

**STRATEGI MITIGASI BENCANA GEMPA BUMI KAWASAN PESISIR
KECAMATAN SANDEN, KABUPATEN BANTUL, DAERAH ISTIMEWA
YOGYAKARTA**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perencanaan
Wilayah dan Kota Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik,
Universitas Pasundan



Oleh :
Maharani Istighfirli
NPM. 223060036

**PROGRAM STUDI PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2026**

**STRATEGI MITIGASI BENCANA GEMPA BUMI KAWASAN PESISIR
KECAMATAN SANDEN, KABUPATEN BANTUL, DAERAH ISTIMEWA
YOGYAKARTA**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perencanaan
Wilayah dan Kota Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik,
Universitas Pasundan



Oleh :
Maharani Istighfirli
NPM. 223060036

**PROGRAM STUDI PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2026**

**PERNYATAAN ORIGINALITAS KARYA TULIS DAN TIDAK
MELAKUKAN TINDAKAN FLAGIARISME**

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Maharani Istighfirli
NPM : 223060036
Judul Tugas Akhir : Strategi Mitigasi Bencana Gempa Bumi Kawasan
Pesisir Kecamatan Sanden, Kabupaten Bantul, Daerah
Istimewa Yogyakarta

. Menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya saya sendiri dan tidak melakukan tindakan flagiarisme, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar

Apabila di kemudian hari karya tulis ini terbukti bukan hasil sendiri dan saya dinyatakan melakukan tindakan *flagiarisme* sebagaimana diamanatkan dalam Permendiknas Nomor 17 Tahun 2010 Tentang Pencegahan dan Penanggulangan Flagiat di Perguruan Tinggi. Saya bersedia mempertanggungjawabkan tindakan saya dan menerima sanksinya.

Bandung, 20 Agustus 2026

Yang Menyatakan,



(Maharani Istighfirli)

**STRATEGI MITIGASI BENCANA GEMPA BUMI KAWASAN PESISIR
KECAMATAN SANDEN, KABUPATEN BANTUL, DAERAH ISTIMEWA
YOGYAKARTA**

Oleh:

Maharani Istighfirli

NPM: 223060036

Menyetujui:

1. Pembimbing I : Dr. Ir. Firmansyah, M.T. ()
2. Pembimbing II : Gerry Andrika Rismana, S.T.,M.T ()
3. Penguji I : Furi Sari Nurwulandari, S.T.,M.T ()
4. Penguji II : Apriadi Budi Raharja, S.T.,M.Si ()
5. Ketua Sidang : Dr. Ir. Firmansyah, M.T. ()

Mengetahui,

Koordinator Tugas Akhir



(Furi Sari Nurwulandari, S.T.,M.T)

Ketua Program Studi

Perencanaan Wilayah dan Kota

Universitas Pasundan



(Deden Syarifudin, S.T.,M.T)

**STRATEGI MITIGASI BENCANA GEMPA BUMI KAWASAN PESISIR
KECAMATAN SANDEN, KABUPATEN BANTUL, DAERAH ISTIMEWA
YOGYAKARTA**

Tugas Akhir

Maharani Istighfirli

NPM.223060036

e-mail: ranistighfirli@gmail.com

Alamat: Perumahan Dampoeawang Puri Regency Blok F1 No.14, Kecamatan
Karangampel, Kabupaten Indramayu

Mengetahui dan Menyetujui

Pembimbing I



(Dr. Ir. Firmansyah, M.T)

Pembimbing II



(Gerry Andrika Rismansa, S.T., M.T)

Ketua Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota

Universitas Pasundan



(Deden Syarifudin, S.T., M.T)

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA TULIS TUGAS
AKHIR**

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Maharani Istighfirli
NPM : 223060036
Judul Tugas Akhir : Strategi Mitigasi Bencana Gempa Bumi Kawasan
Pesisir Kecamatan Sanden, Kabupaten Bantul, Daerah
Istimewa Yogyakarta

Demi kepentingan akademik bagi kemajuan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni menyetujui untuk memberikan karya tulis dalam bentuk Tugas Akhir/Proyek Akhir ini kepada Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Universitas Pasundan **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*)** beserta perangkatnya.

Dengan demikian Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta (HaKi)

Mengetahui,
**Ketua Program Studi
Perencanaan Wilayah dan Kota
Universitas Pasundan**

Bandung, 20 Agustus 2026
Yang Menyatakan,



(Deden Syarifudin, S.T.,M.T)



(Maharani Istighfirli)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahillahirabbil 'alamin, segala puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan ridho-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Strategi Mitigasi Bencana Gempa Bumi Kawasan Pesisir Kecamatan Sanden, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta”** berjalan dengan lancar dan tepat waktu. Maksud dan tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Strata-1 Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Pasundan.

Penyusunan Tugas Akhir ini bukanlah sebuah proses yang dapat diselesaikan seorang diri. Di dalam setiap tahapannya, terdapat bantuan, arahan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak yang memiliki arti penting bagi penulis. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Firmansyah, M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, bimbingan, serta masukan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas kesediaan Bapak dalam mengarahkan penulis untuk lebih teliti dalam berpikir, menyusun, dan mempertanggungjawabkan setiap bagian dari penelitian ini.
2. Bapak Gerry Andrika Rismansa, S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, bimbingan, serta masukan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas kesediaan Bapak dalam mengarahkan penulis untuk lebih teliti dalam berpikir, menyusun, dan mempertanggungjawabkan setiap bagian dari penelitian ini.

3. Ibu Furi Sari Nurwulandari, S.T.,M.T., selaku Koordinator Tugas Akhir, yang telah membantu dan mengarahkan penulis sejak proses pengusulan hingga penyelesaian Tugas Akhir. Terima kasih atas bantuan dan perhatian yang diberikan proses penyusunan Tugas Akhir.
4. Bapak Deden Syarifudin, S.T.,M.T selaku Ketua Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Pasundan, yang telah memberikan dukungan selama proses pendidikan penulis.
5. Dosen beserta staf Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik Universitas Pasundan yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan dukungan selama penulis menjalani proses perkuliahan. Setiap ilmu dan pengalaman yang diberikan menjadi bagian penting dalam membentuk cara berpikir dan menjadi bekal bagi penulis untuk melangkah ke tahap berikutnya.
6. Ibu dan kakak Penulis, yang menjadi salah satu alasan terbesar penulis dapat sampai pada tahap ini. Terima kasih atas doa yang tidak pernah putus, dukungan yang selalu diberikan, serta segala usaha yang mungkin tidak selalu dapat penulis lihat dan balas satu per satu. Terima kasih telah senantiasa memberikan keyakinan ketika penulis mulai meragukan kemampuan diri sendiri, serta menjadi tempat bagi penulis untuk berkeluh kesah. Selesainya pendidikan ini tentu tidak hanya lahir dari usaha penulis, tetapi juga dari doa, dukungan, dan segala hal yang telah Ibu dan kakak berikan.
7. Teman-teman Urban Hyponix yang telah menjadi bagian dari perjalanan penulis selama masa perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan serta berbagi pengalaman selama masa perkuliahan. Setiap momen yang tercipta akan menjadi kenangn yang selalu penulis ingat dan hargai.
8. Teman-teman dan pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah hadir dan memberikan bantuan dalam berbagai bentuk selama menjalani proses penyusunan tugas akhir ini. Penulis menghargai waktu, perhatian, bantuan dan kebaikan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat berbagai keterbatasan, baik dalam pengetahuan, pengalaman, maupun kemampuan penulis dalam memahami dan mengkaji permasalahan yang diangkat. Akhir kata, penulis berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat, baik bagi pengembangan ilmu pengetahuan maupun bagi pihak-pihak yang berkepentingan. Sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk menjadi bahan perbaikan di masa yang akan datang.

