUK	6.012,18	1.162,80	-	7.174,98	RENDAH
SEKUPANG	1.618,29	1.868,85	-	3.487,14	SEDANG
KOTA BATAM	34.167,80	16.283,74	-	50.451,54	SEDANG

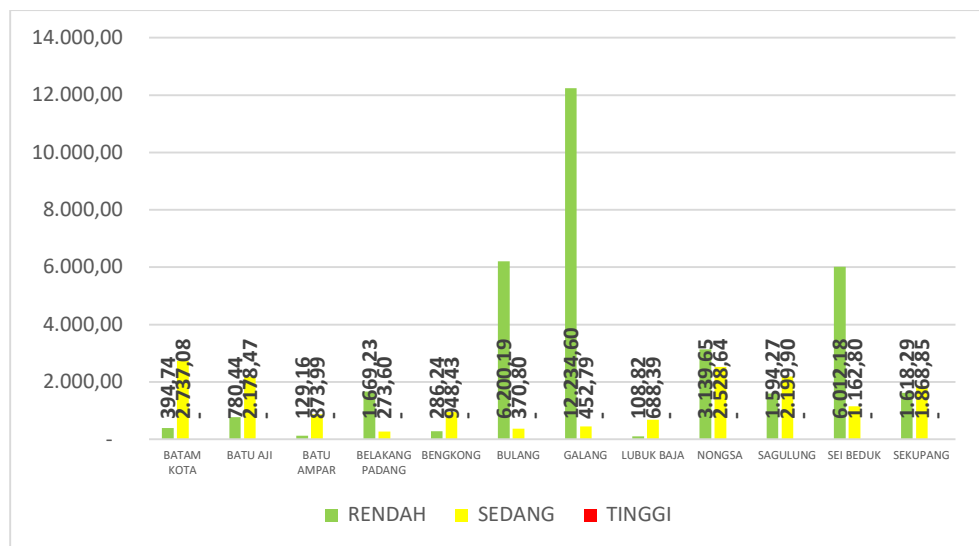
Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel di atas, Kota Batam memiliki total luas risiko gempa bumi sebesar 50.451,54 hektar dengan kelas risiko sedang. Hampir seluruh kecamatan berada pada kategori risiko sedang, kecuali Kecamatan Galang dan Sei Beduk yang berada pada kelas risiko rendah.

Kecamatan dengan total luas risiko terbesar adalah Galang dengan 12.234,60 hektar, diikuti oleh Bulang seluas 6.570,99 hektar, dan Sei Beduk seluas 7.174,98 hektar. Sementara itu, kecamatan seperti Batam Kota, Batu Aji, Nongsa, Sagulung, serta Sekupang memiliki luas risiko berkisar antara 3.000 hingga 5.600 hektar.

Pada luasan dalam kelas risiko sedang, nilai terbesar terdapat di Kecamatan Batam Kota dengan 2.737,08 hektar, disusul Batu Aji (2.178,47 ha) dan Nongsa (2.528,64 ha). Sementara kelas risiko rendah memiliki luasan terbesar di Kecamatan Galang (12.234,60 ha) dan Sei Beduk (6.012,18 ha).

Secara keseluruhan, pola risiko menunjukkan bahwa meskipun beberapa kecamatan memiliki luasan risiko rendah yang cukup besar, total akumulasi wilayah terdampak menempatkan Kota Batam pada kelas risiko sedang untuk bahaya gempa bumi.



Gambar 3.31 Potensi Risiko Gempabumi (Ha) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

3.3.5. Kebakaran Hutan dan Lahan

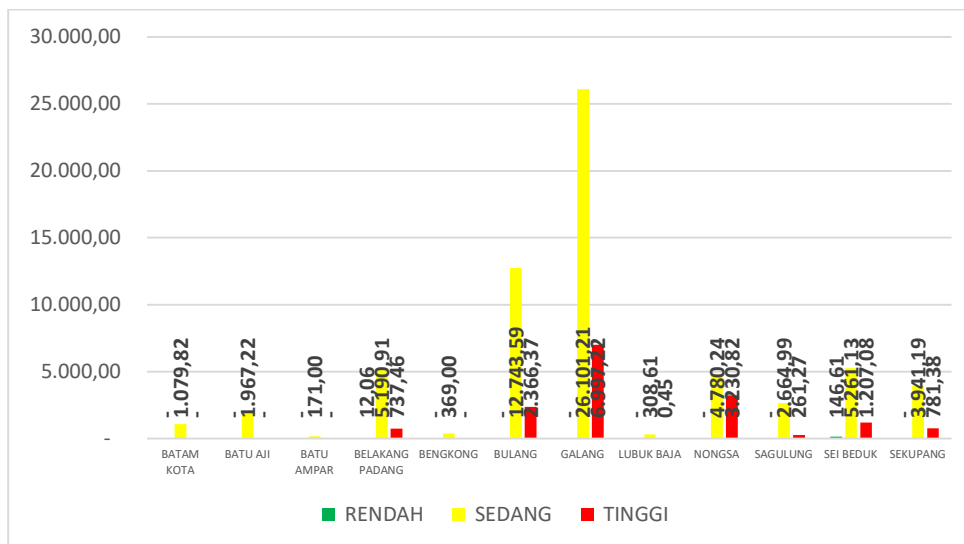
a. Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan

Menurut Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.12/Menhut-II/2009, Kebakaran Hutan dan Lahan (Karhutla) diartikan sebagai peristiwa terbakarnya kawasan hutan yang menyebabkan kerusakan sumber daya kehutanan serta menimbulkan kerugian ekonomi dan ekologis. Dampak negatif Karhutla tidak hanya terbatas pada degradasi lingkungan dan hilangnya fungsi ekosistem, tetapi juga berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan bagi masyarakat akibat pencemaran udara dari asap kebakaran. Mengingat luasnya dampak yang dapat ditimbulkan, diperlukan langkah-langkah pengendalian yang terencana dan sistematis untuk meminimalkan risikonya. Salah satu tahapan penting dalam pengendalian tersebut adalah penyusunan kajian komprehensif mengenai potensi dan klasifikasi tingkat bahaya Karhutla. Berdasarkan penerapan parameter yang relevan, hasil analisis mengenai potensi luas dan kelas bahaya Karhutla di Kota Batam disajikan pada bagian berikut.

Tabel 3.34 Potensi Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan di Kota Batam

KECAMATAN	BAHAYA				KELAS
	LUAS (HA)				
	RENDAH	SEDANG	TINGGI	TOTAL	
BATAM KOTA	-	1.079,82	-	1.079,82	SEDANG
BATU AJI	-	1.967,22	-	1.967,22	SEDANG
BATU AMPAR	-	171,00	-	171,00	SEDANG
BELAKANG PADANG	12,06	5.190,91	737,46	5.940,43	SEDANG
BENGGONG	-	369,00	-	369,00	SEDANG
BULANG	-	12.743,59	2.366,37	15.109,96	TINGGI
GALANG	-	26.101,21	6.997,22	33.098,43	TINGGI
LUBUK BAJA	-	308,61	0,45	309,06	SEDANG
NONGSA	-	4.780,24	3.230,82	8.011,06	TINGGI
SAGULUNG	-	2.664,99	261,27	2.926,26	SEDANG
SEI BEDUK	146,61	5.261,13	1.207,08	6.614,82	TINGGI
SEKUPANG	-	3.941,19	781,38	4.722,57	TINGGI
KOTA BATAM	158,67	64.578,91	15582,05	80.319,63	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025



Gambar 3.32 Potensi Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan (Ha) Kota Batam

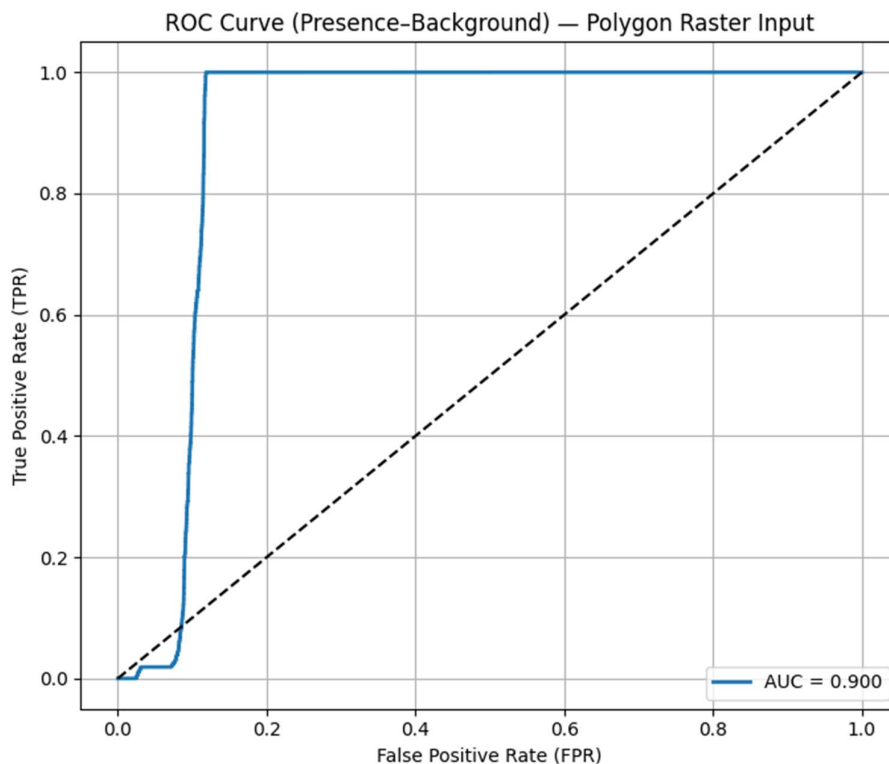
Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel di atas, hasil analisis bahaya kebakaran hutan dan lahan di Kota Batam menunjukkan bahwa sebagian besar kecamatan berada pada kategori bahaya sedang, sementara beberapa wilayah dengan tutupan vegetasi luas dan kondisi bahan bakar alami yang tinggi masuk dalam kategori bahaya tinggi. Secara keseluruhan, total luas wilayah yang berpotensi terdampak karhutla di Kota Batam mencapai 80.319,63 hektar, dengan dominasi kelas bahaya tinggi pada tingkat kota.

Kecamatan Galang merupakan wilayah dengan bahaya karhutla terbesar, yaitu 33.098,43 hektar, terdiri atas kelas sedang dan tinggi. Wilayah ini memiliki bentang hutan, semak belukar, dan lahan kering yang luas, sehingga sangat rentan terhadap penyulutan api, baik akibat musim kemarau, aktivitas manusia, maupun rambatan api dari lahan terbuka. Diikuti oleh Bulang dengan 15.109,96 hektar dan Sei Beduk seluas 6.614,82 hektar, yang juga masuk kategori bahaya tinggi karena kombinasi vegetasi kering, akses pemadaman terbatas, serta keberadaan kantong-kantong lahan gambut dangkal di beberapa lokasi. Kecamatan Nongsa dan Sekupang juga tergolong bahaya tinggi, masing-masing dengan luas terdampak 8.011,06 hektar dan 4.722,57 hektar. Kedua wilayah ini memiliki kawasan hutan kota, ruang hijau yang luas, dan lahan terbuka yang pada musim kemarau mudah kehilangan kelembapannya, sehingga memperbesar potensi terjadinya karhutla.

Sementara itu, kecamatan perkotaan seperti Batam Kota, Batu Aji, Batu Ampar, Bengkong, Lubuk Baja, dan Sagulung berada pada kategori bahaya sedang, dengan luasan antara 171 hingga 2.926 hektar. Meskipun tidak termasuk kategori tinggi, wilayah-wilayah ini memiliki risiko kebakaran yang dipengaruhi aktivitas manusia, seperti

pembukaan lahan, pembakaran sampah, dan kedekatan permukiman dengan ruang terbuka hijau.



Gambar 3.33 Validasi Peta Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan metode ROC Curve, diperoleh nilai AUC sebesar **0,900** yang menunjukkan tingkat kinerja model pada kategori sangat baik. Hasil ini mengonfirmasi bahwa model memiliki kemampuan klasifikasi yang sangat tinggi dalam memisahkan wilayah rawan dan tidak rawan terhadap kebakaran hutan dan lahan. Dengan demikian, peta bahaya kebakaran hutan dan lahan dinyatakan layak digunakan sebagai input dalam analisis risiko banjir di Kota Batam.

b. Kerentanan Kebakaran Hutan dan Lahan

Kajian kerentanan bahaya kebakaran hutan dan lahan dilakukan untuk mengetahui potensi kerugian dan kerusakan lingkungan akibat bahaya kebakaran hutan dan lahan di Kota Batam. Kebakaran hutan dan lahan tidak menimbulkan potensi penduduk terpapar karena jenis bahaya ini tidak terdapat pada permukiman penduduk. Secara rinci, besaran potensi kerugian dan kerusakan lingkungan akibat kebakaran hutan dan lahan dapat dilihat pada Tabel 3.35 di bawah ini

Tabel 3.35 Potensi Kerugian dan Kerusakan Lingkungan Akibat Kebakaran Hutan dan Lahan di Kota Batam

KECAMATAN	POTENSI KERUGIAN (JUTA RUPIAH)				POTENSI KERUSAKAN LINGKUNGAN (HA)		KELAS KERENTANAN
	FISIK	EKONOMI	TOTAL KERUGIAN	KELAS KERUGIAN	KERUSAKAN LINGKUNGAN	KELAS	
BATAM KOTA	-	119,34	119,34	RENDAH	16	RENDAH	RENDAH
BATU AJI	-	62.364,24	62.364,24	SEDANG	1.744	TINGGI	TINGGI
BATU AMPAR	-	0	0	RENDAH	42	SEDANG	SEDANG
BELAKANG PADANG	-	226.209,46	226.209,46	SEDANG	2.920	TINGGI	TINGGI
BENGGONG	-	509.797,71	509.797,71	SEDANG	7.628	TINGGI	TINGGI
BULANG	-	322,22	322,22	SEDANG	101	SEDANG	SEDANG
GALANG	-	103.002,58	103.002,58	SEDANG	2.432	TINGGI	TINGGI
LUBUK BAJA	-	30.205,02	30.205,02	SEDANG	386	TINGGI	TINGGI
NONGSA	-	137.256,21	137.256,21	SEDANG	1.209	TINGGI	TINGGI
SAGULUNG	-	40.915,81	40.915,81	SEDANG	1.443	TINGGI	TINGGI
KOTA BATAM	-	1.110.192,58	1.110.192,58	SEDANG	17.921,00	TINGGI	TINGGI

Hasil analisis potensi kerugian di Kota Batam menunjukkan bahwa kebakaran hutan dan lahan tidak menimbulkan potensi kerugian fisik. Total kerugian ekonomi akibat kebakaran hutan dan lahan sebesar 1,110 miliar rupiah. Kecamatan dengan kerugian ekonomi tertinggi adalah Kecamatan Galang (509,797 miliar rupiah), Bulang (226,209 miliar rupiah), dan Sei Beduk (137,256 miliar rupiah).

Kebakaran hutan dan lahan berpotensi menimbulkan dampak terhadap 17.921 hektar lahan di Kota Batam. Kecamatan dengan total luas terbesar yang terdampak kebakaran hutan dan lahan adalah Kecamatan Galang (7.628 hektar), Bulang (2.920 hektar), dan Nongsa (2.432 hektar).

Berdasarkan hasil potensi kerugian dan kerusakan lingkungan yang ada, maka Kota Batam memiliki kelas kerentanan tinggi. Kecamatan Belakang Padang, Bulang, Galang, Nongsa, Sagulung, Sei Beduk, dan Sekupang turut memiliki kelas kerentanan tinggi.

c. Kapasitas Kebakaran Hutan dan Lahan

Berdasarkan pengkajian kapasitas di Kota Batam dalam menghadapi kebakaran hutan dan lahan, maka diperoleh kelas kapasitas dalam menghadapi bahaya kebakaran hutan dan lahan. Hasil analisis kapasitas untuk bahaya kebakaran hutan dan lahan dapat dilihat pada Tabel 3.36.

Tabel 3.36 Kapasitas Kota Batam Menghadapi Bahaya Kebakaran Hutan dan Lahan

KECAMATAN	INDEKS KESIAPSIAGAAN	INDEKS KETAHANAN DAERAH	INDEKS KETAHANAN DAERAH TRANSFORMASI	INDEKS KAPASITAS	KELAS KAPASITAS
BATAM KOTA	0,44	0,33	0,28	0,37	SEDANG
BATU AJI	0,63	0,33	0,28	0,49	SEDANG
BATU AMPAR	0,40	0,33	0,28	0,35	SEDANG
BELAKANG PADANG	0,36	0,33	0,28	0,33	SEDANG
BENGGONG	0,38	0,33	0,28	0,34	SEDANG
BULANG	0,33	0,33	0,28	0,31	RENDAH
GALANG	0,41	0,33	0,28	0,36	SEDANG
LUBUK BAJA	0,31	0,33	0,28	0,30	RENDAH
NONGSA	0,33	0,33	0,28	0,31	RENDAH
SAGULUNG	0,29	0,33	0,28	0,28	RENDAH
SEI BEDUK	0,51	0,33	0,28	0,42	SEDANG
SEKUPANG	0,42	0,33	0,28	0,36	SEDANG
Koat Batam	0,40	0,33	0,28	0,35	SEDANG

Sumber: Hasil Analisis 2025

Perhitungan data pada Tabel 3.36 didasarkan pada hasil gabungan ketahanan daerah dengan kesiapsiagaan masyarakat. Kelas kapasitas kota diperoleh dari nilai rata-rata kapasitas seluruh kecamatan yang terpapar bahaya kebakaran hutan dan lahan di Kota Batam. Kecamatan Bulang, Lubuk Raja, Nongsa, dan Sagulung memiliki kelas kapasitas rendah, sementara kecamatan lainnya berada pada kelas kapasitas sedang.

Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat Kecamatan Bulang, Lubuk Baja, Nongsa, dan Sagulung berada pada kategori rendah. Hal ini menunjukkan bahwa penduduk di ketiga kecamatan tersebut memiliki kapasitas yang rendah dalam pengetahuan kesiapsiagaan, peringatan bencana, perencanaan tanggap darurat, dan mobilisasi sumberdaya terhadap potensi bencana kebakaran hutan dan lahan.

Nilai Indeks Ketahanan Daerah Transformasi Kota Batam adalah 0,32 dan berada dalam kategori rendah (<0,33). Indeks ketahanan daerah mencerminkan kesiapan pemerintah daerah berdasarkan 71 indikator dan 7 prioritas dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana. Rendahnya nilai indeks ini mengindikasikan kurang memadainya kesiapan pemerintah daerah dalam hal kebijakan dan kelembagaan, pengkajian risiko dan perencanaan terpadu, pengembangan sistem terpadu, penanganan tematik kawasan rawan bencana, pencegahan dan mitigasi bencana, kesiapsiagaan dan penanganan darurat bencana, hingga sistem pemulihan bencana. Pemerintah daerah agar melakukan evaluasi terhadap indikator dan prioritas yang belum terpenuhi.

d. Risiko Kebakaran Hutan dan Lahan

Berdasarkan pengkajian bahaya, kerentanan, dan kapasitas maka dapat dianalisis kelas risiko di Kota Batam dalam menghadapi bencana kebakaran hutan dan lahan. Hasil analisis risiko untuk bencana kebakaran hutan dan lahan di Kota Batam dapat dilihat pada Tabel 3.37.

Tabel 3.37 Risiko Kebakaran Hutan dan Lahan di Kota Batam

KECAMATAN	BAHAYA				KELAS
	LUAS (HA)			TOTAL	
	RENDAH	SEDANG	TINGGI		
BATAM KOTA	925,20	154,62	-	1.079,82	RENDAH
BATU AJI	812,25	1.154,97	-	1.967,22	SEDANG
BATU AMPAR	171,00	-	-	171,00	RENDAH
BELAKANG PADANG	3.381,79	1.297,90	1.260,74	5.940,43	RENDAH
BENGGONG	369,00	-	-	369,00	RENDAH
BULANG	6.019,18	6.451,71	2.639,07	15.109,96	TINGGI
GALANG	12.121,58	16.394,32	4.582,53	33.098,43	TINGGI
LUBUK BAJA	251,37	57,69	-	309,06	RENDAH
NONGSA	4.688,01	1.841,83	1.481,22	8.011,06	RENDAH
SAGULUNG	1.629,45	702,54	594,27	2.926,26	RENDAH
SEI BEDUK	1.894,41	4.699,53	20,88	6.614,82	SEDANG
SEKUPANG	2.191,32	2.256,30	274,95	4.722,57	SEDANG
KOTA BATAM	34.454,57	35.011,40	10.853,66	80.319,63	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025

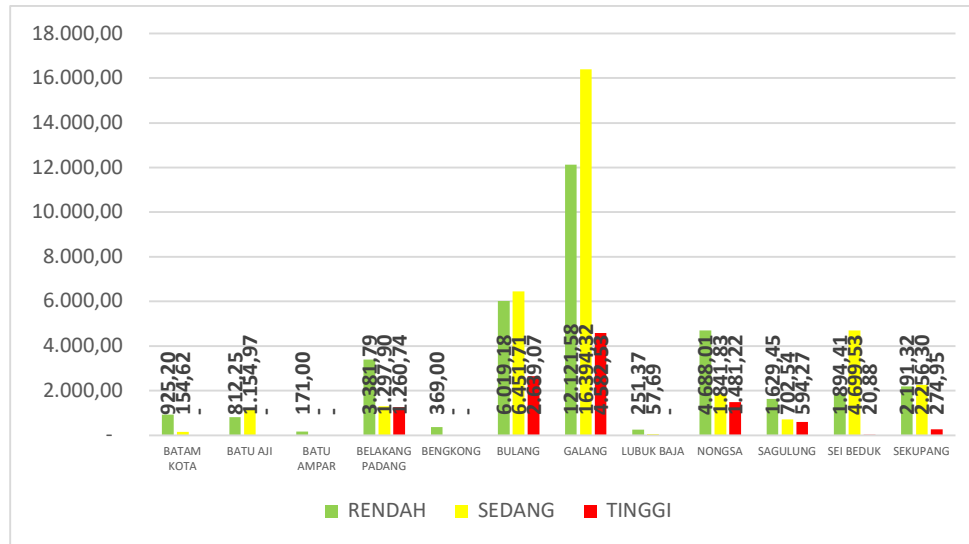
Berdasarkan tabel di atas, total luas risiko kebakaran hutan dan lahan di Kota Batam mencapai 80.319,63 hektar dengan kelas risiko tinggi. Risiko tersebar di seluruh kecamatan dengan variasi kelas rendah, sedang, hingga tinggi.

Kecamatan dengan total luas risiko tertinggi adalah Galang seluas 33.098,43 hektar, diikuti oleh Bulang dengan 15.109,96 hektar, yang keduanya berada dalam kelas risiko tinggi. Kedua kecamatan ini juga memiliki nilai risiko tertinggi pada kelas sedang dan tinggi dengan luasan masing-masing 16.394,32 ha (Galang) dan 6.451,71 ha (Bulang).

Kecamatan lain yang memiliki risiko cukup besar adalah Sei Beduk dengan total 6.614,82 hektar dan Nongsa seluas 8.011,06 hektar, meskipun keduanya berada dalam kelas risiko sedang dan rendah. Kecamatan Sekupang (4.722,57 ha) dan Belakang Padang (5.940,43 ha) juga menyumbang luas risiko yang cukup tinggi, namun masuk dalam kategori risiko rendah atau sedang.

Pada kelas risiko tinggi, nilai terbesar berada di Kecamatan Galang (4.582,53 ha) dan Bulang (2.639,07 ha), sementara kecamatan lainnya memiliki luasan risiko tinggi yang relatif kecil atau tidak terdapat kelas tinggi sama sekali.

Secara keseluruhan, hasil perhitungan menunjukkan bahwa Kota Batam berada pada kelas risiko tinggi untuk bahaya kebakaran hutan dan lahan, terutama disebabkan oleh akumulasi luas risiko di kecamatan Galang dan Bulang yang sangat besar bila dibandingkan dengan wilayah lainnya.



Gambar 3.34 Potensi Risiko Kebakaran Hutan dan Lahan (Ha) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

3.3.6. Kekeringan

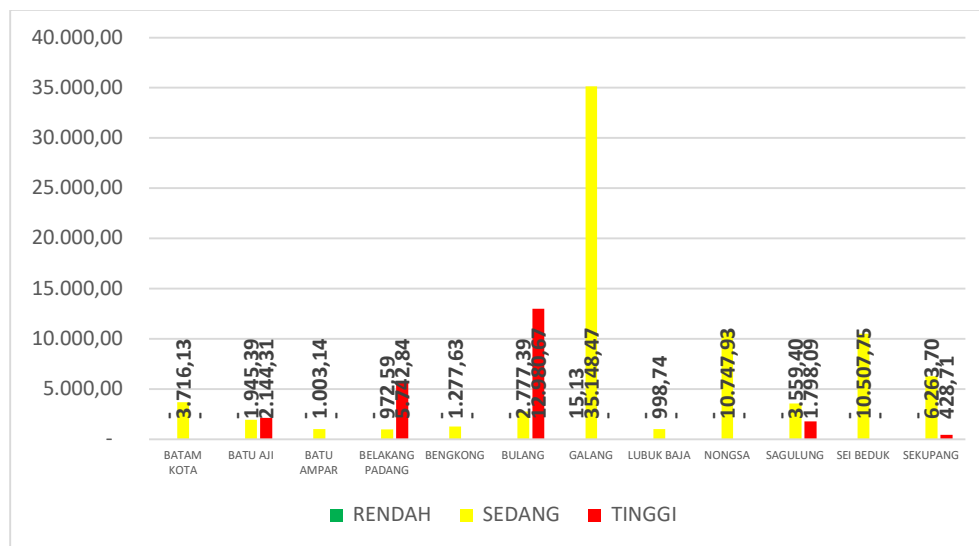
a. Bahaya Kekeringan

Kekeringan merupakan salah satu jenis bahaya yang dapat menimbulkan kerusakan dan kerugian yang signifikan, serta berpotensi berkembang menjadi bencana dengan dampak luas pada aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan apabila tidak dikelola secara efektif. Oleh karena itu, upaya pencegahan dan penanganan yang tepat menjadi sangat penting, salah satunya melalui pelaksanaan kajian bahaya kekeringan secara komprehensif. Kajian ini dilakukan dengan menganalisis parameter utama, yaitu faktor meteorologi seperti curah hujan dan suhu, serta kapasitas tanah dalam menyimpan air, untuk menentukan wilayah yang berpotensi terdampak. Berdasarkan penerapan parameter-parameter tersebut, hasil analisis mengenai potensi luas dan tingkat bahaya kekeringan di Kota Batam disajikan pada bagian berikut.

Tabel 3.38 Potensi Bahaya Kekeringan di Kota Batam

KECAMATAN	BAHAYA				KELAS
	LUAS (HA)			TOTAL	
	RENDAH	SEDANG	TINGGI		
BATAM KOTA	-	3.716,13	-	3.716,13	SEDANG
BATU AJI	-	1.945,39	2.144,31	4.089,70	TINGGI
BATU AMPAR	-	1.003,14	-	1.003,14	SEDANG
BELAKANG PADANG	-	972,59	5.742,84	6.715,43	TINGGI
BENGGONG	-	1.277,63	-	1.277,63	SEDANG
BULANG	-	2.777,39	12.980,67	15.758,06	TINGGI
GALANG	15,13	35.148,47	-	35.163,60	SEDANG
LUBUK BAJA	-	998,74	-	998,74	SEDANG
NONGSA	-	10.747,93	-	10.747,93	SEDANG
SAGULUNG	-	3.559,40	1.798,09	5.357,49	TINGGI
SEI BEDUK	-	10.507,75	-	10.507,75	SEDANG
SEKUPANG	-	6.263,70	428,71	6.692,41	SEDANG
KOTA BATAM	15,13	78.918,26	23.094,61	102.028,00	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025



Gambar 3.35 Potensi Bahaya Kekeringan (Ha) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel di atas, hasil analisis bahaya kekeringan di Kota Batam yang diperoleh dari analisis curah hujan menunjukkan bahwa wilayah kota memiliki tingkat bahaya yang bervariasi, mulai dari sedang hingga tinggi, dengan total luas terdampak mencapai 102.028 hektar. Kecamatan dengan kelas bahaya tinggi adalah Kecamatan Batu Aji, Belakang Padang, Bulang, dan Sagulung.

Kecamatan Bulang dan Belakang Padang menjadi wilayah dengan bahaya kekeringan paling signifikan, masing-masing dengan luas terdampak 15.758,06 hektar dan 6.715,43 hektar, didominasi oleh kelas bahaya tinggi. Kondisi ini dipengaruhi oleh pola curah hujan tahunan yang lebih rendah dibanding kecamatan lain, serta distribusi hujan yang tidak merata pada musim kemarau.

Kecamatan Batu Aji dan Sagulung juga termasuk dalam kategori bahaya tinggi, dengan luas wilayah terdampak masing-masing 4.089,70 hektar dan 5.357,49 hektar. Kedua wilayah ini mengalami periode kering lebih panjang berdasarkan analisis curah hujan bulanan, sehingga meningkatkan risiko kekeringan meteorologis, terutama pada puncak musim kemarau.

Beberapa kecamatan lain seperti Batam Kota, Batu Ampar, Bengkong, Lubuk Baja, Sei Beduk, Sekupang, Nongsa, dan Galang berada pada kategori bahaya sedang, dengan luasan terdampak antara 998 hingga 35.163 hektar. Meskipun tidak masuk kategori tinggi, wilayah-wilayah ini tetap mengalami penurunan curah hujan yang cukup signifikan pada sejumlah bulan, sehingga berpotensi mengalami kekeringan apabila musim kemarau berlangsung lebih panjang dari normal.

Kecamatan Galang merupakan wilayah terdampak terbesar dengan total 35.163,60 hektar, namun tetap diklasifikasikan sebagai bahaya sedang karena curah hujan tahunan di wilayah ini relatif lebih stabil dibanding kecamatan lain yang masuk kategori tinggi..

b. Kerentanan Kekeringan

Kajian kerentanan bahaya kekeringan dilakukan untuk mengetahui potensi penduduk terpapar dan potensi kerugian akibat bahaya kekeringan di Kota Batam. Kajian tersebut dikelompokkan berdasarkan kelas penduduk yang terpapar dan kelas kerugian (rupiah dan lingkungan) akibat bahaya kekeringan secara keseluruhan. Secara rinci potensi penduduk terpapar dan kerugian bahaya kekeringan di Kota Batam dapat dilihat pada Tabel 3.39 dan Tabel 3.40.

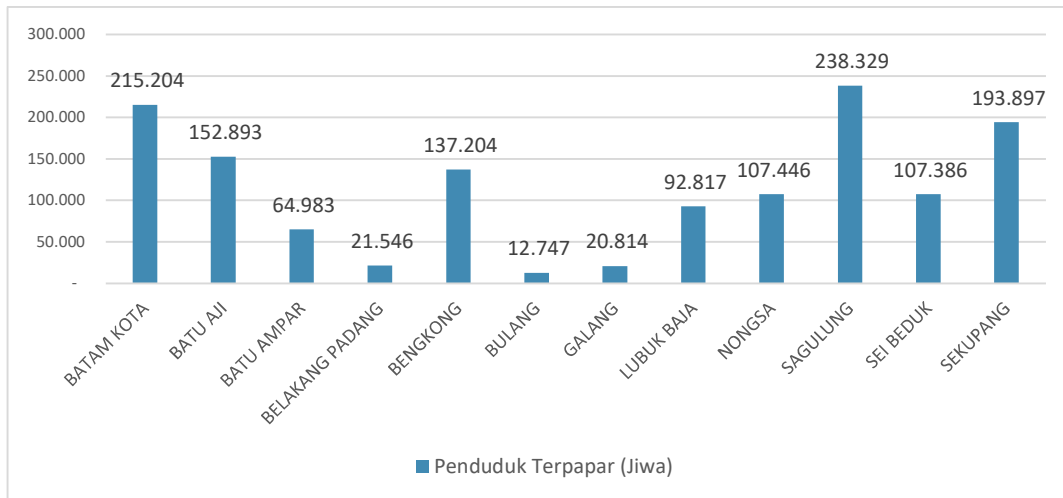
Tabel 3.39 Potensi Penduduk Terpapar Kekeringan (Jiwa)

KECAMATAN	POTENSI PENDUDUK TERPAPAR (JIWA)					KELAS
	PENDUDUK	KELOMPOK RENTAN				
		RASIO JENIS KELAMIN	UMUR RENTAN	PENDUDUK MISKIN		
BATAM KOTA	215.204	102	17.313	44.701	214	SEDANG
BATU AJI	152.893	107	11.312	53.196	88	SEDANG
BATU AMPAR	64.983	108	5.757	25.166	53	SEDANG
BELAKANG PADANG	21.546	110	2.879	14.686	36	SEDANG
BENKONG	137.204	103	12.506	44.948	113	SEDANG

KECAMATAN	POTENSI PENDUDUK TERPAPAR (JIWA)					KELAS
	PENDUDUK	KELOMPOK RENTAN				
		RASIO JENIS KELAMIN	UMUR RENTAN	PENDUDUK MISKIN	PENDUDUK DISABILITAS	
BULANG	12.747	112	1.513	8.972	10	SEDANG
GALANG	20.814	117	2.372	14.532	46	RENDAH
LUBUK BAJA	92.817	106	9.644	26.802	81	SEDANG
NONGSA	107.446	108	9.834	39.599	63	SEDANG
SAGULUNG	238.329	106	19.059	92.861	183	SEDANG
SEI BEDUK	107.386	104	9.044	43.017	77	SEDANG
SEKUPANG	193.897	104	17.177	54.145	160	SEDANG
KOTA BATAM	1.365.266	108	118.410	462.625	1124	SEDANG

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan hasil analisis potensi penduduk terpapar bencana di Kota Batam, terdapat 1.365.266 jiwa terpapar bahaya kekeringan dengan kelas kerentanan sedang. Nilai ini mencerminkan bahwa sebagian besar wilayah di Kota Batam memiliki karakteristik sosial yang memerlukan perhatian dalam konteks pengurangan risiko bencana, terutama karena tingginya proporsi kelompok rentan yang terdiri dari penduduk usia rentan, penduduk miskin, dan penyandang disabilitas.



Gambar 3.36 Potensi Penduduk Terpapar Kekeringan (Jiwa) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

Secara umum, kecamatan dengan jumlah penduduk terbesar adalah Sagulung (238.329 jiwa), Batam Kota (214.774 jiwa), dan Sekupang (189.989 jiwa). Ketiga kecamatan tersebut juga memiliki jumlah penduduk umur rentan terbanyak diantara kecamatan lainnya. Sementara itu kecamatan dengan jumlah penduduk miskin terbesar adalah Sagulung (92.861 jiwa), Sekupang (54.145 jiwa) dan Batu Aji (53.196 jiwa), sehingga menjadi salah satu fokus utama dalam strategi pengurangan risiko sosial. Hanya

Kecamatan Galang yang memiliki kelas kerentanan rendah, sementara kecamatan lainnya berada pada kelas kerentanan sedang.

Tabel 3.40 Potensi Kerugian dan Kerusakan Lingkungan Kekeringan di Kota Batam

KECAMATAN	POTENSI KERUGIAN (JUTA RUPIAH)				POTENSI KERUSAKAN LINGKUNGAN (HA)		KELAS KERENTANAN
	FISIK	EKONOMI	TOTAL KERUGIAN	KELAS KERUGIAN	KERUSAKAN LINGKUNGAN	KELAS	
BATAM KOTA	-	3.428,05	3.428,05	SEDANG	232	TINGGI	TINGGI
BATU AJI	-	16.367,52	16.367,52	SEDANG	804	TINGGI	TINGGI
BATU AMPAR	-	119,34	119,34	RENDAH	16	RENDAH	SEDANG
BELAKANG PADANG	-	90.367,43	90.367,43	SEDANG	3,076	TINGGI	TINGGI
BENKONG	-	53,70	53,70	RENDAH	38	SEDANG	SEDANG
BULANG	-	335.543,04	335.543,04	SEDANG	4.696	TINGGI	TINGGI
GALANG	-	361.684,52	361.684,52	SEDANG	6.125	TINGGI	SEDANG
LUBUK BAJA	-	322,22	322,22	SEDANG	99	SEDANG	SEDANG
NONGSA	-	61.382,66	61.382,66	SEDANG	1.519	TINGGI	TINGGI
SAGULUNG	-	32.203,97	32.203,97	SEDANG	512	TINGGI	TINGGI
SEI BEDUK	-	99.684,92	99.684,92	SEDANG	1.217	TINGGI	TINGGI
SEKUPANG	-	31.759,43	31.759,43	SEDANG	1.368	TINGGI	TINGGI
Kota Batam	-	1.032.916,78	1.032.916,78	SEDANG	19.702,00	TINGGI	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025

Hasil analisis potensi kerugian di Kota Batam menunjukkan bahwa nilai total kerugian ekonomi akibat kekeringan mencapai 1,032 triliun rupiah, dengan kelas kerentanan berada pada kategori sedang. Kerugian terbesar berasal dari Kecamatan Galang (361,684 miliar rupiah), Bulang (335,543 miliar rupiah), dan Sei Beduk (99,684 miliar rupiah).

Pada aspek kerusakan lingkungan, luas lahan yang berpotensi terdampak kekeringan sebesar 19.702 hektar dengan kelas kerentanan tinggi. Kecamatan Galang, Bulang dan Belakang Padang memiliki potensi lahan terbesar yang terdampak kerusakan lingkungan akibat kekeringan.

Berdasarkan aspek potensi penduduk terpapar, kerugian dan kerusakan lingkungan, maka Kota Batam memiliki kelas kerentanan tinggi untuk bahaya kekeringan. Hanya Kecamatan Batu Ampar, Bengkong, Galang dan Lubuk Baja yang memiliki kelas kerentanan sedang, sementara kecamatan lainnya berada pada kelas kerentanan tinggi.

c. Kapasitas Kekeringan

Perhitungan kapasitas kekeringan pada tabel berikut didasarkan pada penggabungan nilai Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat, Indeks Ketahanan Daerah, dan Indeks Ketahanan Daerah Transformasi. Rata-rata indeks kapasitas Kota Batam adalah 0,31, sehingga kapasitas kekeringan pada tingkat kota berada pada kategori rendah.

Tabel 3.41 Kapasitas Kota Batam Menghadapi Bahaya Kekeringan

KECAMATAN	INDEKS KESIAPSIAGAAN	INDEKS KETAHANAN DAERAH	INDEKS KETAHANAN DAERAH TRANSFORMASI	INDEKS KAPASITAS	KELAS KAPASITAS
BATAM KOTA	0,34	0,33	0,28	0,32	RENDAH
BATU AJI	0,48	0,33	0,28	0,40	SEDANG
BATU AMPAR	0,34	0,33	0,28	0,32	RENDAH
BELAKANG PADANG	0,29	0,33	0,28	0,29	RENDAH
BENGGONG	0,32	0,33	0,28	0,30	RENDAH
BULANG	0,30	0,33	0,28	0,29	RENDAH
GALANG	0,33	0,33	0,28	0,31	RENDAH
LUBUK BAJA	0,30	0,33	0,28	0,29	RENDAH
NONGSA	0,23	0,33	0,28	0,25	RENDAH
SAGULUNG	0,24	0,33	0,28	0,26	RENDAH
SEI BEDUK	0,26	0,33	0,28	0,27	RENDAH
SEKUPANG	0,27	0,33	0,28	0,27	RENDAH
KOTA BATAM	0,31	0,33	0,28	0,30	RENDAH

Sumber: Hasil Analisis 2025

Sebagian besar kecamatan di Kota Batam juga berada pada kelas kapasitas rendah untuk bahaya kekeringan. Hanya Kecamatan Batam Kota dan Batu Aji yang memiliki kelas kapasitas sedang, sementara kecamatan lainnya memiliki kelas kapasitas rendah.

Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat Kecamatan Belakang Padang, Bengkong, Galang, Lubuk Baja, Nongsa, Sagulung, Sei Beduk dan Sekupang berada pada kategori rendah. Hal ini menunjukkan bahwa penduduk di ketiga kecamatan tersebut memiliki kapasitas yang rendah dalam pengetahuan kesiapsiagaan, peringatan bencana, perencanaan tanggap darurat, dan mobilisasi sumberdaya terhadap potensi kekeringani.

Nilai Indeks Ketahanan Daerah Transformasi Kota Batam adalah 0,28 dan berada dalam kategori rendah (<0,33). Indeks ketahanan daerah mencerminkan kesiapan pemerintah daerah berdasarkan 71 indikator dan 7 prioritas dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana. Rendahnya nilai indeks ini mengindikasikan kurang memadainya kesiapan pemerintah daerah dalam hal kebijakan dan kelembagaan, pengkajian risiko dan perencanaan terpadu, pengembangan sistem terpadu, penanganan tematik kawasan rawan bencana, pencegahan dan mitigasi bencana, kesiapsiagaan dan penanganan darurat bencana, hingga sistem pemulihan bencana. Pemerintah daerah agar melakukan evaluasi terhadap indikator dan prioritas yang belum terpenuhi.

d. Risiko Kekeringan

Berdasarkan pengkajian bahaya, kerentanan, dan kapasitas maka dapat dianalisis kelas risiko di Kota Batam dalam menghadapi bencana kekeringan. Hasil analisis risiko untuk bencana kekeringan di Kota Batam dapat dilihat pada Tabel 3.42.

Tabel 3.42 Risiko Kekeringan di Kota Batam

KECAMATAN	BAHAYA				KELAS
	LUAS (HA)				
	RENDAH	SEDANG	TINGGI	TOTAL	
BATAM KOTA	982,06	2.340,92	393,15	3.716,13	TINGGI
BATU AJI	809,37	3.280,33	-	4.089,70	SEDANG
BATU AMPAR	155,02	848,13	-	1.003,14	SEDANG
BELAKANG PADANG	3.695,23	1.751,88	1.268,33	6.715,43	SEDANG
BENGGONG	350,12	845,15	82,37	1.277,63	TINGGI
BULANG	6.337,27	5.617,76	3.803,02	15.758,06	TINGGI
GALANG	13.376,18	21.787,42	-	35.163,60	SEDANG
LUBUK BAJA	335,28	333,63	329,83	998,74	TINGGI
NONGSA	4.879,30	5.868,63	-	10.747,93	SEDANG
SAGULUNG	1.940,10	1.617,40	1.799,98	5.357,49	TINGGI
SEI BEDUK	4.666,04	5.326,26	515,45	10.507,75	TINGGI
SEKUPANG	2.406,34	3.703,79	582,28	6.692,41	TINGGI
KOTA BATAM	39.932,30	53.321,29	8.774,41	102.028,00	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025

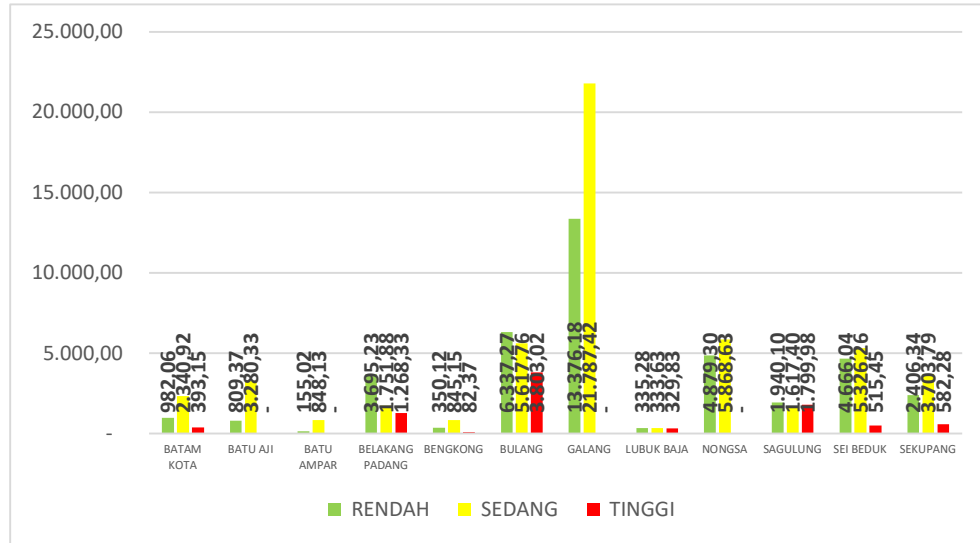
Berdasarkan tabel di atas, total luas risiko kekeringan di Kota Batam mencapai 102.028,00 hektar dan berada pada kelas risiko tinggi. Risiko tersebar pada seluruh kecamatan dengan variasi kelas rendah, sedang, dan tinggi.

Kecamatan dengan total luas risiko terbesar adalah Galang dengan 35.163,60 hektar, diikuti oleh Bulang seluas 15.758,06 hektar, serta Sei Beduk dengan 10.507,75 hektar. Ketiga kecamatan tersebut memberikan kontribusi terbesar terhadap luasan risiko kekeringan di Kota Batam.

Kecamatan dengan risiko tinggi terbesar adalah Bulang dengan 3.803,02 hektar, diikuti oleh Sagulung sebesar 1.799,98 hektar, Sekupang sebesar 582,28 hektar, dan Sei Beduk sebesar 515,45 hektar. Di sisi lain, Kecamatan Batam Kota dan Bengkong juga memiliki luasan risiko tinggi, masing-masing 393,15 hektar dan 82,37 hektar.

Beberapa kecamatan berada pada kelas risiko tinggi secara keseluruhan, yaitu Batam Kota, Bengkong, Bulang, Lubuk Baja, Sagulung, Sei Beduk, dan Sekupang. Kecamatan lainnya berada pada kelas risiko sedang, tanpa kecamatan yang dikategorikan sebagai risiko rendah.

Secara keseluruhan, Kota Batam berada pada kelas risiko tinggi untuk bahaya kekeringan, dengan dominasi luasan risiko sedang sebesar 53.321,29 hektar dan risiko rendah sebesar 39.932,30 hektar, serta 8.774,41 hektar pada kategori risiko tinggi. Total akumulasi luas risiko pada seluruh kategori menempatkan Kota Batam pada tingkat risiko kekeringan yang signifikan.