Bandung, 20 Agustus 2026



(Maharani Istighfirli)



ABSTRAK

STRATEGI MITIGASI BENCANA GEMPA BUMI KAWASAN PESISIR KECAMATAN SANDEN, KABUPATEN BANTUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Oleh:

Maharani Istighfirli

NPM: 223060036

Indonesia memiliki tingkat kerawanan bencana gempa bumi yang sangat tinggi karena terletak di pertemuan tiga lempeng tektonik utama. Kabupaten Bantul, khususnya Kawasan Pesisir Sanden, merupakan salah satu wilayah paling berisiko akibat adanya aktivitas Sesar Opak dan kedekatannya dengan zona subduksi selat Jawa. Peristiwa gempa bumi tahun 2006 telah membuktikan besarnya dampak destruktif yang ditimbulkan, baik berupa kerusakan infrastruktur maupun korban jiwa. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi tingkat risiko bencana gempa bumi di Kawasan Pesisir Sanden serta merumuskan strategi mitigasi bencana yang tepat. Metode penelitian yang digunakan mengacu pada kerangka kerja risiko yang dipengaruhi oleh tiga faktor utama: bahaya (*hazard*), kerentanan (*vulnerability*), dan ketahanan (*capacity*). Analisis data dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu: (1) Standarisasi data menggunakan model Davidson untuk menyamakan skala indikator; (2) Pembobotan prioritas antar-faktor menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)* berdasarkan penilaian objektif; serta (3) Analisis spasial dengan teknik *Superimpose (Overlay)* menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Hasil penelitian ini diharapkan dapat menyajikan informasi spasial yang akurat mengenai pemetaan area berisiko tinggi di Kapanewon Sanden. Output penelitian ini berperan penting sebagai landasan dalam merumuskan implikasi kebijakan mitigasi guna meminimalisir potensi kerugian ekonomi maupun sosial di masa depan bagi masyarakat di wilayah terdampak.

Kata Kunci: Gempa Bumi, Risiko Bencana, Standarisasi Davidson, AHP, Mitigasi.

ABSTRACT

EARTHQUAKE DISASTER MITIGATION STRATEGY FOR THE COASTAL AREA OF SANDEN DISTRICT, BANTUL REGENCY, SPECIAL REGIONAL OF YOGYAKARTA

Author:

Maharani Istighfirli

NPM: 223060036

Indonesia is a country with a high level of geological vulnerability to earthquakes as it is situated at the meeting point of three major tectonic plates. Bantul Regency, specifically the Sanden Coastal Area, is one of the most at-risk regions due to the activity of the Opak Fault and its proximity to the Java southern subduction zone. The 2006 earthquake demonstrated the significant destructive impact of such events, resulting in both infrastructural damage and loss of life. This study aims to identify the earthquake risk levels in the Sanden Coastal Area and to formulate appropriate disaster mitigation strategies. The research methodology is based on a risk framework influenced by three primary factors: hazard, vulnerability, and capacity. Data analysis was conducted through several stages: (1) Data standardization using the Davidson model to unify indicator scales; (2) Priority weighting of factors using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method based on objective expert assessments; and (3) Spatial analysis using the Superimpose (Overlay) technique with Geographic Information Systems (GIS). The results of this study are expected to provide accurate spatial information regarding the mapping of high-risk areas in the Sanden District. The output of this research serves as a vital foundation for formulating mitigation policy implications to minimize potential future economic and social losses for the communities in the affected areas.

Keywords: Earthquake, Disaster Risk, Davidson Standardization, AHP, Mitigation.

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORIGINALITAS KARYA TULIS	iii
LEMBAR PENGESAHAN I.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN II.....	v
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA TULIS.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR ISTILAH.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR GAMBAR.....	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	22
1.1 Latar Belakang.....	22
1.2 Rumusan Masalah.....	24
1.3 Tujuan dan Sasaran.....	24
1.3.1 Tujuan.....	24
1.3.2 Sasaran.....	25
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	25
1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah.....	25
1.4.2 Ruang Lingkup Materi.....	28
1.5 Kerangka Berpikir.....	30
1.6 Sistematika Pembahasan.....	31
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	32
2.1 Tinjauan Teori.....	32
2.1.1 Kebencanaan.....	32
2.1.2 Gempa Bumi.....	33
2.1.3 Kajian Risiko Bencana.....	34
A. Ancaman (<i>Hazard</i>).....	35
B. Kerentanan (<i>Vulnerability</i>).....	35

C. Kapasitas (Capacity)	37
2.1.4 Faktor Risiko (Risk)	38
2.1.5 Jenis Gempa Bumi	40
A. Gempa Vulkanik	40
B. Gempa Tektonik	40
C. Gempa Runtuhan	41
2.1.5 Mitigasi Bencana Pesisir	42
A. Upaya Mitigasi Struktural	43
B. Upaya Mitigasi Non Struktural	46
2.1.6 Penataan Ruang dalam Mitigasi Kebencanaan	47
2.1.7 Proses Hierarki Analitik (Analytical Hierarchy Process/AHP)	48
2.2 Tinjauan Kebijakan	49
2.2.1 Undang-Undang No 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana	49
2.2.2 Undang-Undang No 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang	51
2.2.3 Perda Nomor 10 Tahun 2023 tentang RTRW Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2023-2043	52
2.2.4 Rencana Detail Tata Ruang Wilayah Perencanaan Pantai Selatan Tahun 2024-2044	53
2.3 Studi Terdahulu	54
2.4 Kerangka Tinjauan Pustaka	61
BAB III METODOLOGI	62
3.1 Metodologi Penelitian	62
3.1.1 Pendekatan Penelitian	62
3.2 Variabel Penelitian	62
3.3 Teknik Pengumpulan Data	65
A. Data Primer	65
B. Data Sekunder	66
3.4 Waktu Penelitian	67
3.5 Teknik Analisis	68

3.5.1 Teridentifikasinya tingkat risiko bencana melalui variabel bahaya, kerentanan, dan Kapasitas bencana gempa bumi di Wilayah Pesisir Kabupaten Bantul.....	68
3.5.2 Teridentifikasinya arahan mitigasi bencana Gempa Bumi non structural di Wilayah Pesisir Kabupaten Bantul.....	75
3.5.3 Matriks Analisis	76
3.5.4 Kerangka Analisis	77
BAB IV GAMBARAN UMUM	78
4.1 Faktor Umum	78
4.1.1 Sektoral	78
4.1.2 Spasial	80
4.2 Faktor Bencana	88
4.2.1 Profil Bahaya	88
4.2.2 Profil Kerentanan	94
4.2.3 Profil Kapasitas	103
BAB V ANALISIS	109
5.1 Perhitungan Nilai Faktor Risiko	109
5.1.1 Faktor Bahaya	109
5.1.2 Faktor <i>Vulnerability</i> (Kerentanan)	111
5.1.3 Faktor <i>Capacity</i> (Kapasitas)	125
5.2 Proses Analitical Hierarchy Process/ AHP	131
5.3 Analisis Risiko Bencana Gempa Bumi	133
5.3.1 Perhitungan Nilai faktor-faktor bencana	133
BAB VI KESIMPULAN	143
6.1 Kesimpulan	143
6.2 Arahan Mitigasi Bencana Gempa Bumi	145
DAFTAR PUSTAKA	151
LAMPIRAN	157
A. KUISIONER	157
B. PROSES ANALITICAL HIERARCHY PROCESS	158
C. SURAT BALASAN BMKG KELAS 1 SLEMAN	159