Gambar 3.37 Potensi Risiko Kekeringan (Ha) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

3.3.7. Tanah Longsor

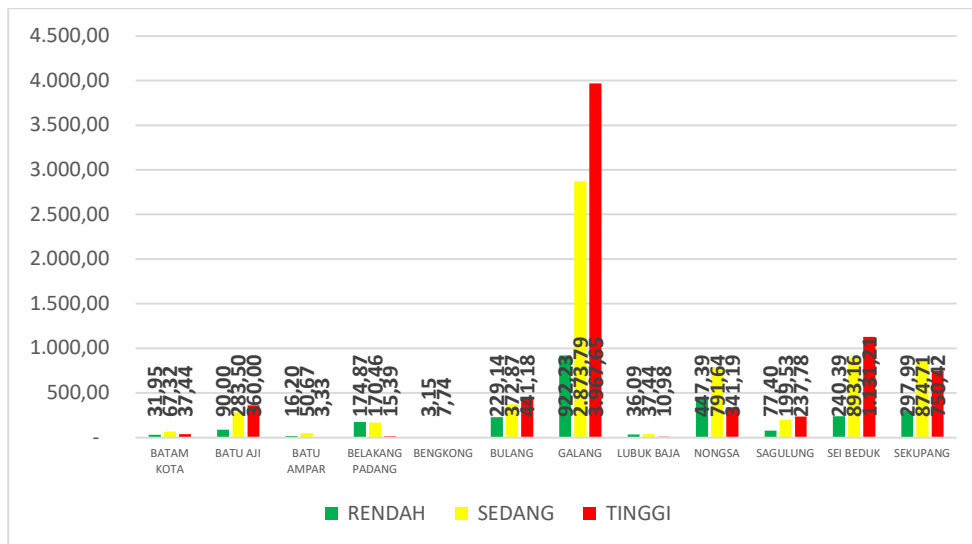
a. Bahaya Tanah Longsor

Tanah longsor merupakan salah satu bentuk bencana geologi yang terjadi akibat ketidakstabilan lereng, yang dapat dipicu oleh perpaduan faktor alam dan aktivitas manusia. Meskipun secara umum Kota Batam memiliki bentang lahan yang relatif datar hingga landai, terdapat beberapa area dengan topografi berbukit dan kondisi tanah hasil pelapukan yang berpotensi mengalami pergerakan massa tanah, terutama saat intensitas curah hujan meningkat. Aktivitas pembangunan yang cukup intensif, seperti pemotongan lereng untuk kebutuhan permukiman maupun infrastruktur, turut memperbesar kemungkinan terjadinya longsor di wilayah tertentu. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, potensi luas serta tingkat bahaya tanah longsor di Kota Batam dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.43 Potensi Bahaya Tanah Longsor di Kota Batam

KECAMATAN	BAHAYA				KELAS
	LUAS (HA)			TOTAL	
	RENDAH	SEDANG	TINGGI		
BATAM KOTA	31,95	67,32	37,44	136.71	TINGGI
BATU AJI	90,00	283,50	360.,00	733.50	TINGGI
BATU AMPAR	16,20	50,67	3.,33	70.20	SEDANG
BELAKANG PADANG	174,87	170,46	15.,39	360.72	SEDANG
BENGGONG	3,15	7,74	0	10.89	SEDANG
BULANG	229,14	372,87	441,18	1,043.19	TINGGI
GALANG	922,23	2.873,79	3.967,65	7,763.67	TINGGI
LUBUK BAJA	36,09	37,44	10,98	84.51	SEDANG
NONGSA	447,39	791,64	341,19	1,580.22	SEDANG
SAGULUNG	77,40	199,53	237,78	514.71	TINGGI
SEI BEDUK	240,39	893,16	1.131,21	2,264.76	TINGGI
SEKUPANG	297,99	874,71	750,42	1,923.12	TINGGI
KOTA BATAM	2.566,80	6.622,83	7.296,57	16,486.20	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025



Gambar 3.38 Potensi Bahaya Tanah Longsor (Ha) Kota Batam

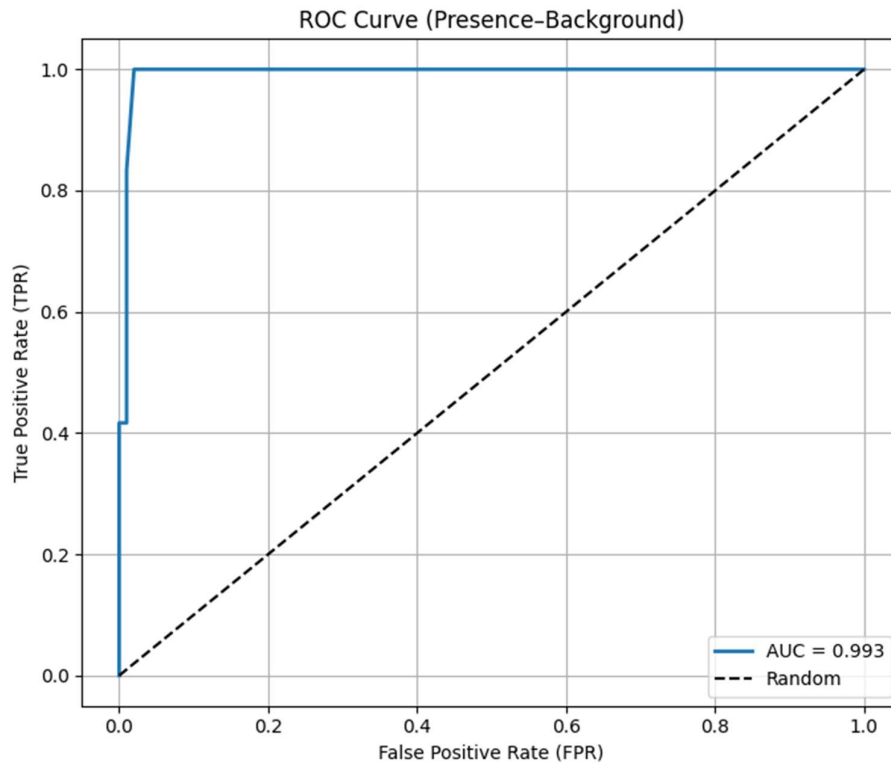
Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel di atas, hasil analisis bahaya tanah longsor di Kota Batam menunjukkan bahwa sebagian besar kecamatan berada pada kategori bahaya tinggi, dengan total luas wilayah berpotensi longsor mencapai 16.486,20 hektar. Tingginya tingkat bahaya ini dipengaruhi oleh kombinasi kemiringan lereng, kondisi tanah yang mudah jenuh air, serta perubahan penggunaan lahan yang terjadi di berbagai wilayah kota.

Kecamatan Galang merupakan wilayah dengan potensi longsor terbesar, yaitu 7.763,67 hektar, didominasi oleh kelas bahaya sedang dan tinggi. Kondisi topografi berbukit, tutupan lahan yang tidak merata, serta tanah yang mudah mengalami pelapukan menyebabkan wilayah ini memiliki tingkat kerentanan tertinggi terhadap gerakan tanah. Kecamatan Sei Beduk dan Sekupang juga tergolong dalam kategori bahaya tinggi, masing-masing dengan luas terdampak 2.264,76 hektar dan 1.923,12 hektar. Kedua wilayah ini memiliki banyak area berkembang yang berada pada lereng-lereng terjal, sehingga risiko longsor meningkat terutama pada saat intensitas hujan tinggi.

Kecamatan Bulang (1.043,19 ha) dan Nongsa (1.580,22 ha) menunjukkan potensi longsor yang signifikan, dipengaruhi oleh kombinasi kontur lahan tidak stabil dan endapan tanah pelapukan yang mudah bergerak saat kondisi tanah jenuh. Sementara itu, Sagulung dan Batu Aji juga berada pada kategori tinggi dengan luas terdampak masing-masing 514,71 hektar dan 733,50 hektar, terutama pada area pemukiman yang berkembang di sekitar perbukitan.

Beberapa kecamatan lainnya seperti Batu Ampar, Belakang Padang, Bengkong, Lubuk Baja, dan sebagian wilayah Nongsa masuk kategori bahaya sedang, dengan luasan terdampak antara 10 hingga 360 hektar. Meskipun tidak sebesar wilayah lain, potensi longsor tetap ada terutama pada titik-titik rawan di sekitar tebing, jalan berlereng, dan area dengan drainase tidak optimal.



Gambar 3.39 Validasi Peta Bahaya Tanah Longsor

Sumber: Hasil Analisis 2025

Validasi terhadap hasil pemodelan bahaya tanah longsor dilakukan menggunakan Receiver Operating Characteristic (ROC Curve) untuk mengetahui tingkat ketepatan model. Nilai AUC sebesar 0,993 menunjukkan bahwa kinerja model berada pada kategori sangat baik, yang berarti bahwa model mampu mengenali area berpotensi tanah longsor secara akurat. Oleh sebab itu, hasil pemodelan dinilai dapat diandalkan dalam mendukung analisis risiko tanah longsor di Kota Batam.

b. Kerentanan Tanah Longsor

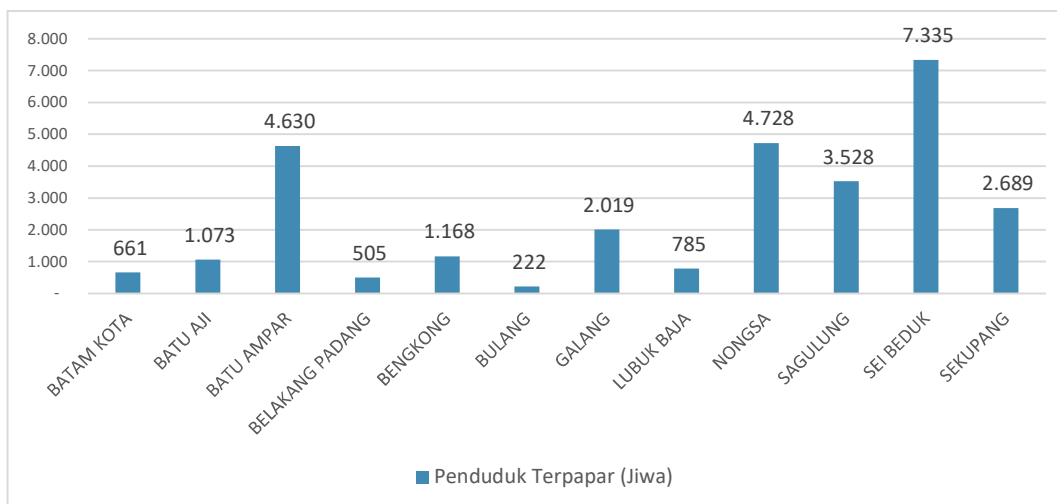
Kajian kerentanan bahaya tanah longsor dilakukan untuk mengetahui potensi penduduk terpapar dan potensi kerugian akibat bahaya tanah longsor di Kota Batam. Kajian tersebut dikelompokkan berdasarkan kelas penduduk yang terpapar dan kelas kerugian (rupiah dan lingkungan) akibat bahaya tanah longsor secara keseluruhan. Secara rinci potensi penduduk terpapar dan kerugian bahaya tanah longsor di Kota Batam dapat dilihat pada Tabel 3.44 dan Tabel 3.45.

Tabel 3.44 Potensi Penduduk Terpapar Tanah Longsor (Jiwa)

KECAMATAN	POTENSI PENDUDUK TERPAPAR (JIWA)					KELAS
	PENDUDUK	KELOMPOK RENTAN			PENDUDUK DISABILITAS	
		RASIO JENIS KELAMIN	UMUR RENTAN	PENDUDUK MISKIN		
BATAM KOTA	661	102	60	85	1	SEDANG
BATU AJI	1.073	107	83	413	1	RENDAH
BATU AMPAR	4.630	103	383	1,891	5	SEDANG
BELAKANG PADANG	505	105	69	321	-	SEDANG
BENGGONG	1.168	102	121	402	1	SEDANG
BULANG	222	112	26	152	-	RENDAH
GALANG	2.019	117	221	1,633	2	RENDAH
LUBUK BAJA	785	98	78	204	-	SEDANG
NONGSA	4.728	108	427	2,003	3	SEDANG
SAGULUNG	3.528	104	306	1,166	3	SEDANG
SEI BEDUK	7.335	104	695	2,934	5	SEDANG
SEKUPANG	2.689	104	228	798	2	SEDANG
KOTA BATAM	29.344	106	2.697	12,002	22	SEDANG

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan hasil analisis potensi pendudukterpapar bencana di Kota Batam, terdapat 29.344 jiwa terpapar bahaya tanah longsor dengan kelas kerentanan sedang. Nilai ini mencerminkan bahwa sebagian besar wilayah di Kota Batam memiliki karakteristik sosial yang memerlukan perhatian dalam konteks pengurangan risiko bencana, terutama karena tingginya proporsi kelompok rentan yang terdiri dari penduduk usia rentan, penduduk miskin, dan penyandang disabilitas.



Gambar 3. 40 Potensi Penduduk Terpapar Tanah Longsor (Jiwa) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

Secara umum, kecamatan dengan jumlah penduduk terpapar terbesar adalah Sei Beduk (7.335 jiwa), Nongsa (4.728 jiwa), dan Batu Ampar (4.630 jiwa). Ketiga kecamatan ini juga memiliki jumlah penduduk umur rentan dan penduduk miskin terpapar terbanyak diantara kecamatan lainnya.

Tabel 3.45 Potensi Kerugian dan Kerusakan Lingkungan Akibat Tanah Longsor di Kota Batam

KECAMATAN	POTENSI KERUGIAN (JUTA RUPIAH)				POTENSI KERUSAKAN LINGKUNGAN (HA)		KELAS KERENTANAN
	FISIK	EKONOMI	TOTAL KERUGIAN	KELAS KERUGIAN	KERUSAKAN LINGKUNGAN	KELAS	
BATAM KOTA	10.752,09	23,87	10.775,96	SEDANG	33	RENDAH	SEDANG
BATU AJI	19.443,29	8.664,10	28.107,40	TINGGI	330	TINGGI	SEDANG
BATU AMPAR	14.175,05	0	14.175,05	SEDANG	0	RENDAH	SEDANG
BELAKANG PADANG	1.141,23	1.062,13	2.203,36	SEDANG	67	SEDANG	SEDANG
BENKONG	2.354,80	0	2.354,80	SEDANG	0	RENDAH	SEDANG
BULANG	1.508,48	29.372,62	30.881,11	TINGGI	86	SEDANG	SEDANG
GALANG	20.084,46	122.302,88	142.387,34	TINGGI	2.742	TINGGI	SEDANG
LUBUK BAJA	1.375,19	0	1.375,19	RENDAH	19	RENDAH	SEDANG
NONGSA	30.327,90	9.081,79	39.409,69	TINGGI	289	TINGGI	TINGGI
SAGULUNG	21.066,86	4.200,78	25.267,64	TINGGI	71	SEDANG	TINGGI
SEI BEDUK	51.813,29	63.644,16	115.457,44	TINGGI	387	TINGGI	TINGGI
SEKUPANG	28.059,46	17.563,90	45.623,37	TINGGI	789	TINGGI	SEDANG
KOTA BATAM	202.102,12	255.916,23	458.018,35	TINGGI	4.813,00	TINGGI	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025

Hasil analisis potensi kerugian di Kota Batam menunjukkan bahwa nilai total kerugian mencapai 458,018 miliar rupiah, dengan kelas kerentanan berada pada kategori tinggi. Kerugian terbesar berasal dari Kecamatan Galang (142,387 miliar rupiah), Sei Beduk (115,457 miliar rupiah), dan Sekupang (45,623 miliar rupiah). Ketiga wilayah ini memiliki konsentrasi aset fisik dan ekonomi yang tinggi, sehingga potensi kerugiannya jauh lebih besar bila terjadi bencana.

Pada potensi kerusakan lingkungan, total luas lahan kerusakan lingkungan akibat tanah longsor adalah 4.813 hektar. Kecamatan dengan luas terbesar yang mengalami kerusakan lingkungan adalah Galang (2.742 hektar) dan Sekupang (789 hektar).

Berdasarkan aspek potensi penduduk terpapar, kerugian ekonomi dan fisik, serta kerusakan lingkungan, maka Kota Batam memiliki kerentanan kelas tinggi terhadap bahaya tanah longsor.

c. Kapasitas Tanah Longsor

Berdasarkan pengkajian kapasitas di Kota Batam dalam menghadapi tanah longsor, maka diperoleh kelas kapasitas dalam menghadapi bahaya tanah longsor. Hasil analisis

kapasitas untuk bahaya tanah longsor dapat dilihat pada Tabel 3.46. Perhitungan data tersebut didasarkan pada hasil gabungan ketahanan daerah dengan kesiapsiagaan masyarakat. Hasil pengkajian kapasitas menunjukkan bahwa seluruh kecamatan di Kota Batam memiliki kelas kapasitas rendah terhadap bahaya tanah longsor.

Tabel 3.46 Kapasitas Kota Batam Menghadapi Bahaya Tanah Longsor

KECAMATAN	INDEKS KESIAPSIAGAAN	INDEKS KETAHANAN DAERAH	INDEKS KETAHANAN DAERAH TRANSFORMASI	INDEKS KAPASITAS	KELAS KAPASITAS
BATAM KOTA	0,57	0,33	0,28	0,46	SEDANG
BATU AJI	0,58	0,33	0,28	0,46	SEDANG
BATU AMPAR	0,80	0,33	0,28	0,59	SEDANG
BELAKANG PADANG	0,43	0,33	0,28	0,37	SEDANG
BENGGONG	0,27	0,33	0,28	0,27	RENDAH
BULANG	0,29	0,33	0,28	0,29	RENDAH
GALANG	0,38	0,33	0,28	0,34	SEDANG
LUBUK BAJA	0,53	0,33	0,28	0,43	SEDANG
NONGSA	0,30	0,33	0,28	0,29	RENDAH
SAGULUNG	0,11	0,33	0,28	0,18	RENDAH
SEI BEDUK	0,53	0,33	0,28	0,43	SEDANG
SEKUPANG	0,49	0,33	0,28	0,41	SEDANG
KOTA BATAM	0,44	0,33	0,28	0,38	SEDANG

Sumber: Hasil Analisis 2025

Perhitungan kapasitas tanah longsor pada tabel di atas diperoleh melalui penggabungan nilai Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat, Indeks Ketahanan Daerah, dan Indeks Ketahanan Daerah Transformasi. Rata-rata indeks kapasitas Kota Batam adalah 0,39, sehingga kapasitas tanah longsor pada tingkat kota berada dalam kategori sedang.

Sebagian besar kecamatan berada pada kelas kapasitas sedang, yaitu Batam Kota (0,47), Batu Aji (0,47), Batu Ampar (0,61), Belakang Padang (0,38), Galang (0,35), Lubuk Baja (0,45), Sei Beduk (0,44), dan Sekupang (0,42). Kecamatan Batu Ampar memiliki nilai kapasitas tertinggi yaitu 0,61, yang didukung oleh nilai kesiapsiagaan sebesar 0,80, tertinggi di antara seluruh kecamatan.

Beberapa kecamatan lainnya berada dalam kategori kapasitas rendah, yaitu Benggong (0,29), Bulang (0,30), Nongsa (0,31), serta Sagulung (0,19). Sagulung memiliki nilai kapasitas terendah dengan indeks kesiapsiagaan hanya 0,11, yang merupakan nilai kesiapsiagaan paling rendah di seluruh Kota Batam.

Nilai Indeks Ketahanan Daerah seluruh kecamatan adalah 0,33, sedangkan Indeks Ketahanan Daerah Transformasi bernilai 0,28. Nilai indeks transformasi ini tergolong

rendah (<0,33) dan menunjukkan bahwa ketahanan daerah berdasarkan indikator penyelenggaraan penanggulangan bencana masih memerlukan peningkatan.

Secara keseluruhan, kapasitas Kota Batam terhadap bahaya tanah longsor berada pada kategori sedang, namun terdapat sejumlah kecamatan dengan kapasitas rendah yang perlu mendapatkan prioritas peningkatan kapasitas, terutama pada aspek kesiapsiagaan masyarakat dan penguatan ketahanan daerah.

d. Risiko Tanah Longsor

Berdasarkan pengkajian bahaya, kerentanan, dan kapasitas maka dapat dianalisis kelas risiko di Kota Batam dalam menghadapi bencana tanah longsor. Hasil analisis risiko untuk bencana tanah longsor di Kota Batam dapat dilihat pada Tabel 3.47.

Tabel 3.47 Risiko Tanah Longsor di Kota Batam

KECAMATAN	BAHAYA				KELAS
	LUAS (HA)				
	RENDAH	SEDANG	TINGGI	TOTAL	
BATAM KOTA	97,65	24,66	14,40	136,71	RENDAH
BATU AJI	133,92	593,55	6,03	733,50	SEDANG
BATU AMPAR	0,81	69,03	0,36	70,20	SEDANG
BELAKANG PADANG	314,19	42,84	3,69	360,72	SEDANG
BENGGONG	2,25	5,49	3,15	10,89	SEDANG
BULANG	486,54	356,58	200,07	1.043,19	SEDANG
GALANG	1.988,91	5.602,41	172,35	7.763,67	SEDANG
LUBUK BAJA	72,00	11,16	1,35	84,51	RENDAH
NONGSA	978,00	508,98	93,24	1.580,22	SEDANG
SAGULUNG	269,01	176,85	68,85	514,71	RENDAH
SEI BEDUK	468,63	1.656,90	139,23	2.264,76	SEDANG
SEKUPANG	568,98	1.348,29	5,85	1.923,12	SEDANG
KOTA BATAM	5.380,89	10.396,74	708,57	16.486,20	SEDANG

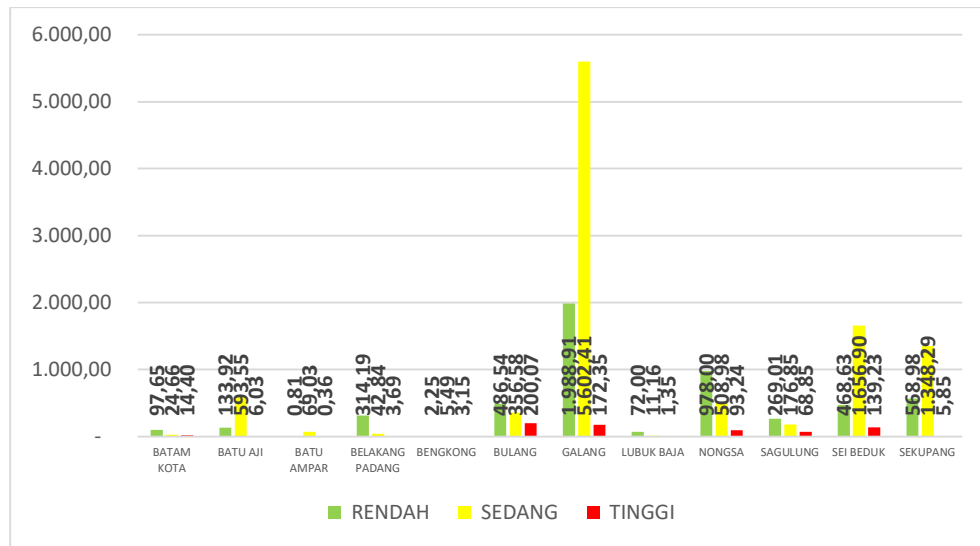
Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel di atas, total luas risiko tanah longsor di Kota Batam mencapai 16.486,20 hektar dengan kelas risiko sedang. Sebagian besar kecamatan berada dalam kategori risiko sedang, sedangkan beberapa kecamatan lainnya termasuk dalam kategori risiko rendah.