E. SURAT BALASAN DINAS PERTANAHAN DAN TATA RUANG	160
F. DOKUMENTASI LAPANGAN KE KECAMATAN	161
G. DOKUMENTASI LAPANGAN KE DINAS	162
H. SCRIPT <i>GOOGLE EARTH ENGINE</i>	163



DAFTAR ISTILAH

<i>Analytical Hierarchy Process</i>	:	Metode analisis untuk menentukan tingkat kepentingan atau bobot antar faktor dan indikator
<i>Aftershock</i>	:	Gempa susulan yang terjadi setelah gempa utama pada wilayah sekitar sumber gempa
<i>Hazard</i>	:	Fenomena alam berpotensi mengancam kehidupan manusia, menimbulkan kerugian, dan merusak lingkungan
<i>Capacity</i>	:	Kemampuan masyarakat, pemerintah, dan wilayah dalam mengurangi dampak serta menghadapi bencana.
<i>Davidson Standardization</i>	:	Metode standarisasi yang digunakan untuk menyamakan skala berbagai indikator agar dapat dibandingkan dan diintegrasikan dalam analisis risiko bencana.
Forum Pengurangan Risiko Bencana (FPRB)	:	Forum masyarakat yang berperan dalam kegiatan pengurangan risiko dan peningkatan kesiapsiagaan terhadap bencana.
<i>Geographic Information System (GIS)</i>	:	Sistem yang digunakan untuk mengolah, menganalisis, mengintegrasikan, dan menyajikan data yang memiliki informasi geografis atau spasial.
<i>Hazard Disaster Risk Index (HDRI)</i>	:	Nilai indeks yang digunakan dalam penelitian untuk menggambarkan tingkat risiko bencana berdasarkan faktor bahaya, kerentanan, dan kapasitas.
<i>Overlay</i>	:	Teknik analisis spasial dengan menggabungkan

	beberapa lapisan data untuk memperoleh informasi atau karakteristik wilayah berdasarkan sejumlah variabel
<i>Peak Ground Acceleration (PGA)</i>	: Nilai percepatan maksimum tanah akibat guncangan gempa bumi pada suatu lokasi.
<i>ShakeMap</i>	: Peta yang menggambarkan distribusi intensitas guncangan gempa bumi pada suatu wilayah.
<i>Superimpose</i>	: Proses penggabungan beberapa data atau peta tematik untuk menghasilkan informasi spasial baru.
<i>Google Earth Engine (GEE)</i>	: Platform pengolahan data geospasial yang digunakan untuk mengakses, mengolah, dan menganalisis data citra penginderaan jauh
<i>Rule Based Classification</i>	: Metode klasifikasi berdasarkan aturan atau kriteria tertentu yang telah ditetapkan
<i>Built-up area</i>	: Area atau wilayah yang telah terbangun.
<i>Cloudy Pixel Percentage</i>	: Persentase piksel yang tertutup awan pada citra satelit
<i>Area of Interest (AOI)</i>	: Wilayah yang menjadi fokus atau cakupan dalam analisis.
<i>Normalized Difference Built-up Index (NDBI)</i>	: Indeks yang digunakan untuk mengidentifikasi atau memetakan area terbangun berdasarkan data citra multispektral

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Luas Daerah Menurut Desa/Kelurahan di Kecamatan Sanden	25
Tabel 2. 1 Studi Terdahulu	54
Tabel 3. 1 Variabel Penelitian	63
Tabel 3. 2 Teknik Pengumpulan Data Sekunder	66
Tabel 3. 3 Waktu Penelitian	67
Tabel 3. 4 Penggunaan Metode dan Teknik Analisis dalam Studi Strategi Mitigasi Bencana Gempa Bumi di Wilayah Pesisir Kapanewon Sanden, DIY	73
Tabel 3. 5 Matriks Analisis	76
Tabel 4. 1 Capaian Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB) dan Kalurahan Tangguh Bencana (Kaltana) Kabupaten Bantul Tahun 2019-2023	78
Tabel 4. 2 Luas Wilayah Perdesa di Kapanewon Sanden	80
Tabel 4. 3 Luas Penggunaan Lahan Kalurahan Gading Sari	82
Tabel 4. 4 Luas Penggunaan Lahan Kalurahan Gadingharjo	83
Tabel 4. 5 Luas Penggunaan Lahan Kalurahan Murtigading	84
Tabel 4. 6 Luas Penggunaan Lahan Kalurahan Srigading	85
Tabel 4. 13 Persentase Penduduk Per Desa/Kalurahan	87
Tabel 4. 7 Pembagian Segmen Sesar Opak	90
Tabel 4. 8 Kecamatan di Kabupaten Bantul yang terdampak Guncangan Sesar Opak	92
Tabel 4. 9 Kelas Indikator Intensitas Gempa Bumi Skala Marcelli	93
Tabel 4. 10 Nilai Peak Ground Acceleration Kapanewon Sanden	93
Tabel 4. 11 Jumlah Struktur Bangunan Permanen	95
Tabel 4. 12 Jumlah Struktur Bangunan Non Permanen	95
Tabel 4. 14 Kepadatan penduduk (Per Km ²)	98
Tabel 4. 15 Penduduk Menurut Jenis Kelamin	99

Tabel 4. 16 Jumlah Penyandang Disabilitas Menurut Desa/Kelurahan di Kecamatan Sanden, 2024	100
Tabel 4. 17 Jumlah Bangunan Pasar Perkalurahan di Kapanewon Sanden	101
Tabel 4. 18 Jumlah Penduduk Miskin	102
Tabel 4. 19 Desa/Kelurahan yang memiliki sarana kesehatan di Kapanewon Sanden, 2022-2024	104
Tabel 4. 20 Jumlah Tenaga Kesehatan di Kapanewon Sanden	104
Tabel 4. 21 Panjang Jalan di Kapanewon Sanden	105
Tabel 5 1 Standarisasi Davidson Struktur Bangunan Permanen	111
Tabel 5 2 Standarisasi Davidson Struktur Bangunan non Permanen	111
Tabel 5 3 Standarisasi Davidson Kepadatan Penduduk	114
Tabel 5 4 Standarisasi Davidson Penduduk Disabilitas	116
Tabel 5 5 Nilai Standarisasi Davidson Penduduk Jenis Kelamin Laki-Laki	118
Tabel 5 6 Nilai Standarisasi Davidson Penduduk Jenis Kelamin Perempuan	118
Tabel 5 7 Nilai Standarisasi Davidson Tingkat Kemiskinan	123
Tabel 5 8 Nilai Davidson Rasio Sarana Kesehatan terhadap Jumlah Penduduk	125
Tabel 5 9 Rasio Jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah penduduk	127
Tabel 5 10 Nilai Davidson Rasio Panjang Jalan luas wilayah	129
Tabel 5 11 Arahan Mitigasi Gempa Bumi Daerah Pesisir Kapanewon Sanden	146