Kecamatan dengan total luas risiko terbesar adalah Galang dengan 7.763,67 hektar, diikuti oleh Sei Beduk seluas 2.264,76 hektar, dan Sekupang dengan 1.923,12 hektar. Ketiga kecamatan tersebut memiliki kontribusi terbesar terhadap total luas risiko tanah longsor di Kota Batam.

Pada kategori risiko sedang, luasan terbesar tercatat pada Kecamatan Galang sebesar 5.602,41 hektar, diikuti oleh Sei Beduk (1.656,90 ha) dan Sekupang (1.348,29 ha). Sementara itu, kategori risiko tinggi terbesar terdapat di Kecamatan Galang dengan 172,35 hektar, disusul oleh Kecamatan Bulang (200,07 ha) dan Sei Beduk (139,23 ha). Kecamatan yang berada pada kelas risiko rendah adalah Batam Kota, Lubuk Baja, dan Simpang. Ketiga kecamatan tersebut memiliki luasan risiko yang relatif kecil dibandingkan kecamatan lainnya, dengan total antara 10 hingga 136 hektar.

Secara keseluruhan, Kota Batam berada pada kelas risiko sedang untuk bahaya tanah longsor, dengan dominasi luasan risiko sedang sebesar 10.396,74 hektar, diikuti risiko rendah sebesar 5.380,89 hektar, dan risiko tinggi sebesar 708,57 hektar.



Gambar 3.41 Potensi Risiko Tanah Longsor (Ha) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

3.3.8. Multibahaya

a. Bahaya Multi

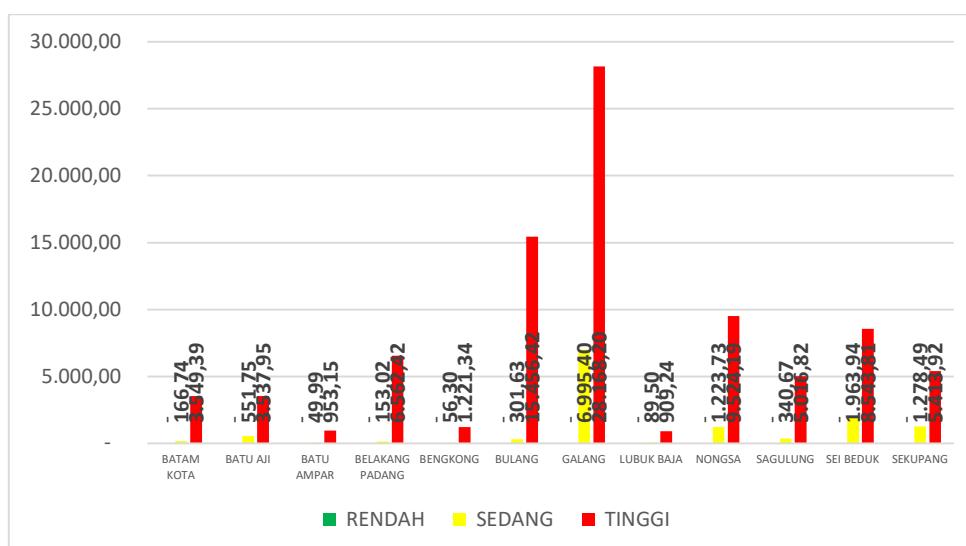
Analisis multibahaya merupakan suatu pendekatan menyeluruh yang menggabungkan seluruh potensi ancaman bencana di wilayah Kota Batam ke dalam satu sistem analisis yang terintegrasi. Pendekatan ini menjadi penting karena setiap jenis bahaya—seperti banjir, cuaca ekstrim, gelombang ekstrim, kebakaran hutan dan lahan, kekeringan, tanah longsor, serta gempabumi—tidak terjadi secara terpisah, melainkan dapat saling berkaitan dan memperkuat dampaknya. Dengan menelaah berbagai potensi bahaya tersebut secara bersamaan, analisis multibahaya dapat memberikan gambaran yang lebih

komprehensif mengenai tingkat risiko yang dihadapi Kota Batam. Berdasarkan hasil kajian, potensi luas serta tingkat multibahaya di Kota Batam disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3.48 Potensi Multibahaya di Kota Batam

KECAMATAN	BAHAYA				KELAS
	LUAS (HA)				
	RENDAH	SEDANG	TINGGI	TOTAL	
BATAM KOTA	-	166,74	3.549,39	3.716,13	TINGGI
BATU AJI	-	551,75	3.537,95	4.089,70	TINGGI
BATU AMPAR	-	49,99	953,15	1.003,14	TINGGI
BELAKANG PADANG	-	153,02	6.562,42	6.715,43	TINGGI
BENGGONG	-	56,30	1.221,34	1.277,63	TINGGI
BULANG	-	301,63	15.456,42	15.758,06	TINGGI
GALANG	-	6.995,40	28.168,20	35.163,60	TINGGI
LUBUK BAJA	-	89,50	909,24	998,74	TINGGI
NONGSA	-	1.223,73	9.524,19	10.747,93	TINGGI
SAGULUNG	-	340,67	5.016,82	5.357,49	TINGGI
SEI BEDUK	-	1.963,94	8.543,81	10.507,75	TINGGI
SEKUPANG	-	1.278,49	5.413,92	6.692,41	TINGGI
KOTA BATAM	-	13.171,16	88.856,84	102.028,00	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025



Gambar 3.42 Potensi Multibahaya (Ha) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan tabel di atas, hasil analisis multibahaya di Kota Batam menunjukkan bahwa seluruh kecamatan berada pada kategori bahaya tinggi, dengan total luas wilayah terdampak mencapai 102.028 hektar. Hal ini mengindikasikan bahwa seluruh wilayah kota memiliki potensi terpapar lebih dari satu jenis bahaya, baik berupa bahaya

hidrometeorologi maupun geologi, sehingga meningkatkan tingkat risiko secara keseluruhan.

Kecamatan dengan multibahaya terluas adalah Galang, yaitu 35.163,60 hektar, berada dalam kategori bahaya tinggi, dengan dominasi bahaya tinggi seluas 28.168,20 hektar. Kecamatan Bulang memiliki luas multibahaya terbesar kedua, yaitu 15.758,06 hektar, di mana 15.456,42 hektar termasuk dalam bahaya tinggi. Kecamatan berikutnya dengan luas multibahaya kelas tinggi terbesar adalah Nongsa (9.524,19 hektar), Sei Beduk (8.543,81 hektar), dan Sekupang (5.413,92 hektar).

Di wilayah perkotaan, kecamatan dengan bahaya tinggi terluas adalah Batam Kota (3.549,39 hektar), Batu Aji (3.537,95 hektar), Sagulung (5.016,82 hektar), serta Batu Ampar (953,15 hektar). Secara keseluruhan, Kota Batam memiliki 88.856,84 hektar kawasan berkelas bahaya tinggi, sehingga seluruh wilayah ditetapkan berada dalam kategori multibahaya tinggi.

b. Kerentanan Multibahaya

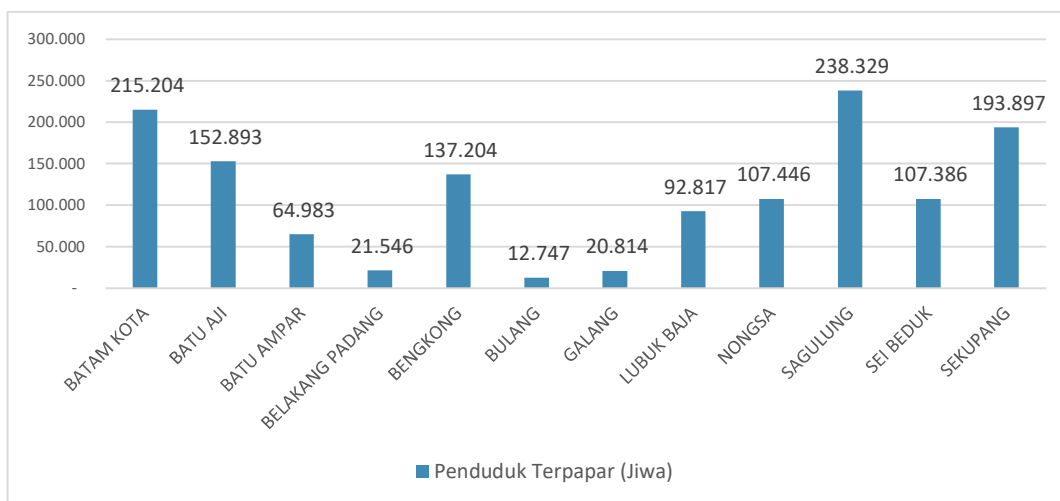
Kajian kerentanan multibahaya dilakukan untuk mengetahui potensi penduduk terpapar, potensi kerugian dan kerusakan lingkungan akibat multibahaya di Kota Batam. Secara rinci potensi penduduk terpapar, kerugian dan kerusakan lingkungan akibat multibahaya di Kota Batam dapat dilihat pada Tabel 3.49 dan Tabel 3.50.

Tabel 3. 49 Potensi Penduduk Terpapar Multibahaya (Jiwa)

KECAMATAN	POTENSI PENDUDUK TERPAPAR (JIWA)					
	PENDUDUK	KELOMPOK RENTAN				KELAS
		RASIO JENIS KELAMIN	UMUR RENTAN	PENDUDUK MISKIN	PENDUDUK DISABILITAS	
BATAM KOTA	215.204	102	17.313	44.701	214	SEDANG
BATU AJI	152.893	107	11.312	53.196	88	SEDANG
BATU AMPAR	64.983	108	5.757	25.166	53	SEDANG
BELAKANG PADANG	21.546	110	2.879	14.686	36	SEDANG
BENGGONG	137.204	103	12.506	44.948	113	SEDANG
BULANG	12.747	112	1.513	8.972	10	SEDANG
GALANG	20.814	117	2.372	14.532	46	RENDAH
LUBUK BAJA	92.817	106	9.644	26.802	81	SEDANG
NONGSA	107.446	108	9.834	39.599	63	SEDANG
SAGULUNG	238.329	106	19.059	92.861	183	SEDANG
SEI BEDUK	107.386	104	9.044	43.017	77	SEDANG
SEKUPANG	193.897	104	17.177	54.145	160	SEDANG
KOTA BATAM	1.365.266	108	118.410	462.625	1.124	SEDANG

Sumber: Hasil Analisis 2025

Berdasarkan hasil analisis potensi pendudukterpapar bencana di Kota Batam, terdapat 1.365.266 jiwa terpapar multi bahaya dengan kelas kerentanan sedang. Nilai ini mencerminkan bahwa sebagian besar wilayah di Kota Batam memiliki karakteristik sosial yang memerlukan perhatian dalam konteks pengurangan risiko bencana, terutama karena tingginya proporsi kelompok rentan yang terdiri dari penduduk usia rentan, penduduk miskin, dan penyandang disabilitas.



Gambar 3.43 Potensi Penduduk Terpapar Multibahaya (Jiwa) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

Secara umum, kecamatan dengan jumlah pendudukterpapar terbesar adalah Sagulung (238.329 jiwa), Batam Kota (215.204 jiwa), dan Sekupang (193.897 jiwa). Ketiga Kecamatan tersebut]juga memiliki jumlah penduduk umur rentan terbanyak diantara kecamatan lainnya. Sementara itu kecamatan dengan jumlah penduduk miskin terbesar adalah Sagulung (92.861 jiwa), Sekupang (54.145 jiwa) dan Batu Aji (53.196 jiwa), sehingga menjadi salah satu fokus utama dalam strategi pengurangan risiko sosial..

Tabel 3.50 Potensi Kerugian dan Kerusakan Lingkungan Akibat Multi Bahaya di Kota Batam

KECAMATAN	POTENSI KERUGIAN (JUTA RUPIAH)				POTENSI KERUSAKAN LINGKUNGAN (HA)		KELAS KERENTANAN
	FISIK	EKONOMI	TOTAL KERUGIAN	KELAS KERUGIAN	KERUSAKAN LINGKUNGAN	KELAS	
BATAM KOTA	2.529.378,87	6.692,00	2.536.070,88	TINGGI	484	TINGGI	TINGGI
BATU AJI	1.974.489,30	26.222,04	2.000.711,34	TINGGI	961	TINGGI	TINGGI
BATU AMPAR	779.384,53	238,68	779.623,21	TINGGI	30	RENDAH	SEDANG
BELAKANG PADANG	274.275,43	92.575,22	366.850,65	TINGGI	3.245	TINGGI	TINGGI
BENGKONG	1.363.797,57	107,41	1.363.904,98	TINGGI	85	SEDANG	SEDANG
BULANG	298.024,88	375.933,75	673.958,63	TINGGI	5.045	TINGGI	TINGGI
GALANG	345.528,59	676.584,67	1.022.113,27	TINGGI	10.742	TINGGI	SEDANG

KECAMATAN	POTENSI KERUGIAN (JUTA RUPIAH)				POTENSI KERUSAKAN LINGKUNGAN (HA)		KELAS KERENTANAN
	FISIK	EKONOMI	TOTAL KERUGIAN	KELAS KERUGIAN	KERUSAKAN LINGKUNGAN	KELAS	
LUBUK BAJA	963.684,60	629,52	964.314,12	TINGGI	199	TINGGI	TINGGI
NONGSA	1.706.488,54	119.170,20	1.825.658,74	TINGGI	2.888	TINGGI	TINGGI
SAGULUNG	2.616.360,32	46.682,93	2.663.043,25	TINGGI	749	TINGGI	TINGGI
SEI BEDUK	1.302.052,91	184.807,34	1.486.860,25	TINGGI	2.003	TINGGI	TINGGI
SEKUPANG	2.095.521,12	55.839,31	2.151.360,42	TINGGI	2.126	TINGGI	TINGGI
KOTA BATAM	16.248.986,66	1.585.483,06	17.834.469,72	TINGGI	28.557	TINGGI	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025

Hasil analisis potensi kerugian di Kota Batam menunjukkan bahwa nilai total kerugian mencapai 17,834 triliun rupiah, dengan kelas kerentanan berada pada kategori tinggi. Kerugian terbesar berasal dari Kecamatan Sagulung (2,663 trilliun rupiah), Batam Kota (2,536 triliun rupiah) dan Sekupang (2,151 triiun rupiah). Ketiga wilayah ini memiliki konsentrasi aset fisik dan ekonomi yang tinggi, sehingga potensi kerugiannya jauh lebih besar bila terjadi bencana.

Pada potensi kerusakan lingkungan, total luas lahan kerusakan lingkungan akibat gelombang ekstrim dan abrasi adalah 28.557 hektar. Kecamatan dengan luas terbesar yang mengalami kerusakan lingkungan adalah Galang (10.742 hektar) dan Bulang (5.045 hektar).

Berdasarkan aspek potensi penduduk terpapar, kerugian ekonomi dan fisik, serta kerusakan lingkungan, maka Kota Batam memiliki kerentanan kelas tinggi terhadap bahaya multibahaya.

c. Kapasitas Multibahaya

Berdasarkan pengkajian kapasitas di Kota Batam dalam menghadapi multibahaya, maka diperoleh kelas kapasitas dalam menghadapi multibahaya. Hasil analisis kapasitas multibahaya dapat dilihat pada Tabel 3.51. Perhitungan data tersebut didasarkan pada hasil gabungan ketahanan daerah dengan kesiapsiagaan masyarakat. Hasil pengkajian kapasitas menunjukkan bahwa seluruh kecamatan di Kota Batam memiliki kelas kapasitas rendah terhadap bahaya multibahaya.

Tabel 3.51 Kapasitas Kota Batam Menghadapi Multibahaya

KECAMATAN	INDEKS KESIAPSIAGAAN	INDEKS KETAHANAN DAERAH	INDEKS KETAHANAN DAERAH TRANSFORMASI	INDEKS KAPASITAS	KELAS KAPASITAS
BATAM KOTA	0,39	0,33	0,28	0,38	SEDANG
BATU AJI	0,66	0,33	0,28	0,47	SEDANG
BATU AMPAR	0,41	0,33	0,28	0,41	SEDANG

KECAMATAN	INDEKS KESIAPSIAGAAN	INDEKS KETAHANAN DAERAH	INDEKS KETAHANAN DAERAH TRANSFORMASI	INDEKS KAPASITAS	KELAS KAPASITAS
BELAKANG PADANG	0,50	0,33	0,28	0,35	SEDANG
BENGGONG	0,54	0,33	0,28	0,38	SEDANG
BULANG	0,39	0,33	0,28	0,33	SEDANG
GALANG	0,54	0,33	0,28	0,37	SEDANG
LUBUK BAJA	0,25	0,33	0,28	0,31	RENDAH
NONGSA	0,48	0,33	0,28	0,32	RENDAH
SAGULUNG	0,38	0,33	0,28	0,32	RENDAH
SEI BEDUK	0,33	0,33	0,28	0,37	SEDANG
SEKUPANG	0,33	0,33	0,28	0,36	SEDANG
KOTA BATAM	0,43	0,33	0,28	0,36	SEDANG

Sumber: Hasil Analisis 2025

Perhitungan kapasitas multibahaya pada tabel di atas dilakukan melalui penggabungan nilai Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat, Indeks Ketahanan Daerah, dan Indeks Ketahanan Daerah Transformasi. Rata-rata indeks kapasitas Kota Batam adalah 0,39, sehingga kapasitas multibahaya pada tingkat kota berada pada kategori sedang.

Sebagian besar kecamatan di Kota Batam juga berada pada kelas kapasitas sedang, dengan nilai indeks kapasitas berkisar antara 0,34 hingga 0,48. Kecamatan dengan kapasitas tertinggi adalah Batu Aji, dengan nilai 0,48, memiliki indeks kesiapsiagaan sebesar 0,59 yang merupakan yang tertinggi di seluruh kecamatan. Disusul oleh Bengkong (0,40), Batu Ampar (0,43), Batam Kota (0,39), Galang (0,38), Sei Beduk (0,38), Sekupang (0,37), Belakang Padang (0,37), serta Nongsa dan Sagulung masing-masing 0,34.

Satu kecamatan berada dalam kategori kapasitas rendah, yaitu Lubuk Baja dengan indeks kapasitas 0,33. Kecamatan ini juga memiliki nilai kesiapsiagaan relatif lebih rendah dibandingkan kecamatan lainnya.

Nilai Indeks Ketahanan Daerah seluruh kecamatan adalah 0,33, sedangkan Indeks Ketahanan Daerah Transformasi berada pada angka 0,28, yang termasuk kategori rendah (<0,33). Hal ini menunjukkan bahwa ketahanan daerah secara struktural dan kelembagaan masih memerlukan penguatan dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana multibahaya.

Secara keseluruhan, kapasitas Kota Batam dalam menghadapi ancaman multibahaya berada pada kategori sedang, dengan sebagian besar kecamatan menunjukkan nilai kapasitas yang relatif merata, dan hanya satu kecamatan yang memerlukan peningkatan kapasitas lebih intensif.

d. Risiko Multibahaya

Berdasarkan pengkajian bahaya, kerentanan, dan kapasitas maka dapat dianalisis kelas risiko di Kota Batam dalam menghadapi bencana multibahaya. Hasil analisis risiko untuk bencana multibahaya di Kota Batam dapat dilihat pada Tabel 3.52.

Tabel 3.52 Risiko Multi Bahaya di Kota Batam

KECAMATAN	RISIKO				KELAS
	LUAS (HA)				
	RENDAH	SEDANG	TINGGI	TOTAL	
BATAM KOTA	351,78	987,18	2.377,18	3.716,13	TINGGI
BATU AJI	348,58	1.647,09	2.094,03	4.089,70	TINGGI
BATU AMPAR	126,43	54,35	822,36	1.003,14	TINGGI
BELAKANG PADANG	337,30	6.133,11	245,03	6.715,43	TINGGI
BENGGONG	298,29	80,45	898,90	1.277,63	TINGGI
BULANG	617,55	13.808,55	1.331,96	15.758,06	SEDANG
GALANG	1.413,33	33.268,23	482,04	35.163,60	SEDANG
LUBUK BAJA	174,35	177,04	647,35	998,74	TINGGI
NONGSA	1.325,93	6.920,22	2.501,78	10.747,93	TINGGI
SAGULUNG	919,97	2.122,77	2.314,74	5.357,49	TINGGI
SEI BEDUK	3.019,73	6.246,42	1.241,60	10.507,75	SEDANG
SEKUPANG	741,88	4.151,17	1.799,35	6.692,41	TINGGI
KOTA BATAM	9.675,11	75.596,57	16.756,32	102.028,00	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025

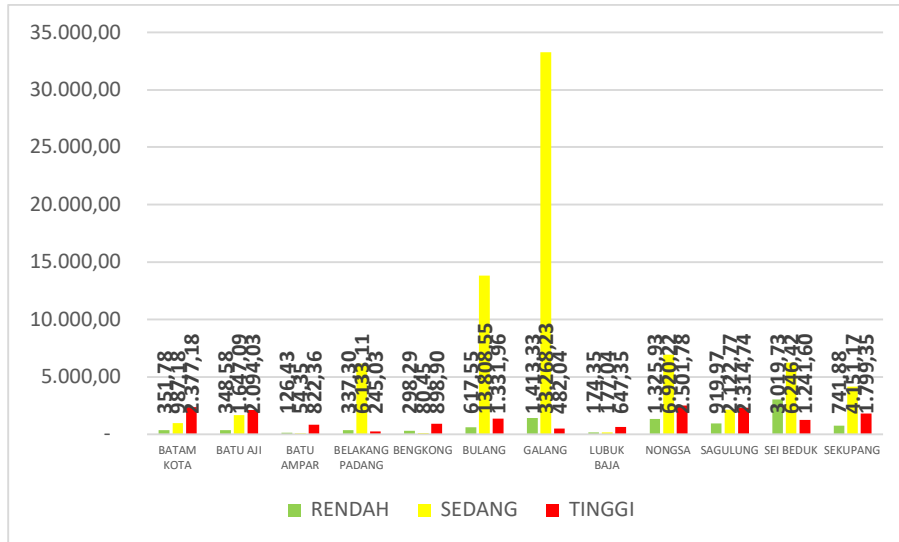
Berdasarkan tabel di atas, total luas risiko multibahaya di Kota Batam mencapai 102.028,00 hektar dengan kelas risiko tinggi. Hampir seluruh kecamatan berada dalam kategori risiko tinggi, sementara hanya beberapa kecamatan yang berada pada kategori risiko sedang.

Kecamatan dengan total luas risiko terbesar adalah Galang dengan 35.163,60 hektar, diikuti oleh Bulang seluas 15.758,06 hektar, serta Sei Beduk dengan 10.507,75 hektar. Ketiga kecamatan ini memberikan kontribusi terbesar terhadap total risiko multibahaya di Kota Batam.

Pada kategori risiko sedang, luasan terbesar terdapat di Kecamatan Galang sebesar 33.268,23 hektar, diikuti oleh Bulang (13.808,55 ha) dan Sei Beduk (6.246,42 ha). Sementara itu, kategori risiko tinggi terbesar berada pada Kecamatan Batam Kota dengan 2.377,18 hektar, disusul oleh Batu Aji (2.094,03 ha) dan Sagulung (2.314,74 ha).

Kecamatan yang berada pada kategori risiko tinggi secara keseluruhan meliputi Batam Kota, Batu Aji, Batu Ampar, Belakang Padang, Bengkong, Lubuk Baja, Nongsa, Sagulung, dan Sekupang. Sementara itu, kecamatan Bulang, Galang, dan Sei Beduk berada pada kelas risiko sedang.

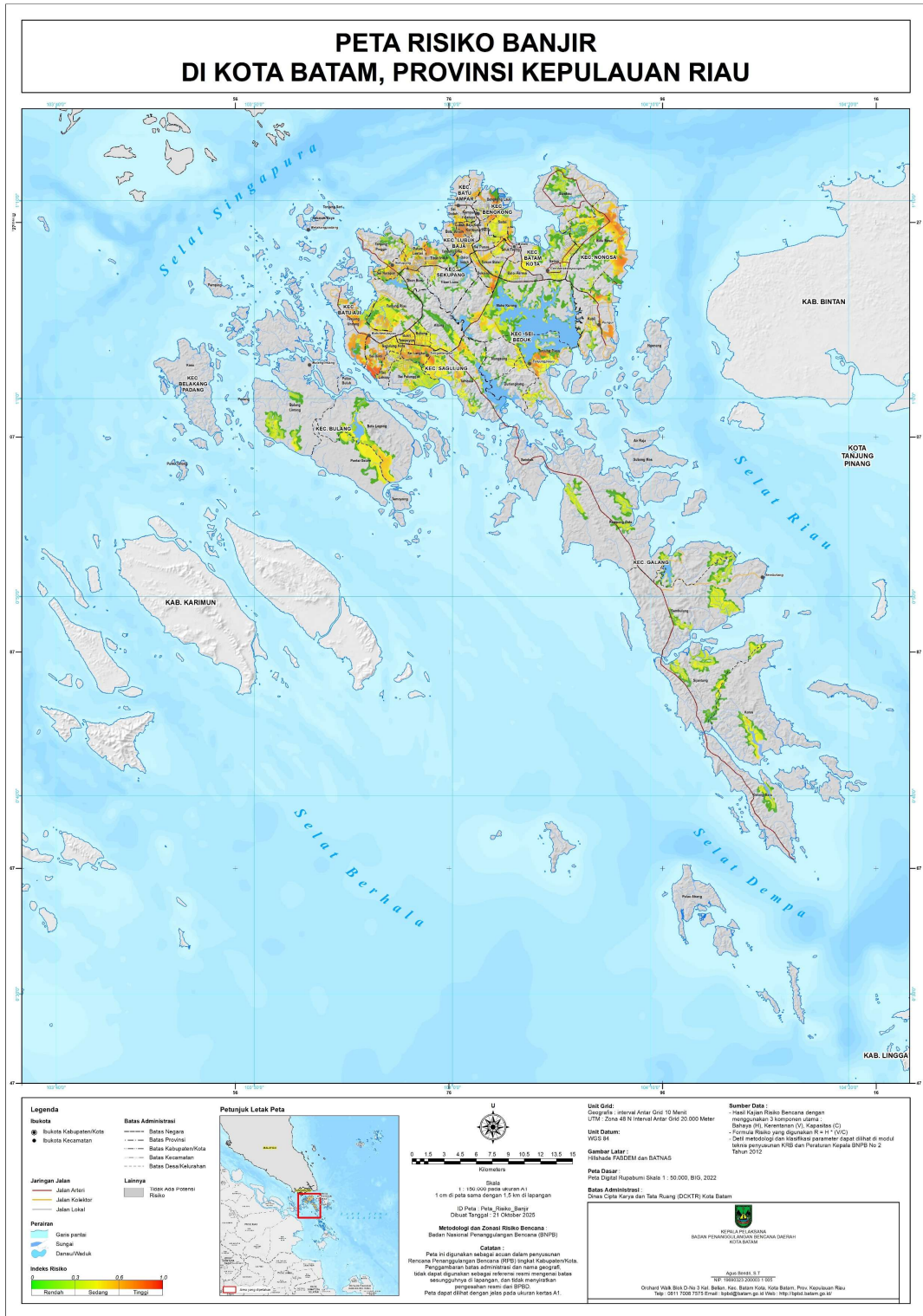
Secara keseluruhan, Kota Batam berada pada kelas risiko tinggi untuk multibahaya, dengan dominasi luasan risiko sedang sebesar 75.596,57 hektar, diikuti oleh risiko tinggi sebesar 16.756,32 hektar, dan risiko rendah sebesar 9.675,11 hektar.



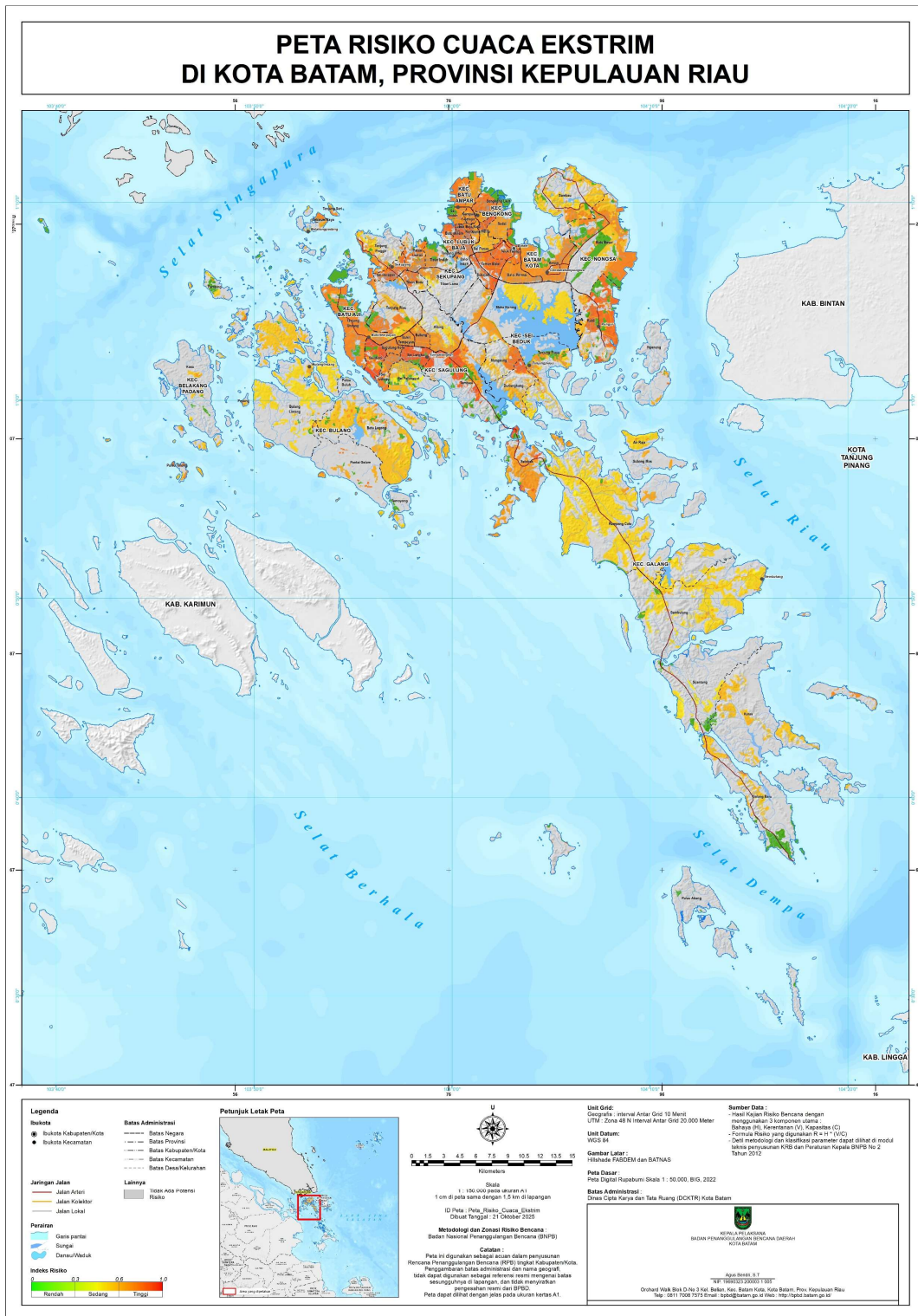
Gambar 3.44 Potensi Risiko Multibahaya (Ha) Kota Batam

Sumber: Hasil Analisis 2025

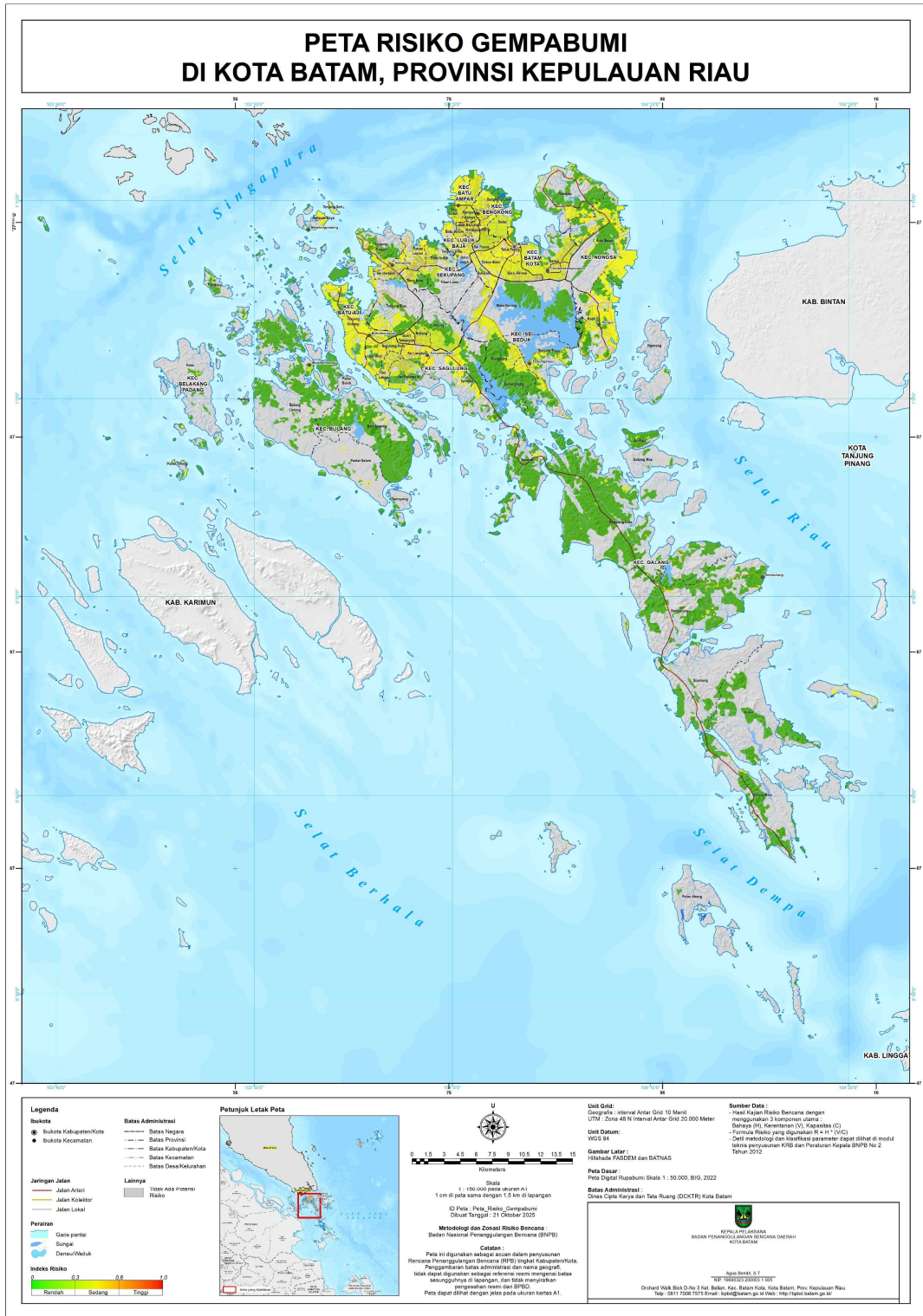
Adapun Peta Risiko Bencana di Kota Batam dapat di lihat sebagai berikut:



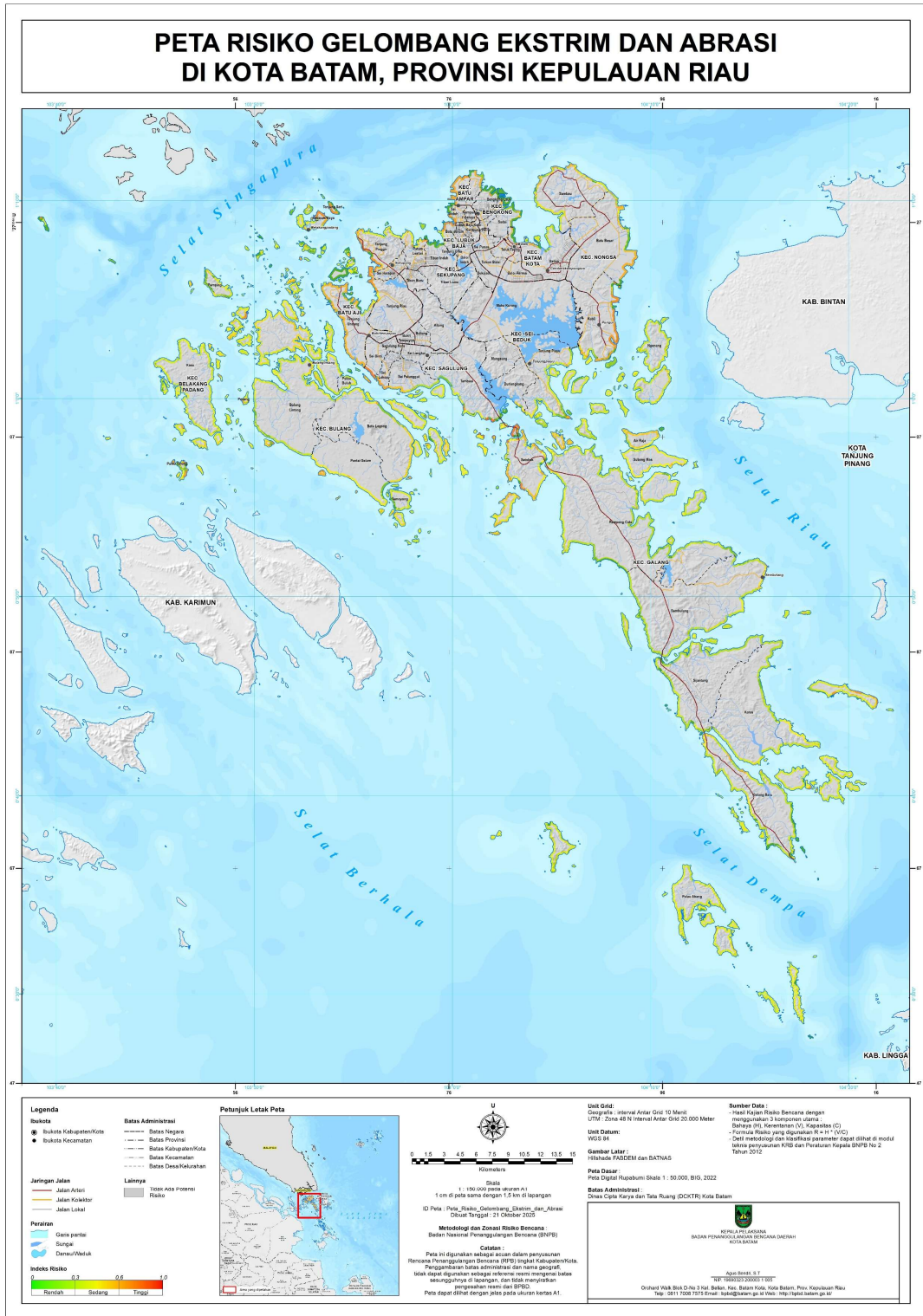
Gambar 3.45 Peta Risiko Bencana Banjir Kota Batam
Sumber: Hasil Analisis Data (2025)



Gambar 3.46 Peta Risiko Bencana Cuaca Ekstrim Kota Batam
Sumber: Hasil Analisis Data (2025)

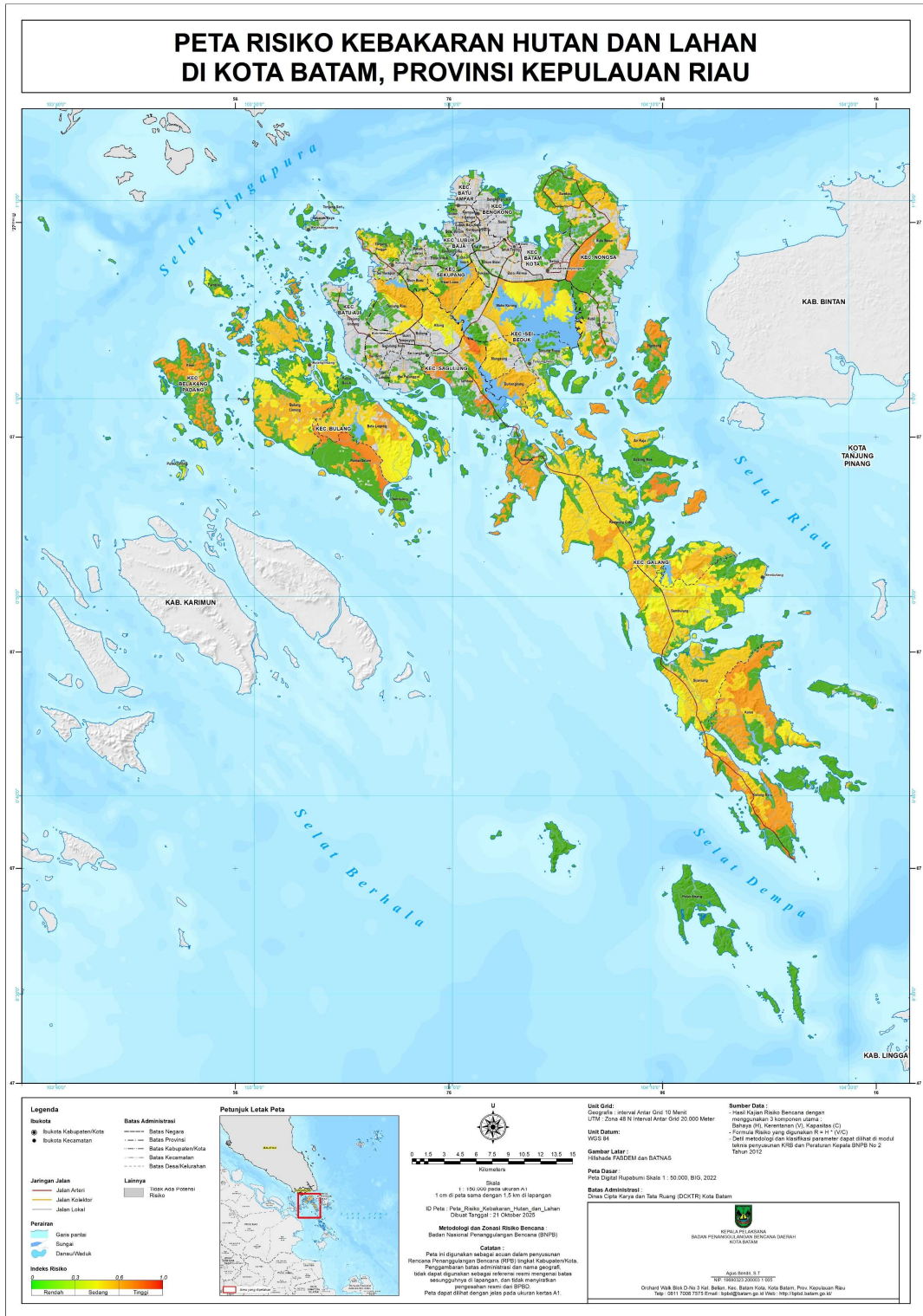


Gambar 3.47 Peta Risiko Bencana Gempabumi Kota Batam
Sumber: Hasil Analisis Data (2025)