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Administrasi Kecamatan Sanden	26
Gambar 1. 2 Peta rawan bencana gempabumi di Kabupaten Bantul	27
Gambar 1. 3 Kerangka Berpikir	30
Gambar 2. 1 Ilustrasi Sistem Tektonik Lempeng	32
Gambar 2. 2 Peta sebaran lempeng tektonik di dunia	33
Gambar 2. 3 Ilustrasi kejadian gempa bumi tektonik	34
Gambar 2. 4 Bahaya, kerentanan, risiko dan bencana	38
Gambar 2. 5 Komponen Risiko Bencana	38
Gambar 2. 6 Ilustrasi Gempa Tektonik	40
Gambar 2. 7 Ilustrasi Gempa Tektonik	41
Gambar 2. 8 Ilustrasi Gempa Bumi Runtuhan	42
Gambar 2. 9 Kerangka Teori	61
Gambar 3. 1 Kerangka Analisis	77
Gambar 4. 1 Diagram Penggunaan Lahan Kalurahan Gadingsari	82
Gambar 4. 2 Diagram Penggunaan Lahan Kalurahan Gadingharjo	83
Gambar 4. 3 Diagram Penggunaan Lahan Kalurahan Murtigading	84
Gambar 4. 4 Diagram Penggunaan lahan Kalurahan Srigading	85
Gambar 4. 5 Peta Penggunaan Lahan Kapanewon Sanden	86
Gambar 4. 14 Diagram Presentase Penduduk Per Desa/Kalurahan	87
Gambar 4. 6 Peta Jalur Sesar Opak	88
Gambar 4. 7 Kecepatan Pergeseran titik pantau Barat Sesar Opak	89
Gambar 4. 8 Kecepatan pergeseran titik pantau Timur Sesar Opak	89
Gambar 4. 9 Sebaran Aftershock dari Gempa Yogyakarta 2006	90
Gambar 4. 10 Peta ShakeMap Sesar Opak	91
Gambar 4. 11 Nilai PGA Kabupaten Bantul untuk 50 Tahun	92
Gambar 4. 12 Nilai PGA Kabupaten Bantul untuk 100 Tahun	92

Gambar 4. 13 Sebaran Struktur Bangunan Permanen dan Non Permanen di Kapanewon Sanden	97
Gambar 4. 15 Grafik Menurut Jenis Kelamin	99
Gambar 5 1 Peta Bahaya Gempa Bumi Kapanewon Sanden	110
Gambar 5 2 Peta Nilai Baku Bangunan Permanen	112
Gambar 5 3 Peta Nilai Baku Bangunan Non Permanen	113
Gambar 5 4 Peta Nilai Baku Kepadatan Penduduk	115
Gambar 5 5 Peta Nilai Baku Penduduk Disabilitas	117
Gambar 5 6 Peta Nilai Baku Penduduk Jenis Kelamin Laki-Laki	119
Gambar 5 7 Peta Nilai Baku Penduduk Jenis Kelamin Perempuan	120
Gambar 5 8 Sebaran Titik Pasar di Kalurahan Sanden	122
Gambar 5 9 Peta Nilai Baku Penduduk Miskin	124
Gambar 5 10 Peta Nilai Baku Sarana Kesehatan	126
Gambar 5 11 Peta Nilai Baku Tenaga Kesehatan	128
Gambar 5 12 Peta Nilai Baku Panjang Jalan	130
Gambar 5 13 Bobot faktor, sub faktor dan Indikator Tingkat Risiko Bencana Gempa Bumi	132
Gambar 5 14 Peta Nilai Faktor Kerentanan	136
Gambar 5 15 Peta Nilai Faktor Kapasitas	141
Gambar 5 16 Peta Risiko Gempa Bumi	142

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang secara geologis berada pada titik temu tiga lempeng tektonik utama dunia, yakni lempeng indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Interaksi antarlempeng ini menyebabkan Indonesia memiliki tingkat kerawanan bencana yang sangat tinggi, terutama gempa bumi. (Indra Purwanto et al., n.d.-a)

Gempa bumi merupakan peristiwa alam yang bersifat merusak, yang sering kali dipicu oleh pergeseran lempeng di permukaan bumi. Karena sifatnya yang destruktif, fenomena ini hampir selalu menimbulkan dampak negatif. Secara teknis, mekanisme pemicunya bisa sangat beragam, selain akibat aktivitas patahan atau subduksi lempeng raksasa (*Megathrust*), gempa juga dapat terjadi karena pengaruh aktivitas vulkanik, sesar aktif, hingga pergerakan fluida di bawah permukaan (Prasetio et al., 2023). Gempa bumi juga tidak hanya menyisakan kerusakan pada bangunan, tetapi juga memicu krisis multidimensi yang melumpuhkan stabilitas ekonomi dan mental masyarakat. Ketika harta benda hancur dan nyawa hilang, tatanan sosial di wilayah terdampak sering kali mengalami kemunduran yang butuh waktu lama untuk pulih. (Gunawan et al., 2025).

Dalam Peraturan Daerah Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 10 Tahun 2023 mengenai Rencana Tata Ruang Wilayah DIY Tahun 2023–2043, ditetapkan sejumlah kawasan rawan bencana alam, termasuk di gempa bumi dengan intensitas tinggi. Wilayah Kabupaten Bantul merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi bencana gempa bumi cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena Kabupaten Bantul dilewati patahan aktif di darat yaitu sesar opak dan wilayah pesisir Kabupaten Bantul yang berdekatan dengan zona subduksi pertemuan lempeng Indo Australia, dan zona subduksi di selatan Jawa.

Berdasarkan catatan sejarah di mana Yogyakarta pernah dilanda gempa bumi besar pada tanggal 26 Mei 2006 guncangan dahsyat yang terjadi pada koordinat 8.03 LS dan 110,32 BT dengan kedalaman 11,3 km, dan kekuatan 5.9 SR mb

(*Magnitude Body*) atau setara 6.3 SR mm (*Magnitude moment*) yang mengakibatkan kerusakan bangunan dari mulai tingkat kerusakan ringan, sedang hingga berat ('Muhammad Heri Zulfiar, n.d.). Menurut artikel Visual interaktif Kompas yang membahas tentang 10 Tahun Gempa Yogyakarta. Daerah yang mengalami kerusakan dan kerugian terparah terletak di sepanjang patahan opak (*Opak Fault*). Patahan opak merupakan garis patahan yang memanjang yang membentuk lembah opak. Patahan sepanjang 30 Km itu berpangkal di Sanden, Kabupaten Bantul, DIY, dan berujung di Tulung, Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah. Guncangan gempa selama 57 Detik tersebut membuat ribuan bangunan rusak dan rata dengan tanah. Sekitar 5.800 orang tewas dan 20.000 luka-luka. Banyaknya jumlah korban membuat gempa Yogyakarta tercatat sebagai gempa di Jawa yang paling mematikan.

Besarnya kerusakan bangunan di Kapanewon Sanden akibat peristiwa gempa bumi mencerminkan masih lemahnya kesiapsiagaan di wilayah tersebut. Ketiadaan informasi spasial yang akurat mengenai area berisiko menyebabkan upaya penanganan dan perlindungan menjadi tidak maksimal sehingga dapat memperparah kerugian yang akan di timbulkan kedepanya (Umar, 2021).

Dampak pada lokasi penelitian menimbulkan kerugian yang cukup besar terutama pada kerusakan bangunan/ rumah-rumah warga sekitar. Banyak warga yang masih bertahan di wilayah terdampak dari kerusakan dan kerugian yang masih akan berpotensi Kembali lagi. Kedepan, potensi gempa di Kawasan tersebut tetap ada dan patut diwaspadai. Oleh karena itu, diperlukan upaya nyata untuk meminimalisir risiko bencana gempa bumi di wilayah penelitian. Langkah awal yang krusial adalah dengan mengidentifikasi area yang memiliki tingkat risiko tinggi, serta merumuskan strategi mitigasi yang tepat berdasarkan implikasi risiko yang ditemukan. Penelitian ini mengacu pada kerangka kerja teoritis yang menyatakan bahwa tingkat risiko bencana gempa bumi dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu faktor bahaya (*hazard*), kerentanan (*vulnerability*), dan ketahanan (*capacity*).