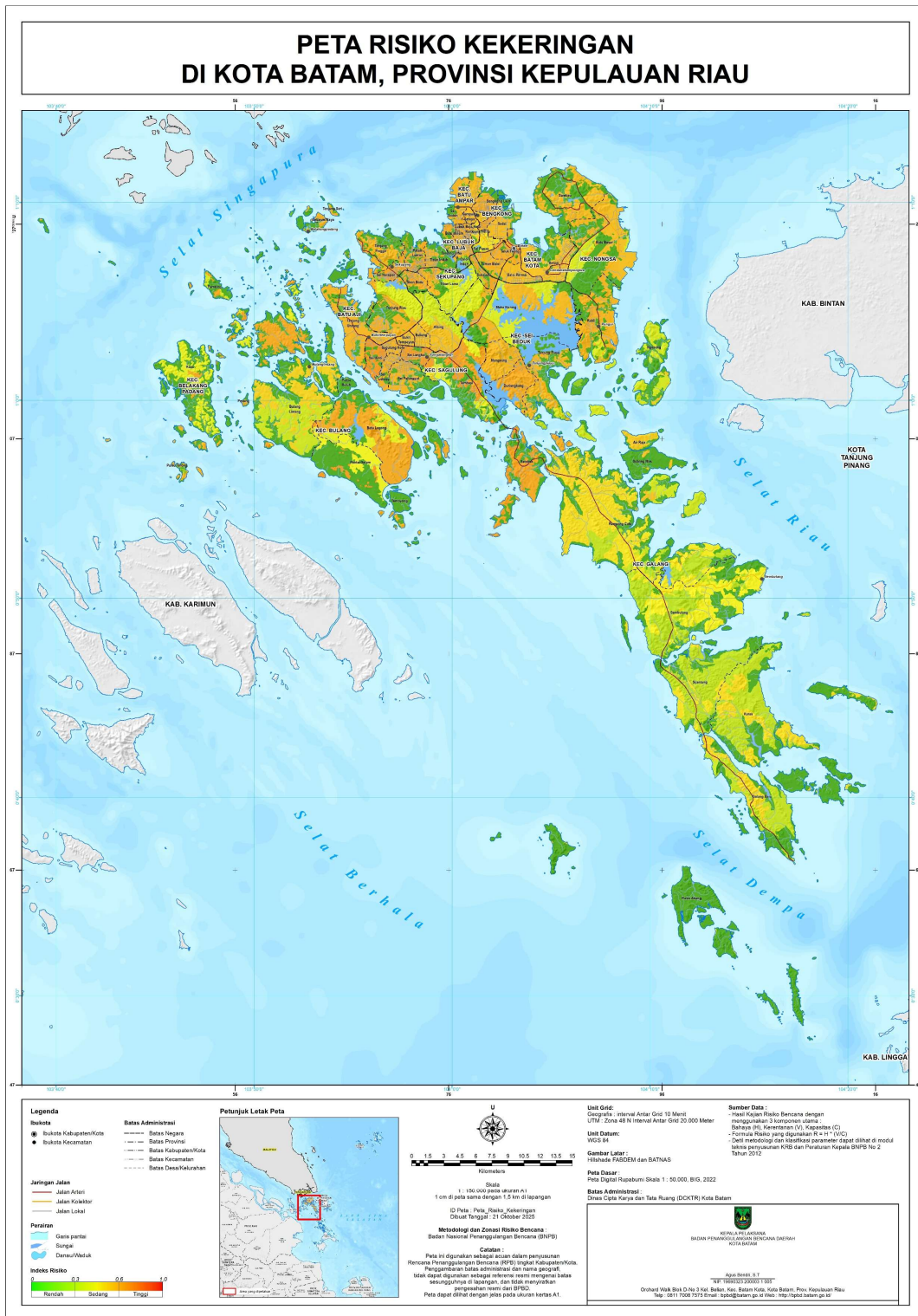


Gambar 3.48 Peta Risiko Bencana Gelombang Ekstrim dan Abrasi Kota Batam

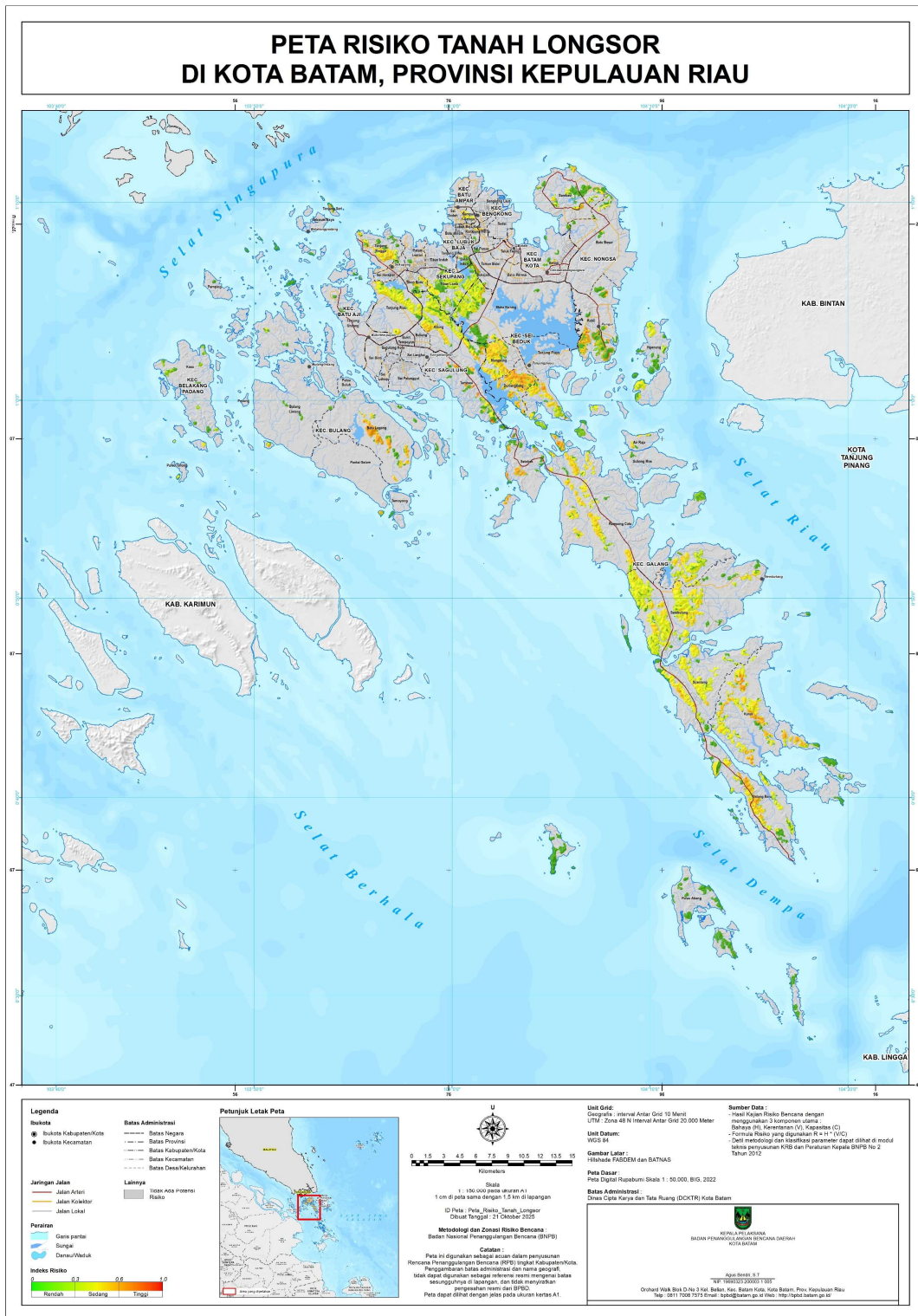
Sumber: Hasil Analisis Data (2025)



Gambar 3.49 Peta Risiko Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan Kota Batam
Sumber: Hasil Analisis Data (2025)



Gambar 3.50 Peta Risiko Bencana Kekeringan Kota Batam
Sumber: Hasil Analisis Data (2025)



Gambar 3.51 Peta Risiko Bencana Tanah Longsor Kota Batam
Sumber: Hasil Analisis Data (2025)

3.3.9. Kajian Tingkat Risiko Bencana

a. Rekapitulasi bahaya

Berdasarkan uraian analisis bahaya di atas, hasil rekapitulasi seluruh bahaya yang berpotensi di Kota Batam ditunjukkan dengan tingkat/kelas bahaya yang diperoleh berdasarkan nilai indeks bahaya, dapat dilihat pada Tabel 3.53 berikut.

Tabel 3. 53 Rekapitulasi Potensi Bahaya di Kota Batam

Jenis Bahaya	BAHAYA				
	LUAS (HA)				KELAS
	RENDAH	SEDANG	TINGGI	TOTAL	
BANJIR	8.229,90	11.461,39	5.274,18	24.965,47	TINGGI
CUACA EKSTRIM	0,81	13.259,98	75.822,72	89.083,51	TINGGI
GELOMBANG EKSTRIM DAN ABRASI	-	20.178,00	1.169,73	21.347,73	TINGGI
GEMPABUMI	102.028,00	-	-	102.028,00	RENDAH
KEBAKAARAN HTAN DAN LAHAN	158,67	64.578,91	15.582,05	80.319,63	TINGGI
KEKERINGAN	15,13	78.918,26	23.094,61	102.028,00	TINGGI
TANAH LONGSOR	2.566,80	6.622,83	7.296,57	16.486,20	TINGGI
MULTIBAHAYA	-	13.171,16	88.856,84	102.028,00	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025

Tabel di atas memperlihatkan hasil analisis nilai indeks masing-masing bencana. Nilai indeks tersebut menentukan tingkat bahaya melalui pengelompokan rendah, sedang, dan tinggi. Jenis bahaya yang tergolong kelas bahaya tinggi adalah banjir, cuaca ekstrim, gelombang ekstrim dan abrasi, kebakaran hutan dan lahan, kekeringan, tanah longsor dan multibahaya.

b. Rekapitulasi Kerentanan

Berdasarkan uraian analisis kerentanan pada bagian sebelumnya, hasil rekapitulasi seluruh potensi kerentanan per jenis bahaya di Kota Batam ditunjukkan dengan tingkat/kelas kerentanan yang diperoleh berdasarkan nilai indeks komponen kerentanan, dapat dilihat pada Tabel 3.54 dan Tabel 3.55.

Tabel 3. 54 Rekapitulasi Potensi Penduduk Terpapar di Kota Batam

KECAMATAN	POTENSI PENDUDUK TERPAPAR (JIWA)					
	PENDUDUK	KELOMPOK RENTAN			KELAS	
		RASIO JENIS KELAMIN	UMUR RENTAN	PENDUDUK MISKIN		PENDUDUK DISABILITAS
BANJIR	754.585	117	63.947	242.070	583	SEDANG
CUACA EKSTRIM	1.338.066	117	115.368	447.767	1.097	SEDANG

KECAMATAN	POTENSI PENDUDUK TERPAPAR (JIWA)					KELAS
	PENDUDUK	KELOMPOK RENTAN				
		RASIO JENIS KELAMIN	UMUR RENTAN	PENDUDUK MISKIN	PENDUDUK DISABILITAS	
GELOMBANG EKSTRIM DAN ABRASI	101.318	117	10.546	51.727	102	SEDANG
GEMPABUMI	1.365.266	117	118.410	462.625	1.124	SEDANG
KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN	-	-	-	-	-	-
KEKERINGAN	1.365.266	117	118.410	462.625	1.124	SEDANG
TANAH LONGSOR	29.342	117	2.697	12.002	23	SEDANG
MULTIBAHAYA	1.365.266	117	118.410	462.625	1.124	SEDANG

Sumber: Hasil Analisis 2025

Seluruh jenis bencana berada pada kerentanan penduduk terpapar kelas sedang, sementara jenis bencana kebakaran hutan dan lahan tidak berdampak pada. Jenis bencana yang memapar seluruh penduduk adalah gempabumi, kekeringan, dan multibahaya. Setelah itu, jenis bencana banjir serta gelombang Ekstrim dan abrasi memiliki potensi jumlah penduduk terpapar yang signifikan

Tabel 3. 55 Rekapitulasi Potensi Kerugian dan Kerusakan di Kota Batam

KECAMATAN	POTENSI KERUGIAN (JUTA RUPIAH)				POTENSI KERUSAKAN LINGKUNGAN (HA)		KELAS KERENTANAN
	FISIK	EKONOMI	TOTAL KERUGIAN	KELAS KERUGIAN	KERUSAKAN LINGKUNGAN	KELAS	
BANJIR	1.800.670,13	64.306,50	1.864.976,63	TINGGI	2.987	TINGGI	TINGGI
CUACA EKSTRIM	15.938.772,79	1.253.785,76	17.192.558,55	TINGGI	-	-	TINGGI
GELOMBANG EKSTRIM DAN ABRASI	332.724,07	91.721,94	424.446,01	TINGGI	5.103	TINGGI	TINGGI
GEMPABUMI	0	0	0	RENDAH	-	-	RENDAH
KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN	-	1.128.618,72	1.128.618,72	SEDANG	18.732	TINGGI	TINGGI
KEKERINGAN	-	1.032.916,78	1.032.916,78	SEDANG	19.702	TINGGI	TINGGI
TANAH LONGSOR	202.102,12	255.916,23	458.018,35	TINGGI	4.813	TINGGI	TINGGI
MULTIBAHAYA	16.248.986,66	1.585.483,06	17.834.469,72	TINGGI	28.557	TINGGI	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025

Pada potensi kerugian, hanya gempabumi yang memiliki potensi kerentanan kelas rendah, untuk jenis bencana kebakaran hutan dan lahan serta kekeringan berada pada kelas sedang, sementara jenis bencana lainnya berada pada kelas tinggi. Cuaca Ekstrim, kebakaran hutan dan lahan, kekeringan dan multibahaya memiliki potensi kerugian tertinggi baik secara kelas total.

Untuk aspek kerusakan lingkungan, seluruh jenis bencana lainnya berada pada kerentanan kelas tinggi. Bencana multibahaya, kebakaran hutan dan lahan, dan kekeringan memiliki jumlah luasa tertinggi yang terdampak kerusakan lingkungan. Berdasarkan pengkajian aspek penduduk terpapar, kerugian, dan kerusakan lingkungan, maka jenis bencana yang menimbulkan kerentanan sedang adalah gempabumi dan tanah longsor, sementara jenis bencana lainnya menimbulkan potensi kerentanan tinggi

c. Rekapitulasi Kapasitas

Hasil kajian menunjukkan bahwa kelas kapasitas bencana di Kota Batam dominan berada kelas rendah. Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada Tabel 3.56

Tabel 3. 56 Kapasitas di Kota Batam

JENIS BENCANA	INDEKS KETAHANAN DAERAH	INDEKS KETAHANAN DAERAH TRANSFORMASI	INDEKS KESIAPSIAGAAN MASYARAKAT	INDEKS KAPASITAS	KELAS KAPASITAS
BANJIR	0,33	0,28	0,51	0,42	SEDANG
CUACA EKSTRIM	0,33	0,28	0,47	0,39	SEDANG
GELOMBANG EKSTRIM DAN ABRASI	0,33	0,28	0,43	0,37	SEDANG
GEMPABUMI	0,33	0,28	0,38	0,34	SEDANG
KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN	0,33	0,28	0,40	0,35	SEDANG
KEKERINGAN	0,33	0,28	0,30	0,29	RENDAH
TANAH LONGSOR	0,33	0,28	0,43	0,37	SEDANG
MULTIBAHAYA	0,33	0,28	0,42	0,36	SEDANG

Sumber: Hasil Analisis 2025

Kelas kapasitas daerah terhadap jenis bencana kekeringan berada pada kelas rendah, sementara jenis bencana lainnya berada pada kelas kapasitas sedang.

Pada aspek Indeks Kesiapsiagaan Masyarakat, Kota Batam memiliki nilai yang rendah untuk jenis bencana kekeringan. Sementara itu, nilai ndeks Kesiapsiagaan Masyarakat pada jenis bencana lainnya termasuk kelas sedang.

Indeks Ketahanan Daerah Transformasi menunjukkan kelas rendah pada seluruh jenis bencana. Hal ini menunjukkan bahwa pemerintah daerah perlu segera mengevaluasi terhadap indikator dan prioritas yang ada dalam Indeks Ketahanan Daerah.

d. Rekapitulasi Risiko

Analisis dalam kajian risiko bencana meliputi analisis potensi bahaya, kerentanan, kapasitas daerah, hingga mengarahkan pada kesimpulan tingkat risiko bencana di Kota Batam. Kajian risiko bencana dapat pula digunakan untuk mengetahui mekanisme perlindungan dan strategi dalam menghadapi bencana. Keseluruhan analisis pada rangkaian kajian risiko bencana juga dapat digunakan dalam penyusunan rencana tindak tanggap darurat, rehabilitasi dan rekonstruksi. Hasil kajian tingkat risiko bencana di Kota Batam dapat dilihat pada Tabel 3.57.

Tabel 3. 57 Rekapitulasi Potensi Luas Risiko di Kota Batam

Jenis Bahaya	RISIKO				
	LUAS (HA)				KELAS
	RENDAH	SEDANG	TINGGI	TOTAL	
BANJIR	9.771,92	13.310,18	1.883,37	24.965,47	TINGGI
CUACA EKSTRIM	8.366,71	19.843,72	16.849,18	45.059,60	TINGGI
GELOMBANG EKSTRIM DAN ABRASI	2.819,44	17.492,30	1.035,99	21.347,73	TINGGI
GEMPABUMI	34.167,80	16.283,74	-	50.451,54	SEDANG
KEBAKARAN HUTAN DAN LAHAN	34.454,57	35.011,40	10.853,66	80.319,63	TINGGI
KEKERINGAN	39.932,30	53.321,29	8.774,41	102.028,00	TINGGI
TANAH LONGSOR	5.380,89	10.396,74	708,57	16.486,20	SEDANG
MULTIBAHAYA	9.675,11	75.596,57	16.756,32	102.028,00	TINGGI

Sumber: Hasil Analisis 2025

Jenis bencana gempabumi dan tanah longsor memiliki tingkat risiko sedang, sedangkan jenis bencana lainnya memiliki tingkat risiko tinggi. Jenis bahaya dengan luas risiko tertinggi adalah bahaya kekeringan dan multibahaya yang memapar seluruh wilayah administrasi Kota Batam. Setelah itu, jenis bencana dengan total luas yang signifikan adalah, kebakaran hutan dan lahan serta gempabumi.

3.3.10. Akar Permasalahan

Sebagaimana yang telah diuraikan pada bagian sebelumnya, kajian risiko bencana menghasilkan 7 (tujuh) jenis bahaya yang berpotensi terjadi di Kota Batam. Ketujuh jenis bahaya tersebut adalah banjir, cuaca Ekstrim, gelombang Ekstrim dan abrasi, gempabumi kebakaran hutan dan lahan, kekeringan dan tanah longsor. Tingginya tingkat risiko bencana yang dihasilkan adalah akibat dari interaksi antara faktor bahaya, kerentanan dan kapasitas yang berpotensi menimbulkan dampak dan kerugian. Oleh karena itu, rekomendasi peningkatan kapasitas dan penurunan kerentanan yang dirumuskan perlu

mengacu pada analisis akar masalah bencana di Kota Batam agar rumusan rekomendasi dapat sesuai dengan kebutuhan di lapangan.

Akar masalah adalah masalah pokok yang diidentifikasi sebagai penyebab utama yang dapat memicu peristiwa bencana. Akar masalah tersebut dapat berupa faktor sumber daya manusia, fisik, lingkungan, sosial dan finansial. Temuan akar masalah diperoleh berdasarkan hasil survei lapangan terhadap titik lokasi rawan bencana serta wawancara kepada para pemangku kepentingan baik pemerintah daerah dan masyarakat.

a. Bencana Banjir

Bencana banjir di Kota Batam terutama disebabkan oleh menurunnya daya resap tanah akibat pesatnya alih fungsi lahan menjadi kawasan permukiman, komersial, dan industri. Pertumbuhan kawasan terbangun yang sangat cepat tidak diimbangi dengan penyediaan ruang terbuka hijau dan area resapan air yang memadai. Sistem drainase kota juga belum mampu mengakomodasi volume air saat hujan berintensitas tinggi dan banyak saluran yang mengalami penyumbatan maupun sedimentasi. Selain itu, perubahan bentuk lahan akibat pemotongan bukit mengubah jalur aliran air alami, menyebabkan terbentuknya titik-titik cekungan yang mudah mengalami genangan. Minimnya sistem peringatan dini banjir dan rendahnya kesiapsiagaan masyarakat turut memperbesar dampak yang ditimbulkan.

c. Bencana Cuaca Ekstrim

Cuaca Ekstrim, seperti angin kencang atau puting beliung dipengaruhi oleh kondisi geografis Kota Batam yang berada pada jalur angin permukaan laut yang kuat. Perubahan temperatur laut dan tingginya pemanasan permukaan daratan memicu pembentukan angin pusaran lokal. Banyak rumah warga, terutama di kawasan pesisir dan pulau-pulau kecil, dibangun dengan struktur ringan yang tidak memenuhi standar ketahanan terhadap angin, sehingga mudah rusak ketika diterjang angin kencang. Minimnya vegetasi pelindung dan rendahnya kesadaran masyarakat terhadap tanda-tanda cuaca ekstrim turut memperbesar dampak. Belum adanya sistem peringatan dini cuaca ekstrim berbasis komunitas semakin meningkatkan kerentanan masyarakat di wilayah terdampak.

d. Bencana Gelombang Ekstrim dan Abrasi

Ancaman gelombang Ekstrim dan abrasi pesisir di Kota Batam terutama disebabkan oleh menurunnya tutupan mangrove yang berfungsi sebagai pelindung alami garis pantai. Perkembangan permukiman dan fasilitas ekonomi yang terlalu dekat dengan garis pantai menyebabkan wilayah pesisir semakin rentan terhadap terpaan gelombang tinggi. Peningkatan frekuensi cuaca laut ekstrim akibat perubahan iklim global semakin memperbesar risiko kerusakan. Di samping itu, upaya mitigasi seperti pembangunan

struktur pelindung pantai dan restorasi mangrove belum berjalan optimal, sehingga perlindungan alami terhadap abrasi terus melemah.

e. Bencana Gempabumi

Meskipun Kota Batam berada pada wilayah dengan potensi gempabumi relatif rendah, akar masalah risiko gempa tetap muncul karena sebagian besar bangunan tidak dirancang dengan standar ketahanan gempa yang memadai. Banyak bangunan permukiman, ruko, dan fasilitas umum dibangun tanpa perhitungan struktur yang sesuai dengan pedoman bangunan tahan gempa. Tingkat kesadaran masyarakat mengenai bahaya gempabumi juga masih rendah, sehingga kesiapsiagaan dalam menghadapi guncangan tiba-tiba belum optimal. Selain itu, pengawasan teknis konstruksi masih terbatas, terutama pada bangunan non-formal atau yang dibangun secara mandiri, sehingga kualitas struktur menjadi beragam dan rentan mengalami kerusakan apabila terjadi gempa berskala sedang. Rendahnya kapasitas perencanaan dan minimnya simulasi maupun edukasi kebencanaan turut memperbesar potensi kerentanan, meskipun frekuensi kejadian gempa di Batam tidak setinggi wilayah lain di Indonesia.

f. Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan

Kebakaran hutan dan lahan di Kota Batam umumnya terjadi pada kawasan semak belukar, lahan kosong, serta wilayah hinterland yang memiliki tutupan vegetasi kering pada musim kemarau. Akar masalah kebakaran lahan terutama disebabkan oleh praktik pembakaran terbuka yang masih dilakukan untuk membersihkan lahan, baik secara sengaja maupun akibat kelalaian masyarakat. Kondisi vegetasi yang mudah terbakar, seperti ilalang dan semak kering, mempercepat penyebaran api terutama pada periode cuaca panas dan angin kencang. Minimnya sarana pemadaman di wilayah terpencil atau pulau-pulau kecil di sekitar Batam, serta terbatasnya akses kendaraan pemadam menuju lokasi kebakaran, turut memperbesar dampak kebakaran hutan dan lahan di wilayah ini.

g. Bencana Kekeringan

Akar masalah kekeringan di Kota Batam terutama disebabkan oleh ketergantungan penuh pada sumber air permukaan, khususnya waduk, tanpa adanya sumber air alternatif seperti sumur dalam atau sistem penampungan air hujan yang memadai. Pada musim kemarau panjang, debit waduk menurun drastis dan tidak mampu memenuhi kebutuhan air masyarakat maupun industri. Kondisi ini diperburuk oleh pertumbuhan penduduk dan industri yang meningkat lebih cepat daripada kapasitas pasokan air, sehingga suplai menjadi sangat rentan terganggu.

h. Bencana Tanah Longsor

Terakhir, tanah longsor banyak dipicu pemanfaatan lahan perbukitan tanpa memperhatikan kaidah geoteknik dan kapasitas dukung tanah. Pemotongan lereng bukit untuk pembangunan permukiman menyebabkan lereng menjadi curam dan tidak stabil,

terlebih tanpa diperkuat dengan struktur penahan dan drainase lereng yang memadai. Hilangnya vegetasi penahan tanah mengakibatkan tanah menjadi mudah jenuh air dan rentan bergerak saat terjadi hujan lebat. Permukiman yang berada terlalu dekat dengan kaki bukit turut meningkatkan risiko terdampak, terutama pada periode curah hujan ekstrim yang belakangan semakin sering terjadi di Batam.

3.3.11. Potensi Bencana Prioritas

Prioritas risiko bencana yang ditangani disusun untuk menentukan prioritas pemenuhan sumber daya daerah, dan upaya kesiapsiagaan. Risiko bencana yang tidak prioritas bukan berarti tidak dilakukan upaya pengelolaan, melainkan pengelolaannya melalui tindakan/ kegiatan dan mekanisme generik.

Proses perumusan prioritas risiko bencana:

- a. Tingkat risiko bersumber dari Dokumen Kajian Risiko Bencana (KRB),
- b. Tingkat kerawanan/ kecenderungan kejadian dihasilkan dari catatan sejarah kejadian bencana yang ada di daerah dan/atau menggunakan data dalam DIBI BNPB.

Berdasarkan hasil kajian risiko bencana dan kecenderungan kejadian bencana dalam berdasarkan data pada DIBI dalam 10 tahun terakhir, maka dapat dianalisis prioritas penanganan risiko bencana yang dapat dilakukan oleh pemerintah daerah Kota Batam. Prioritas penanganan risiko bencana dibagi dalam 3 (tiga) prioritas yaitu prioritas pertama, prioritas kedua, dan prioritas ketiga.

- a. Prioritas pertama adalah penanganan risiko bencana (dampak dari bencana) untuk jenis bencana dengan kelas risiko Sedang atau Tinggi dan kecenderungan kejadian bencana Meningkat atau Tetap.
- b. Prioritas kedua adalah penanganan risiko bencana (dampak dari bencana) untuk jenis bencana dengan kelas risiko Rendah, Sedang, ataupun Tinggi dan kecenderungan kejadian bencana Menurun, Tetap, ataupun Meningkat.
- c. Sementara yang dimaksud prioritas ketiga adalah penanganan risiko bencana (dampak dari bencana) untuk jenis bencana dengan kelas risiko Rendah atau Sedang dan kecenderungan kejadian bencana Menurun atau Tetap, Hasil analisis ketiga prioritas tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.58 Prioritas Penanganan Risiko Bencana Kota Batam

PRIORITAS PENANGANAN RISIKO BENCANA		KELAS RISIKO BENCANA		
		RENDAH	SEDANG	TINGGI
KECENDERUNGAN KEJADIAN BENCANA	MENURUN		<i>Gempabumi</i>	<i>Kekeringan</i>
	TETAP		<i>Tanah Longsor</i>	<i>Gelombang Ekstrim dan Abrasi serta Kebakaran Hutan dan Lahan</i>
	MENINGKAT			<i>Banjir dan Cuaca Ekstrim</i>

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Keterangan:

I	Prioritas Pertama
II	Prioritas Kedua
III	Prioritas Ketiga

Hasil kajian risiko bencana Kota Batam menunjukkan bahwa:

- a. Banjir, cuaca Ekstrim, kebakaran hutan dan lahan, tanah longsor, serta gelombang ekstrim dan abarasi menjadi kategori prioritas pertama yang membutuhkan penanganan segera dan menyeluruh, terutamanya pada langkah pencegahan dan kesiapsiagaan.
- b. Sementara itu, jenis bencana prioritas kedua untuk ditangani di Kota Batam adalah tanah longsor dan Kekeringan. Sedangkan Gempabumi jadi bencana prioritas ketiga

BAB 4

REKOMENDASI

Kajian risiko bencana merupakan dasar dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana daerah, dikarenakan pengkajian tersebut dilakukan untuk memetakan tingkat risiko seluruh potensi bencana berdasarkan bahaya, kerentanan dan kapasitas. Kajian tingkat risiko bencana dilakukan untuk menilai dampak yang ditimbulkan akibat kejadian bencana, sehingga dapat dilakukan upaya pengurangan risiko bencana dengan mengurangi jumlah kerugian baik dari jumlah jiwa terpapar, kerugian harta benda serta jumlah kerusakan lingkungan.

Upaya pengurangan risiko bencana tersebut perlu didukung dengan tindakan yang dilakukan oleh pemerintah daerah. Pengambilan tindakan tersebut, perlu ditujukan untuk mengurangi risiko bencana dan meningkatkan ketangguhan pemerintah daerah dan masyarakat dalam menghadapi ancaman bencana. Untuk melaksanakan pilhan tindakan, maka diperlukan penguatan komponen-komponen dasar pendukung penyelenggaraan penanggulangan bencana, sehingga fokus daerah dalam melakukan optimalitas penanggulangan bencana dapat berjalan dengan lebih terarah melalui hasil analisis kajian risiko bencana

4.1. Rekomendasi Generik

Analisis kajian risiko bencana juga menghasilkan rekomendasi tindakan penanggulangan bencana yang perlu dilakukan oleh pemerintah daerah. Rekomendasi tindakan tersebut diperoleh dari kajian kapasitas daerah berdasarkan kesiapsiagaan desa/kelurahan dan ketahanan daerah. Kajian kesiapsiagaan menghasilkan rekomendasi yang ditujukan untuk masyarakat, sedangkan ketahanan daerah ditujukan untuk pemerintah daerah. Oleh karena itu, pemilihan rekomendasi tindakan perlu mempertimbangkan kondisi daerah terhadap penanggulangan bencana, baik dari segi kondisi masyarakat maupun pemerintah.

Beberapa rekomendasi tindakan penanggulangan bencana dapat dihasilkan dari analisis kajian risiko khususnya di bagian kajian kapasitas daerah. Rekomendasi tindakan tersebut dinilai dari kondisi daerah berdasarkan 71 Indikator Ketahanan Daerah (IKD) yang difokuskan untuk pemerintah daerah. 71 indikator hanya melingkupi 7 (tujuh) jenis bahaya yang menjadi tanggung jawab bersama antar pemerintah pusat, pemerintah provinsi dan pemerintah daerah dalam upaya penyelenggaraan penanggulangan bencana. Bahaya tersebut yaitu banjir, cuaca ekstrim, gempabumi, gelombang ekstrim dan abrasi, kebakaran hutan dan lahan, kekeringan, serta tanah longsor,. Sementara itu, kajian kesiapsiagaan difokuskan terhadap masyarakat dengan 19

indikator pencapaian. Lingkup bahaya dalam kajian ini adalah selain dari 8 (delapan) jenis bahaya pada 71 indikator yang menjadi tanggung jawab pemerintah daerah.

Penjabaran secara umum hasil analisis terkait dengan 7 (tujuh) Kegiatan Penanggulangan Bencana dengan 71 indikator telah dijabarkan dalam bab sebelumnya. Untuk melihat beberapa rekomendasi tindakan yang akan ditindaklanjuti dari kajian risiko bencana ini perlu adanya analisis kondisi daerah yang mengacu kepada indikator yang ada. Adapun rekomendasi tindakan penanggulangan bencana berdasarkan 7 (tujuh) Kegiatan Penanggulangan Bencana dibahas lebih lanjut pada sub bab berikut.

4.1.1. Perkuatan Kebijakan dan Kelembagaan

- 1) Penguatan Aturan Daerah tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana.** Kota Batam perlu menginisiasi penyusunan Perda tentang penyelenggaraan penanggulangan bencana dengan melibatkan para pemangku kepentingan. Perda tersebut kemudian menjadi dasar dalam penyusunan turunan aturan lainnya seperti Perwali, SK Kepala Daerah dan lainnya. Regulasi tersebut diharapkan dapat menjadi dasar dan acuan dalam penyelenggaraan penanggulangan bencana.
- 2) Penerapan Aturan Teknis Pelaksanaan Fungsi BPBD.** Kota Batam perlu memastikan pembentukan BPBD dapat meningkatkan upaya penyelenggaraan penanggulangan bencana di daerah. Salah satunya yaitu melalui integrasi antara Perda Penanggulangan Bencana dengan aturan dan kebijakan daerah lainnya.
- 3) Penguatan Aturan dan Mekanisme Forum PRB.** Kota Batam perlu menginisiasi pembentukan Forum PRB dengan melibatkan seluruh lapisan masyarakat. Pembentukan Forum PRB dilakukan dengan diawali oleh penyusunan aturan dan mekanisme pembentukan Forum PRB.
- 4) Penguatan Aturan dan Mekanisme Penyebaran Informasi Kebencanaan.** Kota Batam perlu mendorong mekanisme dan prosedur penyebaran informasi kebencanaan di daerah agar terintegrasi dengan sistem informasi kebencanaan di tingkat nasional. Selain itu, perlunya untuk turut mendorong peran swasta dan masyarakat dalam mekanisme atau prosedur penyebaran informasi kebencanaan tersebut.
- 5) Penguatan Peraturan Daerah tentang Rencana Penanggulangan Bencana.** Kota Batam perlu menginisiasi penyusunan dokumen perencanaan yang didasarkan pada hasil kajian risiko bencana. Rencana Penanggulangan Bencana (RPB) tersebut kemudian diperkuat dengan regulasi daerah berupa peraturan daerah atau turunannya sehingga menjadi dasar dalam penganggaran penyelenggaraan penanggulangan bencana.

- 6) Penguatan Peraturan Daerah tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Berbasis Kajian Risiko Bencana untuk Pengurangan Risiko Bencana.** Kota Batam telah memiliki Perda RTRW yang mempertimbangkan informasi ancaman bencana. Begitu juga dalam aturan terkait tata guna lahan dan pendirian bangunan sudah mempertimbangkan prinsip PRB. Selanjutnya Kota Batam perlu berfokus pada penengakan tindakan hukum terhadap pelanggaran peruntukan tata ruang untuk menjamin prinsip PRB tetap berjalan.
- 7) Penguatan Forum PRB.** Kota Batam menginisiasi pembentukan forum PRB yang terdiri dari berbagai komponen/kelompok (baik pemerintah daerah, LSM, PMI, akademisi, media, kelompok agama dan pihak berkepentingan lainnya) untuk penyelenggaraan pengurangan risiko bencana daerah. Pembentukan Forum PRB tersebut agar ditetapkan dengan dokumen legal (misalnya SK Kepala Daerah).
- 8) Studi Banding Legislatif dan Eksekutif untuk Kegiatan Pengurangan Risiko Bencana di Daerah.** Lembaga DPRD telah menunjukkan keterlibatan dalam kegiatan terkait PRB di Kota Batam, baik berupa mengakomodasi usulan kegiatan terkait dengan PRB maupun dukungan penganggaran terhadap aktivitas PRB di daerah. Diharapkan fungsi aktif DPRD dalam mengusulkan program terkait PRB dapat didorong hingga penggunaan dana aspirasi untuk kegiatan terkait PRB.

4.1.2. Pengkajian Risiko dan Perencanaan Terpadu

- 1) Penyusunan Peta Bahaya dan Pembaharuannya sesuai dengan aturan.** Kota Batam telah memiliki data dan informasi yang diolah dalam bentuk peta bahaya beserta kajiannya yang mampu menggambarkan karakteristik ancaman bencana dan jumlah potensi luas bahaya yang ada. Selanjutnya peta bahaya tersebut agar digunakan dalam penyusunan kajian risiko bencana dan menghasilkan rekomendasi kebijakan penanggulangan bencana di Kota Batam.
- 2) Penyusunan Peta Kerentanan dan Pembaharuannya sesuai dengan aturan.** Kota Batam telah memiliki data dan informasi yang diolah dalam bentuk peta kerentanan beserta kajiannya yang mampu menggambarkan karakteristik kerentanan dari ancaman bencana dan jumlah potensi penduduk terpapar hingga potensi kerugian dari setiap jenis ancaman bencana yang ada. Selanjutnya peta kerentanan tersebut agar digunakan dalam penyusunan kajian risiko bencana dan menghasilkan rekomendasi kebijakan penanggulangan bencana di Kota Batam.
- 3) Penyusunan Peta Kapasitas dan Pembaharuannya sesuai dengan aturan.** Kota Batam telah memiliki data dan informasi mengenai tingkat kapasitas dari tiap ancaman bencana yang ada. Data dan informasi tersebut agar diolah dalam bentuk peta kapasitas

yang mampu menggambarkan kemampuan daerah terhadap jenis ancaman bencana yang ada serta mampu menghasilkan rekomendasi kebijakan penanggulangan bencana.

- 4) Penyusunan Dokumen Rencana Penanggulangan Bencana Daerah.** Kota Batam perlu menyusun dokumen Rencana Penanggulangan Bencana berdasarkan hasil kajian risiko bencana yang ada. Proses penyusunan tersebut melibatkan lintas OPD, masyarakat, akademisi, dunia usaha, maupun organisasi nonpemerintah.

4.1.3. Pengembangan Sistem Informasi, Diklat dan Logistik

- 1) Penguatan Struktur dan Mekanisme Informasi Kebencanaan Daerah.** Kota Batam telah memiliki aturan atau mekanisme penyebaran data dan informasi kejadian kebencanaan di daerah yang disampaikan ke masyarakat. Data dan informasi kebencanaan tersebut agar diolah untuk dapat menjadi dasar pengambilan keputusan bagi pemerintah daerah dalam penanggulangan bencana dan disampaikan kepada multistakeholder.
- 2) Membangun Kemandirian Informasi Kecamatan untuk Pencegahan dan Kesiapsiagaan bagi Masyarakat.** Kota Batam agar melakukan kegiatan sosialisasi pencegahan dan kesiapsiagaan bencana pada tiap-tiap kecamatan yang ada. Kegiatan dimaksud agar dilakukan secara rutin dan menjangkau seluruh lapisan masyarakat pada setiap kecamatan yang ada dengan isi materi yang terstandar sesuai dengan ancaman eksisting.
- 3) Komunikasi Bencana Lintas Lembaga.** Kota Batam telah memiliki mekanisme bersama yang menjalankan peran bagi-guna data dan informasi kebencanaan. Diharapkan mekanisme tersebut dapat saling dimanfaatkan oleh masing-masing stakeholder.
- 4) Penguatan Pusdalops Penanggulangan Bencana.** Kota Batam agar membentuk Pusat Pengendali Operasi (Pusdalops) atau Sistem Komando Tanggap Darurat Bencana (SKPDB) yang terstruktur dalam sebuah prosedur operasi. Pembentukan Pusdalops perlu didukung dengan peralatan yang memadai agar dapat menjalankan fungsi peringatan dini dan penanganan masa krisis.
- 5) Pemanfaatan Sistem Pendataan Daerah yang Terintegrasi dengan Sistem Pendataan Nasional.** Kota Batam telah memiliki sarana dan prasarana yang mendukung sistem pendataan bencana yang terhubung dengan sistem pendataan bencana nasional. Selanjutnya perlu dipastikan bahwa sistem pendataan di tingkat nasional dan di tingkat daerah dapat saling memanfaatkan.

- 6) Sertifikasi Personil PB untuk Penggunaan Peralatan PB.** Kota Batam agar melakukan peningkatan kapasitas, pelatihan, dan sertifikasi terkait penggunaan peralatan penanggulangan bencana secara rutin atau berkala minimal dua kali dalam setahun. Hasil pelatihan dan sertifikasi tersebut kemudian diuji coba dalam sebuah latihan kesiapsiagaan.
- 7) Penyelenggaraan Latihan Kesiapsiagaan Daerah secara Bertahap, Berjenjang dan Berlanjut.** Kota Batam telah menyelenggarakan pelatihan kesiapsiagaan di daerah. Pelatihan tersebut diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat dan pemangku kepentingan serta menumbuhkan rasa aman dengan dilaksanakannya latihan (geladi) kesiapsiagaan tersebut.
- 8) Penyusunan Kajian Kebutuhan Peralatan dan Logistik Kebencanaan Daerah.** Kota Batam perlu melakukan kajian kebutuhan peralatan dan logistik kebencanaan berdasarkan Rencana Kontinjensi atau dokumen kajian lainnya (risiko, tanggap darurat rehabilitasi dan rekonstruksi) terhadap bencana prioritas. Hasil kajian peralatan dan logistik tersebut kemudian diintegrasikan dalam dokumen perencanaan daerah (RPB, RKP, dll) agar mendapatkan penguatan alokasi anggaran untuk pemenuhannya.
- 9) Pengadaan Peralatan dan Logistik Kebencanaan Daerah.** Kota Batam agar menentukan lembaga di pemerintahan yang menangani, mengusulkan dan/atau melaksanakan peralatan dan logistik kebencanaan untuk darurat bencana.
- 10) Penyediaan Gudang Logistik Kebencanaan Daerah.** Kota Batam telah memiliki tempat penyimpanan/pegudangan logistik di daerah. Pegudangan logistik PB yang dimiliki agar menerapkan prinsip akuntabilitas dan transparansi pengelolaannya.
- 11) Meningkatkan Tata Kelola Pemeliharaan Peralatan serta Jaringan Penyediaan/Distribusi Logistik.** Kota Batam agar menetapkan lembaga di pemerintahan yang menangani pemeliharaan peralatan dan *supply chain* logistik yang diselenggarakan secara periodik. Lembaga tersebut juga perlu dilengkapi dengan kemampuan sumber daya (anggaran, personil, peralatan, mekanisme dan prosedur) yang cukup untuk penanganan kebutuhan darurat bencana.
- 12) Penyusunan Strategi dan Mekanisme Penyediaan Cadangan Listrik.** Kota Batam perlu menentukan lembaga di pemerintahan yang bertanggung jawab menyediakan energi listrik untuk kebutuhan darurat bencana. Lembaga tersebut agar melengkapi mekanisme dan prosedur dalam pemenuhan ketersediaan energi listrik untuk kebutuhan darurat bencana di daerah.
- 13) Penguatan Strategi Pemenuhan Pangan Daerah untuk Kondisi Darurat Bencana.** Kota Batam perlu menyusun strategi pemenuhan kebutuhan pangan daerah

dengan mempertimbangkan skenario bencana terparah berdasarkan rencana kontijensi dan skenario bencana jangka panjang (*slow on set*) di daerah.

4.1.4. Penanganan Tematik Kawasan Rawan Bencana

- 1) Penerapan Peraturan Daerah tentang Rencana Tata Ruang Wilayah untuk Pengurangan Risiko Bencana.** Kota Batam perlu menginisiasi penyusunan atau pengkajian tata ruang yang terintegrasi dengan manajemen risiko bencana. Inisiatif tersebut agar dilakukan bersama dengan lintas pemangku kepentingan.
- 2) Penguatan Struktur dan Mekanisme Informasi Penataan Ruang Daerah.** Kota Batam perlu memastikan bahwa informasi penataan ruang yang ada dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai acuan dalam perencanaan dan pembangunan yang sensitif pada pengurangan risiko bencana.
- 3) Peningkatan Kapasitas Dasar Satuan Pendidikan Aman Bencana.** Kota Batam agar melaksanakan sosialisasi kepada seluruh sekolah/ madrasah di tingkat pendidikan dasar (SD) hingga menengah (SMP) yang berada pada kawasan rawan bencana. Diharapkan sebanyak 75% dari total jumlah sekolah/madrasah pendidikan dasar (SD) hingga menengah (SMP) di daerah rawan bencana sudah pernah melaksanakan kegiatan/program satuan pendidikan aman bencana.
- 4) Peningkatan Kapasitas Dasar Rumah Sakit dan Puskesmas Aman Bencana.** Kota Batam perlu melaksanakan sosialisasi rumah sakit dan puskesmas aman bencana di daerah rawan bencana. Diharapkan seluruh rumah sakit daerah rawan bencana mengintegrasikan perencanaan kegiatan/program rumah sakit aman bencana berdasarkan pada 4 modul *safety hospital* (kajian keterpaparan ancaman, gedung/bangunan aman, sarana prasarana rumah sakit aman, kemampuan penyelenggaraan penanggulangan bencana).
- 5) Pembangunan Desa Tangguh Bencana.** Kota Batam perlu melakukan peningkatan kapasitas desa/kelurahan dalam penerapan indikator desa tangguh bencana. Melalui peningkatan kapasitas tersebut, diharapkan desa tangguh bencana dapat melakukan simulasi secara mandiri dan menerapkan indikator desa tangguh bencana agar berkontribusi pada pembangunan desa berwawasan PRB.

4.1.5. Peningkatan Efektivitas Pencegahan dan Mitigasi Bencana

- 1) Pengurangan Frekuensi dan Dampak Bencana Banjir melalui Penerapan Sumur Resapan dan Biopori.** Kota Batam perlu menerapkan resapan air dalam upaya pengurangan risiko bencana banjir. Adanya sumur resapan/biopori diharapkan dapat

mengurangi intensitas banjir dan memperkecil area terdampak banjir. Efektivitas sumur resapan/biopori tersebut agar dievaluasi tiap tahunnya.

- 2) Pengurangan Frekuensi dan Dampak Bencana Banjir melalui Perlindungan Daerah Tangkapan Air.** Kota Batam perlu menerapkan perlindungan daerah tangkapan air dalam upaya pengurangan risiko bencana banjir. Perlindungan dan daerah tangkapan air diharapkan dapat menurunkan frekuensi dan luasan banjir. Efektivitas Upaya tersebut agar dievaluasi tiap tahunnya.
- 3) Pengurangan Frekuensi dan Dampak Bencana Banjir melalui Restorasi Sungai.** Kota Batam perlu menerapkan upaya restorasi sungai dalam upaya pengurangan risiko bencana banjir. Upaya restorasi sungai tersebut diharapkan dapat menurunkan frekuensi dan luasan banjir. Efektivitas Upaya tersebut agar dievaluasi tiap tahunnya.
- 4) Pengurangan Frekuensi dan Dampak Bencana Tanah Longsor melalui Penguatan Lereng.** Kota Batam perlu menyusun kebijakan tentang pengelolaan lingkungan hidup kawasan DAS rawan longsor dalam bentuk Perda atau Perkada. Kebijakan tersebut menjadi dasar dalam penerapan upaya penguatan lereng dalam upaya pengurangan risiko bencana tanah longsor.
- 5) Pembangunan/Revitalisasi Tanggul, Embung, Waduk dan Taman Kota di Daerah Berisiko Banjir.** Kota Batam perlu menerapkan upaya mitigasi struktural bencana banjir, misalnya revitalisasi tanggul, embung, atau waduk. Upaya tersebut kemudian dievaluasi secara berkala untuk menilai peningkatan kualitasnya dengan mempertimbangkan dampak perubahan iklim.

4.1.6. Perkuatan Kesiapsiagaan dan Penanganan Darurat Bencana

- 1) Penguatan Kesiapsiagaan menghadapi Bencana Banjir melalui Perencanaan Kontijensi.** Kota Batam perlu menginisiasi penyusunan rencana kontijensi untuk bencana banjir. Rencana kontijensi tersebut agar tersinkronisasi dengan Prosedur Tetap Penanganan Darurat Bencana atau Rencana Penanggulangan Kedaruratan Bencana Banjir.
- 2) Penguatan Sistem Peringatan Dini Bencana Banjir Daerah.** Kota Batam perlu menginisiasi pembangunan sistem peringatan dini banjir di daerah. Upaya tersebut agar diikuti dengan pelaksanaan pelatihan, simulasi, uji sistem dan prosedur peringatan dini secara berkala oleh multistakeholder.
- 3) Penguatan Kesiapsiagaan menghadapi Bencana Tanah Longsor melalui Perencanaan Kontijensi.** Kota Batam perlu menginisiasi penyusunan rencana kontijensi untuk bencana tanah longsor di daerah. Rencana kontijensi yang disusun agar

tersinkronisasi dengan Prosedur Tetap Penanganan Darurat Bencana atau Rencana Penanggulangan Kedaruratan Bencana Tanah Longsor.