Dalam mengolah data tersebut, penelitian ini menerapkan beberapa metode analisis, antara lain perhitungan nilai faktor menggunakan model standarisasi

Davidson untuk menyamakan skala indikator, serta metode *superimpose (Overlay)* untuk analisis spasial. Selain itu, guna menentukan derajat kepentingan dan prioritas antar faktor dalam penilaian risiko bencana gempa bumi, digunakan teknik pembobotan berbasis metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Metode ini memungkinkan peneliti untuk memperoleh nilai perbandingan yang objektif mengenai kontribusi setiap faktor terhadap total risiko bencana di Kawasan Pesisir Sanden.

1.2 Rumusan Masalah

Tingginya potensi bencana gempa bumi di Indonesia akibat pertemuan tiga lempeng tektonik aktif, yang menjadikan wilayah seperti Kabupaten Bantul memiliki tingkat kerawanan tinggi, terutama karena keberadaan Sesar Opak dan kedekatannya dengan zona subduksi selatan Jawa (Indra Purwanto et al., n.d.-a) Dampak besar yang pernah terjadi pada Gempa Yogyakarta 2006 menunjukkan bahwa kerusakan tidak hanya bersifat fisik, tetapi juga menimbulkan krisis sosial dan ekonomi yang berkepanjangan (Gunawan et al., 2025). Namun, hingga saat ini masih terdapat keterbatasan informasi yang terintegrasi terkait tingkat risiko gempa bumi, serta belum optimalnya penerapan metode analisis seperti standarisasi Davidson, overlay, dan AHP dalam mendukung mitigasi berbasis risiko di kawasan pesisir Sanden (Firmansyah, 2009). Berdasarkan hal itu, Pertanyaan dalam penelitian ini yaitu :

1. Bagaimana tingkat risiko bencana gempa bumi di Kawasan Pesisir, kapanewon sanden?
2. Bagaimana upaya strategi mitigasi bencana gempa bumi di kapanewon sanden untuk mengurangi risiko?

1.3 Tujuan dan Sasaran

1.3.1 Tujuan

Tujuan kajian ini adalah untuk menganalisis dan merumuskan strategi mitigasi bencana gempa bumi di Kapanewon Sanden, Kabupaten Bantul. Kajian

ini diharapkan mampu memberikan pemahaman secara menyeluruh mengenai tingkat risiko bencana Gempa Bumi.

1.3.2 Sasaran

Berdasarkan tujuan yang telah ditetapkan, maka disusunlah sasaran sebagai upaya untuk mencapai tujuan tersebut, diantaranya :

1. Mengidentifikasi tingkat risiko bencana gempa bumi melalui variabel bahaya, kerentanan dan kapasitas bencana gempa bumi di Wilayah Pesisir Bantul tepatnya Kapanewon Sanden.
2. Merumuskan strategi mitigasi bencana gempa bumi di Kapanewon Sanden.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

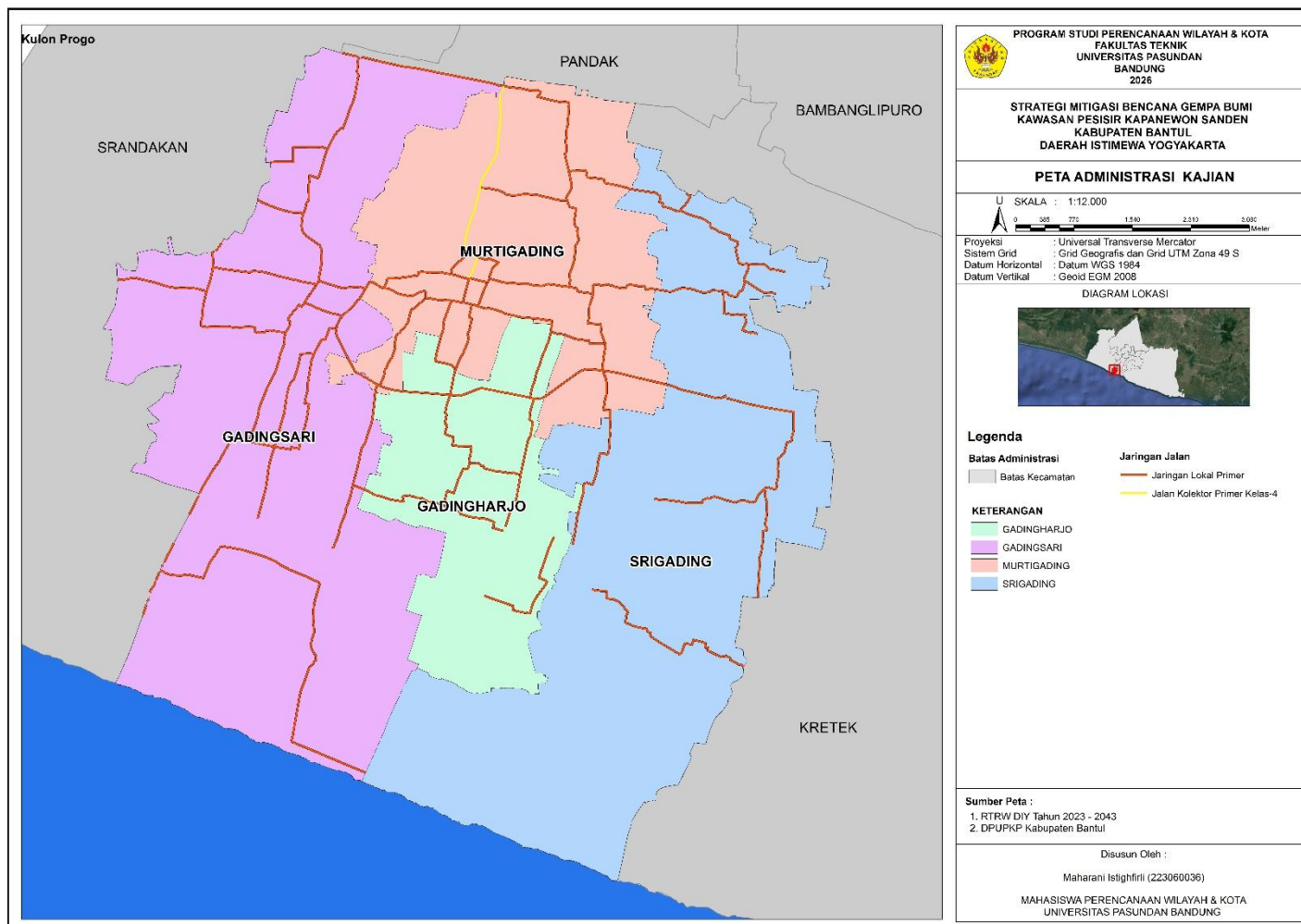
1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah

Kecamatan Sanden berada di sebelah Barat Daya Kabupaten Bantul dan secara geografis terletak pada garis koordinat lintang $7^{\circ}99'04''$ LS dan garis bujur $110^{\circ}26'63''$ BT. Kecamatan Sanden merupakan salah satu wilayah di Kabupaten Bantul yang berbatasan dengan sebelah Utara Kecamatan Pandak, Timur Kecamatan Kretek, Selatan Samudra Indonesia, Barat Kecamatan Srandakan. Luas wilayah Kecamatan Sanden seluas 23,12 km² dan terdiri dari 4 desa dengan ibukota kecamatan terletak di desa Murtigading. Berikut rincian tabel Desa/Kelurahan Kecamatan Sanden :

Tabel 1. 1 Luas Daerah Menurut Desa/Kelurahan di Kecamatan Sanden

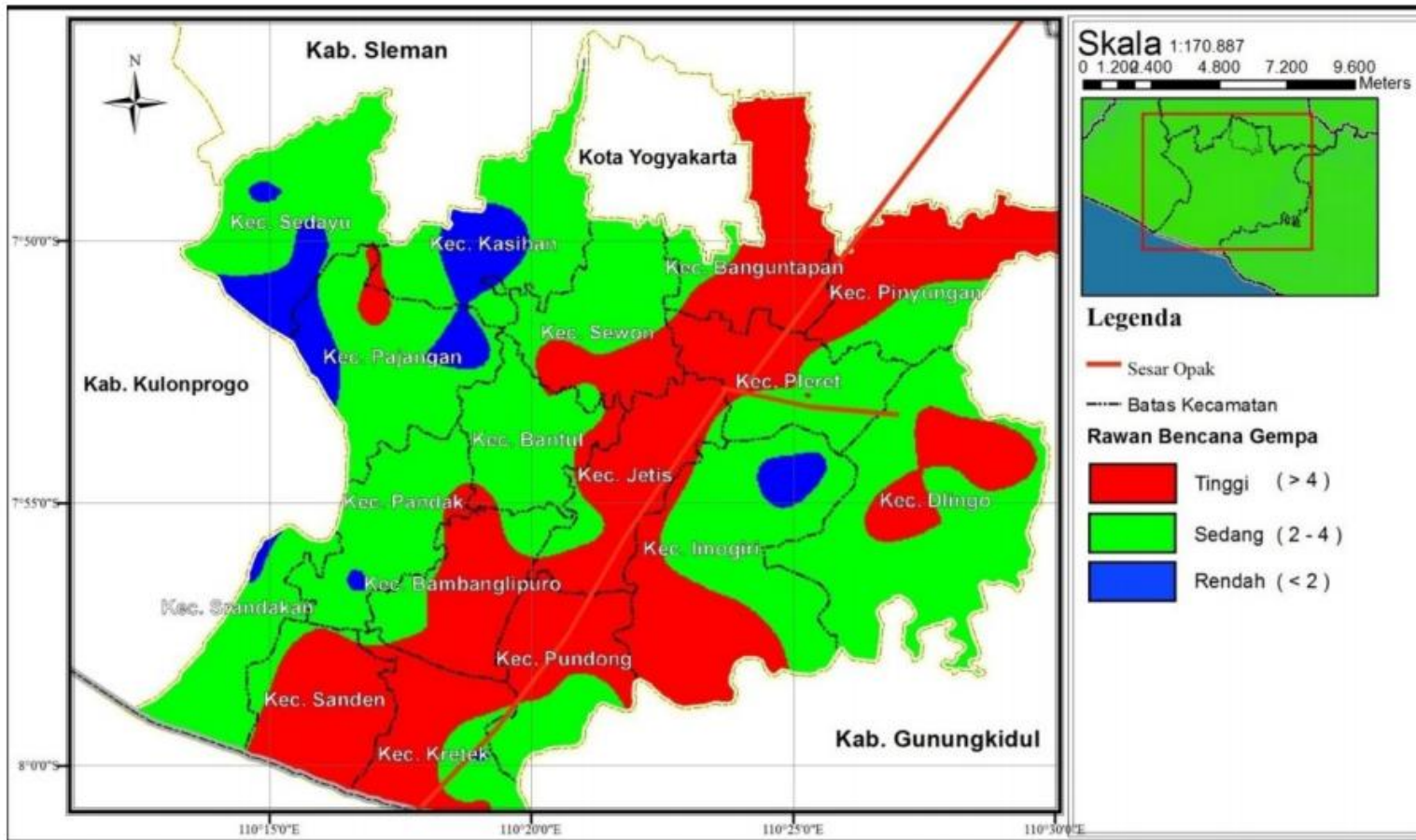
No	Desa/Kelurahan	Luas Total Area (Km ²)	Persentase terhadap luas kecamatan
1.	Gadingsari	7,78	33,67
2.	Gadingharjo	3,09	13,37
3.	Srigading	7,70	33,32
4.	Murtigading	4,55	19,69
Sanden		23,12	100,00

Sumber: BPS Dalam Angka Kecamatan Sanden Tahun 2025



Gambar 1. 1 Peta Administrasi Kecamatan Sanden

Sumber: Penulis, 2026



Gambar 1. 2 Peta rawan bencana gempabumi di Kabupaten Bantul

Sumber: (Fajri Nugroho Putra et al., n.d.)

1.4.2 Ruang Lingkup Materi

Ruang lingkup materi bertujuan untuk membatasi pembahasan penelitian agar tetap sesuai dengan tujuan dan sasaran yang telah ditetapkan. Penelitian ini difokuskan pada kajian risiko bencana gempa bumi serta penyusunan arahan strategi mitigasi berbasis penataan ruang di Kawasan pesisir Kapanewon Sanden, Kabupaten Bantul. Adapun ruang lingkup materi penelitian berdasarkan masing-masing sasaran adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi tingkat risiko bencana melalui variabel bahaya, kerentanan dan kapasitas bencana gempa bumi di Wilayah Pesisir Bantul tepatnya Kecamatan Sanden.

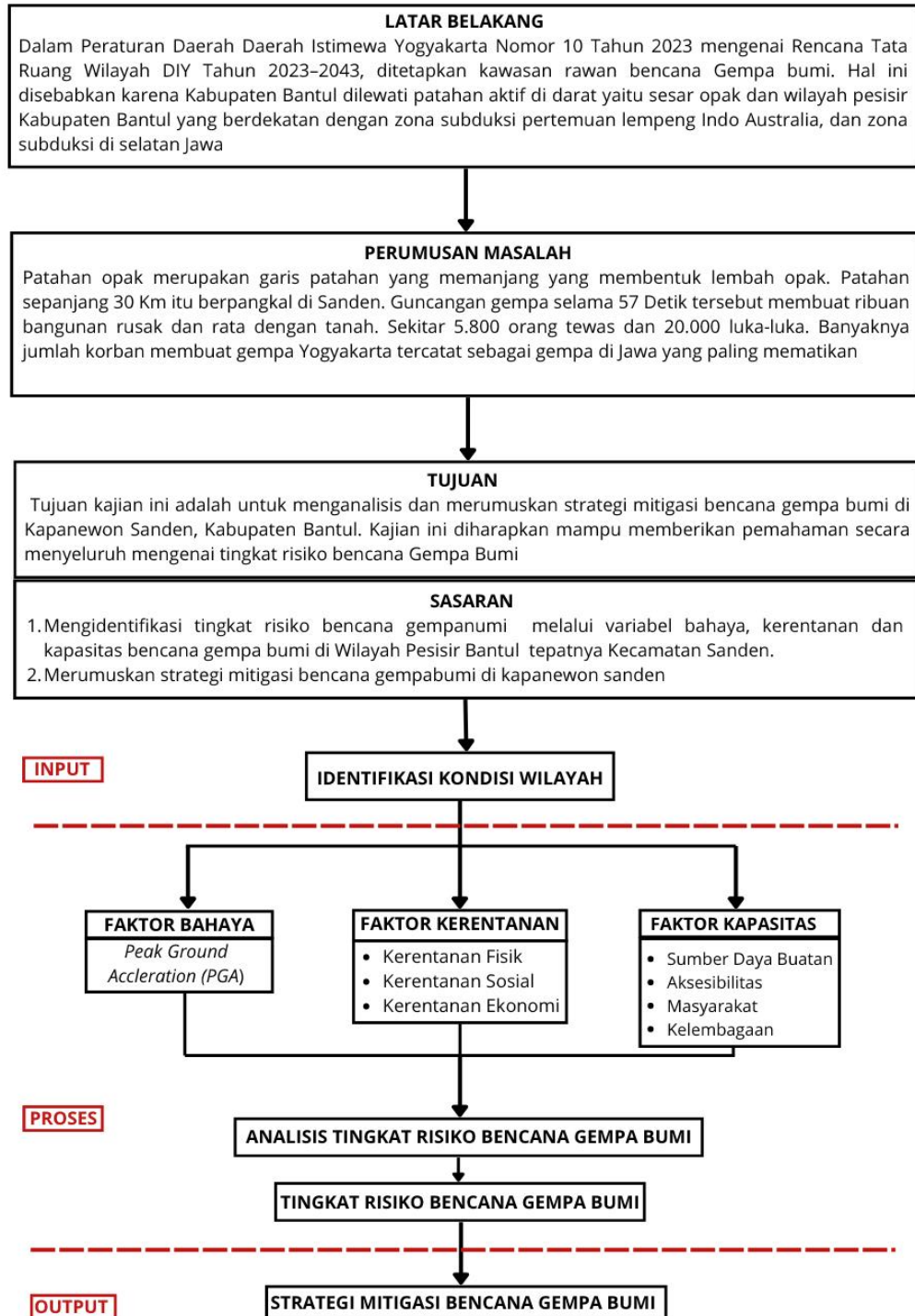
Pembahasan pada sasaran pertama dibatasi pada analisis tingkat risiko bencana gempa bumi di kawasan pesisir Kapanewon Sanden dengan menggunakan pendekatan Standarisasi Davidson dan pembobotan *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Analisis dilakukan terhadap tiga komponen utama pembentuk risiko, yaitu bahaya (*hazard*), kerentanan (*vulnerability*), dan kapasitas (*capacity*), yang kemudian diintegrasikan untuk memperoleh tingkat risiko pada masing-masing kalurahan. Faktor bahaya dianalisis berdasarkan tingkat ancaman gempa bumi menggunakan data sekunder, sedangkan faktor kerentanan meliputi aspek fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan yang memengaruhi besarnya potensi dampak bencana. Faktor kapasitas dibatasi pada kemampuan wilayah dalam menghadapi bencana melalui ketersediaan sarana prasarana, kelembagaan, sumber daya manusia, dan kesiapsiagaan masyarakat. Hasil analisis pada sasaran ini berupa klasifikasi tingkat risiko bencana gempa bumi pada empat kalurahan di kawasan pesisir Kapanewon Sanden sebagai dasar penyusunan strategi mitigasi.