- 4) **Penguatan Sistem Peringatan Dini Bencana Tanah Longsor Daerah.** Kota Batam agar menginisiasi pembangunan sistem peringatan dini tanah longsor di daerah. Upaya tersebut agar diikuti dengan pelaksanaan pelatihan, simulasi, uji sistem dan prosedur peringatan dini secara berkala oleh multistakeholder.
- 5) **Penguatan Kesiapsiagaan menghadapi Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan melalui Perencanaan Kontijensi.** Kota Batam agar menginisiasi penyusunan rencana kontijensi untuk bencana kebakaran hutan dan lahan di daerah. Rencana kontijensi yang disusun agar tersinkronisasi dengan Prosedur Tetap Penanganan Darurat Bencana atau Rencana Penanggulangan Kedaruratan Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan.
- 6) **Penguatan Sistem Peringatan Dini Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan Daerah.** Kota Batam perlu menginisiasi pembangunan sistem peringatan dini kebakaran hutan dan lahan di daerah. Upaya tersebut agar diikuti dengan pelaksanaan pelatihan, simulasi, uji sistem dan prosedur peringatan dini secara berkala oleh multistakeholder.
- 7) **Penguatan Mekanisme Penetapan Status Darurat Bencana.** Kota Batam perlu mengembangkan mekanisme prosedur yang mengatur tentang penentuan status darurat bencana dan penggunaan anggaran khusus untuk penanganan darurat bencana di daerah. Mekanisme dan prosedur tersebut agar diperkuat dalam bentuk aturan tertulis tentang penentuan status tanggap darurat.
- 8) **Penguatan Mekanisme Sistem Komando Tanggap Darurat Bencana.** Kota Batam agar mengembangkan mekanisme prosedur yang mengatur tentang struktur komando tanggap darurat bencana di daerah. Mekanisme dan prosedur tersebut agar diperkuat dalam bentuk aturan tertulis tentang sistem komando tanggap darurat di daerah.
- 9) **Penguatan Kapasitas dan Mekanisme Operasi Tim Reaksi Cepat untuk Kaji Cepat Bencana.** Kota Batam perlu mengembangkan prosedur pengerahan tim dan pelaksanaan kaji cepat pada masa krisis. Para relawan dan personel terlatih yang dimiliki agar melakukan kaji cepat sesuai dengan prosedur tersebut.
- 10) **Penguatan Kapasitas dan Mekanisme Operasi Tim Penyelamatan dan Pertolongan Korban.** Kota Batam perlu mengembangkan prosedur pengerahan tim penyelamatan dan pertolongan korban pada masa krisis dan tanggap darurat bencana. Prosedur tersebut menjadi acuan bagi pengerahan tim penyelamatan dan pertolongan korban agar berperan secara efektif sesuai tugas dan fungsinya.

11) Penguatan Kebijakan dan Mekanisme Perbaikan Darurat Bencana. Kota Batam perlu menyusun prosedur perbaikan darurat bencana untuk pemulihan fungsi fasilitas kritis pada masa krisis dan tanggap darurat bencana. Prosedur tersebut sebaiknya diperkuat dalam bentuk aturan daerah dan telah mengakomodasi peran pemerintah, komunitas dan dunia usaha, dalam perbaikan darurat.

12) Penguatan Kebijakan dan Mekanisme Pengerahan Bantuan Kemanusiaan kepada Masyarakat Terdampak Bencana. Kota Batam perlu mengembangkan mekanisme dan prosedur pendistribusian bantuan darurat bencana. Prosedur tersebut menjadi acuan bagi relawan dan personel dalam melakukan pendistribusian bantuan yang dapat dinilai dari evaluasi laporan.

13) Penguatan Mekanisme Penghentian Status Darurat Bencana. Kota Batam perlu membuat aturan tertulis tentang prosedur penghentian status tanggap darurat bencana yang mengatur mekanisme proses transisi/peralihan dari tanggap darurat ke rehabilitasi dan rekonstruksi.

4.1.7. Pengembangan Sistem Pemulihan Bencana

1) Perencanaan Pemulihan Pelayanan Dasar Pemerintah Pasca Bencana. Kota Batam perlu menginisiasi penyusunan mekanisme dan/atau rencana pemulihan pelayanan dasar pemerintah pasca bencana bagi sebagian ancaman bencana di daerah. Mekanisme tersebut agar disepakati bersama oleh para pemangku kepentingan dan ditetapkan dalam bentuk SOP.

2) Perencanaan Pemulihan Infrastruktur Penting Pasca Bencana. Kota Batam perlu menginisiasi penyusunan mekanisme dan/atau rencana pemulihan infrastruktur penting pasca bencana yang dapat berupa SOP atau petunjuk teknis.

3) Perencanaan Perbaikan rumah penduduk Pasca Bencana. Kota Batam perlu memastikan bahwa rancangan proses perbaikan rumah penduduk pasca bencana disusun dengan mempertimbangkan prinsip-prinsip risiko bencana guna menghindari risiko jangka panjang (*slow onset*) dari pembangunan.

4) Penguatan Kebijakan dan Mekanisme Pemulihan penghidupan masyarakat pasca bencana. Kota Batam perlu membuat mekanisme dan/atau rencana rehabilitasi dan pemulihan penghidupan masyarakat pasca bencana yang disusun secara bersama oleh pemangku kepentingan dan mempertimbangkan kebutuhan korban.

4.2. Rekomendasi Spesifik

Rekomendasi berdasarkan hasil identifikasi akar masalah menurut fakta lapangan diuraikan sebagai berikut;

4.2.1. Bencana Banjir

Berdasarkan akar masalah yang telah diidentifikasi, bencana banjir di Kota Batam terutama dipengaruhi oleh menurunnya daya resap tanah, pesatnya alih fungsi lahan, serta kapasitas sistem drainase yang tidak memadai dalam menghadapi hujan berintensitas tinggi. Perubahan bentuk lahan akibat aktivitas pemotongan bukit turut menciptakan titik-titik cekungan yang memperbesar potensi genangan. Oleh karena itu, untuk mengurangi risiko banjir perlu dilakukan beberapa rekomendasi teknis yang diprioritaskan pada kelurahan dengan tingkat risiko banjir tinggi, yaitu Kelurahan Bengkong Indah, Tanjung Buntung, Batu Selicin, Lubuk Baja Kota, dan Sungai Binti. Adapun rekomendasi teknis tersebut meliputi::

- Meningkatkan kapasitas sistem drainase melalui pelebaran saluran primer–sekunder, normalisasi saluran tersumbat, dan pengangkatan sedimentasi.
- Membangun infrastruktur pengendalian banjir, seperti kolam retensi, sumur resapan, drainase vertikal, dan ruang terbuka hijau fungsional
- Mengendalikan perubahan bentuk lahan dengan perizinan ketat dan pengawasan teknis untuk mencegah terbentuknya cekungan rawan genangan.
- Menetapkan zona resapan air dan kawasan larangan bangun, serta mewajibkan setiap pengembang menyediakan ruang terbuka hijau minimal sesuai regulasi.
- Mengembangkan sistem peringatan dini banjir berbasis curah hujan dan informasi BMKG di tingkat kelurahan.
- Meningkatkan kesadaran dan kesiapsiagaan masyarakat, termasuk pelatihan penanganan banjir dan pembersihan rutin saluran lingkungan.

4.2.2. Bencana Cuaca Ekstrim

Cuaca ekstrem berupa angin kencang dan puting beliung di Kota Batam dipicu oleh kondisi atmosfer lokal dan diperparah oleh kualitas bangunan yang belum dirancang untuk menahan beban angin serta minimnya vegetasi pelindung di kawasan terbangun. Tingkat kerentanan semakin meningkat akibat belum tersedianya sistem peringatan dini cuaca ekstrem yang efektif serta rendahnya pemahaman masyarakat terhadap tanda-tanda awal kejadian cuaca ekstrem. Berdasarkan hasil analisis risiko cuaca ekstrem, wilayah dengan tingkat risiko tinggi teridentifikasi berada di Kecamatan Batam Kota, Batu Aji, Batu Ampar, Bengkong, Belakang Padang, Bulang, Lubuk Baja, Nongsa, Sagulung, Sei Beduk, dan Sekupang. Oleh karena itu, rekomendasi teknis pengurangan risiko bencana cuaca ekstrem pada wilayah-wilayah tersebut meliputi:

- Memperkuat konstruksi rumah, khususnya di kawasan pesisir, dengan pemasangan pengikat rangka atap dan penggunaan material yang lebih tahan angin.
- Menyusun panduan bangunan tahan angin untuk masyarakat berpenghasilan rendah dan wilayah rawan.
- Menanam vegetasi penahan angin di ruang terbuka dan kawasan pesisir untuk mengurangi kecepatan angin permukaan.
- Membangun sistem peringatan dini cuaca ekstrem bekerja sama dengan BMKG, termasuk penyebaran informasi melalui RT/RW, aplikasi lokal, dan radio komunitas.
- Melakukan edukasi masyarakat tentang tanda-tanda pembentukan puting beliung dan langkah penyelamatan diri.

4.2.3. Bencana Gelombang Ekstrem dan Abrasi

Ancaman gelombang ekstrem dan abrasi di Kota Batam dipicu oleh menurunnya tutupan mangrove, pembangunan yang terlalu dekat dengan garis pantai, serta meningkatnya kejadian cuaca laut ekstrem sebagai dampak perubahan iklim. Kondisi tersebut menyebabkan wilayah pesisir menjadi semakin rentan terhadap kerusakan garis pantai. Berdasarkan hasil analisis risiko gelombang ekstrem dan abrasi, wilayah dengan tingkat risiko tinggi teridentifikasi berada di Kelurahan Batu Merah, Tanjung Sari, Tanjung Uma, Sungai Binti, dan Sungai Lekop. Oleh karena itu, rekomendasi teknis pengurangan risiko bencana gelombang ekstrem dan abrasi pada wilayah-wilayah tersebut meliputi:

- Melakukan rehabilitasi dan penanaman mangrove sebagai perlindungan alami terhadap gelombang dan abrasi.
- Membatasi pembangunan pada zona perlindungan pantai, termasuk relokasi bertahap pada permukiman yang berada sangat dekat garis pantai.
- Membangun struktur perlindungan pantai seperti revetment, breakwater atau hybrid engineering pada titik kritis.
- Melakukan monitoring pesisir secara berkala untuk mengidentifikasi area yang mengalami erosi cepat.
- Mengintegrasikan risiko abrasi dalam RTRW dan program pengelolaan wilayah pesisir.

4.2.4. Bencana Gempabumi

Walaupun Kota Batam memiliki potensi gempa yang rendah, kerentanan tetap tinggi karena banyak bangunan yang tidak memenuhi standar tahan gempa serta minimnya edukasi masyarakat. Pengawasan konstruksi yang terbatas turut meningkatkan risiko kerusakan jika terjadi guncangan. Tindakan mitigasi perlu fokus pada peningkatan kualitas bangunan dan kesiapsiagaan masyarakat. Adapun rekomendasi untuk bencana gempabumi adalah sebagai berikut:

- Meningkatkan kepatuhan terhadap standar bangunan tahan gempa, termasuk pengawasan konstruksi bangunan baru dan renovasi.
- Menyediakan panduan konstruksi sederhana tahan gempa untuk perumahan masyarakat.
- Melakukan sosialisasi dan simulasi evakuasi gempa di sekolah, kawasan industri, dan permukiman.
- Meningkatkan kapasitas instansi teknis dalam pengawasan struktur bangunan dan analisis risiko gempa.

4.2.5. Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan

Kebakaran hutan dan lahan di Kota Batam dipicu oleh aktivitas pembukaan lahan dengan cara membakar serta keterbatasan sarana dan prasarana pemadaman di wilayah hinterland dan pulau-pulau kecil. Kondisi tersebut menyebabkan api mudah menyebar dan sulit dikendalikan, sehingga berpotensi menimbulkan kerusakan lingkungan, gangguan kesehatan, serta dampak sosial dan ekonomi bagi masyarakat. Berdasarkan hasil analisis risiko kebakaran hutan dan lahan, wilayah dengan tingkat risiko tinggi teridentifikasi berada di Kelurahan Pulau Setokok dan Karas. Oleh karena itu, rekomendasi teknis pengurangan risiko bencana kebakaran hutan dan lahan pada wilayah-wilayah tersebut meliputi::

- Memperketat pengawasan dan penegakan hukum terhadap pembakaran lahan dan sampah terbuka.
- Meningkatkan kapasitas pemadam kebakaran di wilayah hinterland dan pulau-pulau (pompa portable, akses air, pos siaga).
- Memberikan pelatihan pemadaman awal bagi masyarakat, termasuk penggunaan APAR dan teknik penanggulangan api sederhana.
- Melakukan kampanye edukasi karhutla menjelang dan selama musim kemarau

4.2.6. Bencana Kekeringan

Risiko kekeringan di Kota Batam terutama disebabkan oleh tingginya ketergantungan pada waduk sebagai sumber air baku utama, keterbatasan sumber air alternatif, serta meningkatnya kebutuhan air seiring pertumbuhan penduduk dan aktivitas perkotaan. Pada musim kemarau, penurunan debit waduk berpotensi menimbulkan krisis air bersih. Berdasarkan hasil analisis risiko kekeringan, wilayah dengan tingkat risiko tinggi teridentifikasi berada di Kecamatan Batam Kota, Bengkong, Bulang, Lubuk Baja, Sagulung, Sei Beduk, dan Sekupang. Oleh karena itu, rekomendasi teknis pengurangan risiko bencana kekeringan pada wilayah-wilayah meliputi:

- Menambah sumber air alternatif, seperti sumur dalam yang dikendalikan, sistem penampungan air hujan (rainwater harvesting), dan reservoir komunal, dengan memperhatikan daya dukung airtanah serta potensi penurunan muka tanah (land subsidence).

- Mengoptimalkan kapasitas waduk melalui pengerukan sedimentasi dan pengelolaan debit yang lebih adaptif.
- Menyiapkan rencana kontinjensi kekeringan, termasuk penyediaan mobil tangki air untuk pulau-pulau kecil dan wilayah tidak terlayani pipa.
- Mengembangkan program efisiensi penggunaan air melalui edukasi rumah tangga dan industri.
- Membangun instalasi pengolahan air bersih skala kecil untuk daerah rawan kekurangan air.

4.2.7. Bencana Tanah Longsor

Tanah longsor di Kota Batam umumnya terjadi pada kawasan perbukitan yang mengalami pemotongan lereng dan kehilangan vegetasi penahan tanah. Minimnya struktur penahan dan drainase lereng meningkatkan risiko longsor, terlebih dengan adanya permukiman di kaki bukit. Penanggulangan harus mencakup pengendalian tata ruang, penguatan lereng, dan edukasi masyarakat. Adapun rekomendasi untuk bencana tanah longsor adalah sebagai berikut:

- Mengendalikan pemanfaatan lahan perbukitan melalui larangan pembangunan di zona rawan dan pengawasan aktivitas cut & fill.
- Membangun struktur penahan lereng, drainase lereng, dan sistem pengendali erosi pada permukiman yang sudah terlanjur berada di area rawan.
- Melakukan revegetasi lereng dengan tanaman berakar kuat untuk meningkatkan stabilitas tanah.
- Mengembangkan sistem peringatan dini longsor berbasis curah hujan dan gejala pergerakan tanah.
- Memberikan edukasi kepada masyarakat tentang tanda-tanda awal longsor dan prosedur evakuasi.

BAB 5

PENUTUP

Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Batam merupakan salah satu dokumen dasar yang sangat penting dalam proses perencanaan pembangunan daerah, baik di bidang kebencanaan, lingkungan hidup, maupun tata ruang. Sebagai kota kepulauan yang berkembang pesat serta memiliki peran strategis dalam sektor industri, perdagangan, dan pariwisata, Kota Batam membutuhkan perencanaan pembangunan yang memperhatikan risiko bencana secara komprehensif agar proses pembangunan dapat berlangsung secara aman, berkelanjutan, dan berketahanan. Dokumen Kajian Risiko Bencana ini sekaligus menjadi rujukan bagi perencanaan pembangunan jangka menengah daerah, dan mendukung pencapaian indikator pengurangan risiko bencana sesuai arah kebijakan nasional yang ditetapkan dalam dokumen RPJMN.

Kajian Risiko Bencana Kota Batam memberikan pemahaman menyeluruh kepada pemerintah daerah, pelaku pembangunan, sektor swasta, dan seluruh pemangku kepentingan mengenai kondisi bahaya, kerentanan, serta kapasitas yang dimiliki wilayah. Pemahaman ini sangat penting untuk menentukan prioritas pembangunan yang aman dan adaptif, terutama mengingat tantangan Kota Batam yang terus berkembang, seperti tekanan pada tata guna lahan, meningkatnya kebutuhan infrastruktur, serta tingginya eksposur masyarakat dan aset vital terhadap banjir, cuaca ekstrem, abrasi pesisir, dan bencana lainnya. Dengan demikian, dokumen kajian risiko ini menjadi dasar bagi penyusunan dokumen-dokumen perencanaan penanggulangan bencana lainnya, seperti Rencana Penanggulangan Bencana (RPB), Rencana Aksi Daerah Penanggulangan Bencana (RAD-PRB), Rencana Mitigasi Bencana, Rencana Penanggulangan Kedaruratan Bencana (RPKB), serta rencana kontinjensi untuk berbagai jenis ancaman.

Selain menjadi acuan utama bagi dokumen kebencanaan, Kajian Risiko Bencana Kota Batam juga menjadi landasan dalam penyusunan Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) dan dokumen-dokumen perencanaan tata ruang seperti RTRW dan RDTR. Integrasi aspek kebencanaan dalam perencanaan tata ruang menjadi sangat penting bagi Kota Batam, mengingat karakteristik wilayah kepulauan, pesisir, dan kawasan perbukitan yang memiliki potensi bahaya spesifik. Dengan adanya integrasi ini, pembangunan dapat diarahkan ke wilayah yang lebih aman dan minim risiko, sehingga kerugian akibat bencana dapat ditekan sejak tahap perencanaan.

Penyusunan Kajian Risiko Bencana ini harus dipahami sebagai upaya bersama antara pemerintah daerah, kementerian/lembaga terkait, dunia usaha, akademisi, dan masyarakat. Seluruh

kebijakan pembangunan perlu memperhitungkan risiko yang mungkin muncul serta dampak jangka panjangnya terhadap masyarakat dan lingkungan. Upaya mitigasi risiko bencana harus dimulai sejak tahap hulu melalui perencanaan pembangunan yang berwawasan kebencanaan, terutama dalam konteks dinamika pertumbuhan Kota Batam yang sangat cepat.

Agar dokumen ini memiliki kekuatan implementatif dan pemanfaatannya lebih optimal, diperlukan legalisasi melalui Peraturan Wali Kota atau Peraturan Daerah. Dengan legalitas tersebut, Dokumen Kajian Risiko Bencana Kota Batam dapat menjadi acuan resmi bagi seluruh sektor pembangunan dan pemangku kepentingan di wilayah ini, serta menjadi instrumen penting dalam mewujudkan Kota Batam yang aman, tangguh, dan berkelanjutan.

WALIKOTA BATAM,
AMSAKAR ACHMAD

The image shows a circular official stamp of the Mayor of Batam. The stamp contains the text 'WALIKOTA BATAM' at the top and 'AMSAKAR ACHMAD' at the bottom. In the center of the stamp is the coat of arms of the city. Overlaid on the stamp is a blue ink signature.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jendral Penduduk dan Catatan Sipil, 2025., Data Kependudukan, Jakarta, Kementerian Dalam Negeri.
- [BIG] Badan Informasi Geospasial, 2025., Data Administrasi Wilayah Desa, Bogor.
- [BNPB] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2019., Modul Teknis Penyusunan Kajian Risiko Bencana Banjir, Direktorat Pengurangan Risiko Bencana, BNPB.
- [BNPB] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2019., Modul Teknis Penyusunan Kajian Risiko Bencana Cuaca Ekstrem, Direktorat Pengurangan Risiko Bencana, BNPB.
- [BNPB] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2019., Modul Teknis Penyusunan Kajian Risiko Bencana Gelombang Ekstrem dan Abrasi, Direktorat Pengurangan Risiko Bencana, BNPB.
- [BNPB] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2019., Modul Teknis Penyusunan Kajian Risiko Bencana Gempabumi, Direktorat Pengurangan Risiko Bencana, BNPB.
- [BNPB] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2019., Modul Teknis Penyusunan Kajian Risiko Bencana Kebakaran Hutan dan Lahan, Direktorat Pengurangan Risiko Bencana, BNPB.
- [BNPB] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2019., Modul Teknis Penyusunan Kajian Risiko Bencana Tanah Longsor, Direktorat Pengurangan Risiko Bencana, BNPB.
- [BNPB] Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2019., Modul Teknis Penyusunan Kajian Risiko Bencana Kekeringan, Direktorat Pengurangan Risiko Bencana, BNPB.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kota Batam. 2025., Kota Batam Dalam Angka 2025. Kota Batam. Badan Pusat Statistik Kota Batam.
- [BNPB] Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2016., Risiko Bencana Indonesia. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Earthquake Research Committee Japan, 2005., Report: 'National Seismic Hazard Maps for Japan.
- Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral, 2019., Data bahaya likuefaksi. Pusat Air Tanah dan Geologi Lingkungan, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral, tahun 2019.
- Kementerian Kehutanan, 2009., Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.12/Menhut/-II/2009 tentang Pengendalian Hutan. Kementerian Kehutanan.

- Lillesand, Thomas M, Kiefer, RW Chipman and Jonathan W., 2004., Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Terjemahan. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Midorikawa, S., M. Matsuoka and K. Sakugawa, 1994., Site Effects on Strong-Motion Records Observed During the 1987 Chhiba-Ken-Toho-Ok, Japan Earthquake, Proc. 9th Japan Earthq. Eng. Symp., E-085 - E-090.
- Malczewski J, 1999., GIS and Multicriteria Decision Analysis. New York: John Wiley and Sons.
- Manfreda, Salvatore & Samela, Caterina. 2019., A DEM-based Method for a Rapid Estimation of Flood Inundation Depth. Journal of Flood Risk Management. 10.1111/jfr3.12541.
- Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Badan Nasional PenanggulanganBencana. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2008 tentang Penyelenggaraan Penanggulangan Bencana.
- Peraturan Pemerintah Nomor 2 Tahun 2018 tentang Standar Pelayanan Minimal
- Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Nasional Pengkajian Risiko Bencana.
- Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 3 Tahun 2012 tentang Pengkajian Kapasitas Daerah.
- Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 100 Tahun 2018 tentang Standar Pelayanan Minimal
- Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 101 Tahun 2018 tentang Standar Teknis Pelayanan Dasar pada Standar Pelayanan Minimal Sub Urusan Bencana Daerah Kabupaten/Kota
- Poli, S., dan Sterlacchini, S., 2007. LandslideRepresentation Strategies in SusceptibilityStudies Using Weights-of-EvidenceModeling Technique. Natural Resources Research 16 (2): 121–34. DOI:10.1007/s11053-007-9043-8
- Smith, J. A., Cox, A. A., Baeck, M. L., Yang, L., Bates, P., & Al, S. E. T. (2018). Strange Floods : The Upper Tail of Flood Peaks in the United States. Water Resources Research, Jurnal Ilmu Lingkungan (2022), 20 (3): 524-545, ISSN 1829-8907 © 2022, Program Studi Ilmu Lingkungan Sekolah Pascasarjana UNDIP 544 54, 6510–6542. <https://doi.org/10.1029/2018WR022539>
- Samela, C., Troy, T. J., Sole, A. & Manfreda , S., 2016. A New Geomorphic Index for the Detection of Flood- Prone Areas at Large Scale. Convegno Nazionale di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Volume 35.

Samela, Caterina & Albano, Raffaele & Sole, Aurelia & Manfreda, Salvatore. 2018. A GIS tool for cost-effective delineation of flood-prone areas. *Computers, Environment and Urban Systems*. 10.1016/j.compenvurbsys.2018.01.013.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana. Sekretariat Negara. Jakarta.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintah Daerah. Sekretariat Negara. Jakarta.

Vicente-Serrano SM, Beguería S, López-Moreno JI. 2010. A multi-scalar drought index sensitive to global warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index - SPEI. *Journal of Climate* 23: 1696, DOI: 10.1175/2009JCLI2909.1



**BADAN PENANGGULANGAN BENCANA DAERAH
KOTA BATAM PROVINSI KEPULAUAN RIAU
TAHUN ANGGARAN 2025**