2. Merumuskan strategi mitigasi kebencanaan yang dapat diterapkan untuk memperkuat ketahanan wilayah pesisir Kabupaten Bantul terhadap ancaman bencana di masa depan.

Pembahasan pada sasaran kedua dibatasi pada penyusunan arahan strategi mitigasi bencana gempa bumi berdasarkan hasil analisis tingkat risiko pada sasaran pertama. Strategi mitigasi disusun dengan mempertimbangkan karakteristik bahaya, kerentanan, dan kapasitas masing-masing kalurahan sehingga rekomendasi yang dihasilkan sesuai dengan kondisi eksisting wilayah.

Arahan strategi mitigasi mencakup mitigasi struktural dan mitigasi non-struktural yang diarahkan untuk mendukung pengurangan risiko bencana di kawasan pesisir. Mitigasi struktural dibatasi pada arahan penyediaan dan penguatan infrastruktur pendukung mitigasi, seperti peningkatan kualitas bangunan dan fasilitas umum yang memenuhi standar ketahanan gempa, penyediaan ruang evakuasi, pengembangan jalur evakuasi, pemasangan rambu evakuasi, serta penguatan infrastruktur pendukung yang berperan dalam penanggulangan bencana. Sementara itu, mitigasi non-struktural dibatasi pada penyusunan arahan kebijakan dan pengelolaan ruang melalui pengendalian pemanfaatan ruang, penataan ruang berbasis mitigasi, penyusunan peta risiko, penguatan kapasitas masyarakat, penguatan kelembagaan kebencanaan.

1.5 Kerangka Berpikir



Gambar 1. 3 Kerangka Berpikir

1.6 Sistematika Pembahasan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan alasan dilakukannya penelitian melalui uraian latar belakang, rumusan masalah, tujuan, serta manfaat yang diharapkan. Pendahuluan berfungsi memberi gambaran awal agar pembaca memahami konteks penelitian dan arah kajian yang akan dilakukan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat teori, konsep, serta hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik. Tinjauan pustaka digunakan sebagai landasan berpikir, memperkuat argumentasi, serta menunjukkan posisi penelitian ini dibandingkan kajian sebelumnya.

BAB III METODOLOGI

Bab ini menjelaskan metode yang dipakai, teknik pengumpulan serta analisis data, dan juga jadwal pelaksanaan penelitian. Penjelasan ini penting agar penelitian berjalan sistematis, terukur, dan dapat dipertanggungjawabkan.

BAB IV GAMBARAN UMUM

Bab Gambaran Umum berisi uraian mengenai kondisi umum wilayah kajian yang menjadi lokasi penelitian. Pembahasan dalam bab ini mencakup karakteristik wilayah secara umum.

BAB V ANALISIS

Bab ini berisi analisis tingkat risiko bencana gempa bumi di Kawasan pesisir Kapanewon Sanden berdasarkan faktor bahaya, kerentanan, dan kapasitas menggunakan metode Standarisasi Davidson dan Pembobotan Analytical Hierarchy Process (AHP).

BAB VI KESIMPULAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil penelitian serta arahan strategi mitigasi yang disusun berdasarkan hasil analisis pada sasaran 1

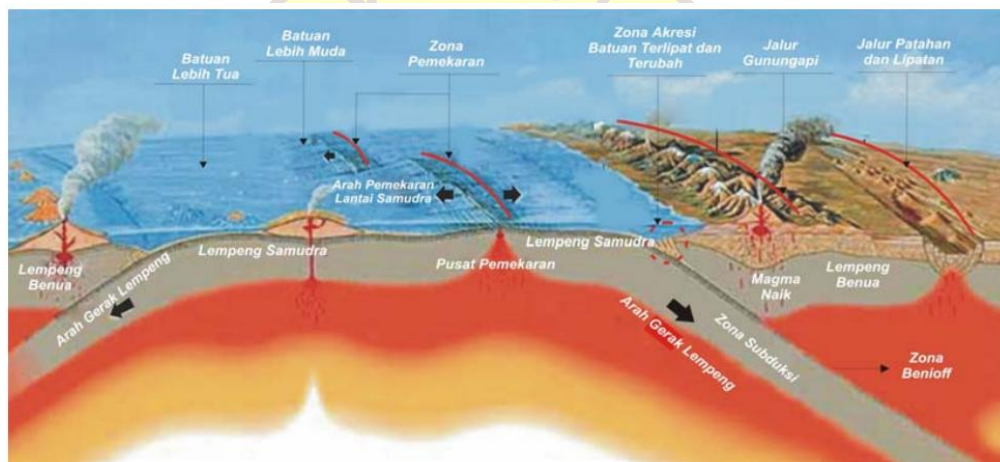
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Teori

2.1.1 Kebencanaan

Indonesia berada di titik temu tiga lempeng tektonik utama yang aktif, yakni Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Interaksi berupa tumbukan antar lempeng ini mengakibatkan Lempeng Indo-Australia menyusup ke bawah Lempeng Eurasia. Fenomena geologis tersebut menjadi penyebab utama terbentuknya rangkaian gunung api, potensi gempa bumi, serta munculnya berbagai patahan di wilayah Indonesia. (Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana, 2007)



Gambar 2. 1 Ilustrasi Sistem Tektonik Lempeng

Sumber: Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana, 2007

Penunjaman (*Subduction*) Lempeng Indo-Australia yang bergerak relative ke utara dengan lempeng Euro-Asia yang bergerak ke selatan menimbulkan jalur gempa bumi dan rangkaian aktif gunung api aktif sepanjang pulau sumatera, pulau jawa, bali, dan Nusa Tenggara sejajar dengan jalur penunjaman kedua lempeng. Disamping itu jalur gempa bumi juga menjadi sejajar dengan jalur penunjaman, maupun pada jalur sesar regional seperti sesar sumatera/semangko.



Gambar 2. 2 Peta sebaran lempeng tektonik di dunia

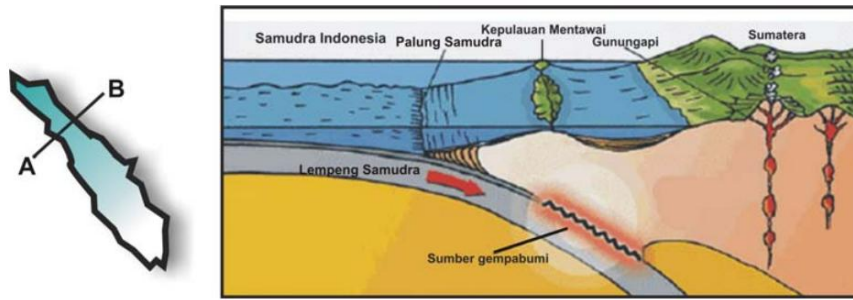
Sumber: Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana, 2000

2.1.2 Gempa Bumi

Gempa bumi adalah berguncangnya bumi yang disebabkan oleh tumbukan antar lempeng bumi, patahan aktif aktivitas gunungapi atau runtuhannya batuan. Sehingga gempabumi ialah peristiwa pelepasan energi yang menyebabkan dislokasi (pergeseran) pada bagian dalam bumi secara tiba-tiba. (Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana, 2007)

Adapun penyebab dari gempa bumi yaitu:

1. Proses tektonik akibat pergerakan kulit/lempeng bumi.
2. Aktivitas sesar dipermukaan bumi
3. Pergerakan geomorfologi secara lokal, contohnya terjadinya reruntuhan tanah
4. Aktivitas gunungapi
5. Ledakan Nuklir.



Gambar 2. 3 Ilustrasi kejadian gempa bumi tektonik

Sumber: Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana, 2007

Energi yang dilepaskan saat terjadi gempa bumi akan merambat ke seluruh bagian bumi dan terasa hingga ke permukaannya. Ketika getaran tersebut mencapai permukaan, struktur bangunan yang tidak kuat dapat mengalami kerusakan bahkan runtuh, sehingga berpotensi menimbulkan korban jiwa. Selain itu, guncangan kuat dari gempa dapat memicu proses alam lain seperti tanah longsor, jatuhnya batu, dan kerusakan tanah yang berdampak pada permukiman di sekitarnya. Gempa bumi juga sering menimbulkan bencana lanjutan, misalnya kebakaran, kecelakaan pada fasilitas industri atau transportasi, hingga banjir yang terjadi akibat kerusakan bendungan atau tanggul penahan air. (Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana, 2007)

2.1.3 Kajian Risiko Bencana

Di Indonesia, masih banyak masyarakat yang menganggap bencana sebagai sesuatu yang sudah ditakdirkan. Cara pandang seperti ini menunjukkan bahwa paradigma lama masih kuat, yaitu keyakinan bahwa bencana adalah hukuman atau kutukan akibat kesalahan manusia. Akibatnya, sebagian orang merasa tidak perlu melakukan upaya pencegahan karena mereka percaya bahwa bencana tidak dapat dihindari. (Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana, 2007)

Seiring perkembangan waktu, pendekatan penanggulangan bencana mengalami perubahan besar. Fokusnya tidak lagi hanya pada bantuan darurat ketika bencana sudah terjadi, tetapi lebih diarahkan pada upaya pencegahan dan

mitigasi yang menyeluruh. Proses mitigasi ini mencakup tiga aspek dasar dalam pengurangan risiko, yaitu:

A. Ancaman (*Hazard*)

Ancaman (*Hazard*) adalah suatu fenomena alam atau buatan yang mempunyai potensi mengancam kehidupan manusia, kerugian harta benda dan kerusakan lingkungan.

Berdasarkan United Nasional-Internasional *Strategy For Disaster Reduction* (UN-ISDR), bahaya ini dibedakan menjadi 5 (lima) kelompok yaitu:

- a) Bahaya beraspek geologi, antara lain gempa bumi, Tsunami, gunung api, gerakan tanah (*mass movement*) sering dikenal sebagai tanah longsor.
- b) Bahaya beraspek hidrometeorologi, antara lain: banjir, kekeringan, angin topan, gelombang pasang.
- c) Bahaya beraspek biologi, antara lain: wabah penyakit, hama dan penyakit tanaman dan hewan/ternak.
- d) Bahaya beraspek teknologi, antara lain: kecelakaan transportasi, kecelakaan industri, kegagalan teknologi.
- e) Bahaya beraspek lingkungan, antara lain: kebakaran hutan, kerusakan lingkungan, pencemaran limbah.

B. Kerentanan (*Vulnerability*)

Kerentanan (*Vulnerability*) berkaitan dengan kondisi masyarakat, lingkungan, maupun infrastruktur yang membuat suatu wilayah lebih rentan terdampak Ketika ancaman terjadi.

Analisis kerentanan merupakan tahapan kedua untuk mengurangi risiko bencana. Adapun variabel untuk analisis kerentanan ini yaitu:

1. Kerentanan Fisik

Analisis kerentanan fisik melihat sejauh mana infrastruktur mampu bertahan terhadap ancaman tertentu (Badan Koordinasi Nasional

Penanganan Bencana, 2007) Kondisi kerentanan ini dapat dilihat dari berbagai indikator sebagai berikut:

- a) Presentase Kawasan terbangun yakni kepadatan bangunan
- b) Presentase bangunan konstruksi; jaringan listrik, rasio panjang jalan, jaringan telekomunikasi, jaringan PDAM.

2. Kerentanan Lingkungan

Kerentanan lingkungan dapat diartikan sebagai tingkat kepekaan ekosistem terhadap perubahan lingkungan yang dipicu oleh manusia maupun proses alamiah. Poin utama dari kerentanan ini adalah adanya risiko kerusakan yang dapat memengaruhi ketahanan alam serta ketersediaan sumber daya (Ramadhan et al., 2024)

3. Kerentanan Sosial

Kerentanan sosial dipahami sebagai suatu kondisi yang merepresentasikan tingkat kerentanan masyarakat terhadap dampak negatif bencana berdasarkan karakteristik internal mereka. Berbeda dengan aspek fisik, aspek sosial lebih menekankan pada profil demografis serta tatanan ekonomi masyarakat yang menjadi penentu utama seberapa besar kerugian yang dialami. Konsep ini untuk memetakan kelompok penduduk mana yang paling terancam serta mengukur kemampuan mereka dalam merespon tekanan bencana (Farah, n.d.)

Beberapa indikator penting yang saling berkaitan. meliputi:

- a) Kepadatan penduduk, area dengan konsentrasi massa yang padat memiliki tingkat risiko korban jiwa yang lebih tinggi karena beban evakuasi yang lebih berat saat terjadi guncangan hebat atau ancaman tsunami

b) Kelompok Rentan, komunitas yang memiliki jumlah lansia, anak-anak di bawah lima tahun, serta individu dengan disabilitas yang signifikan dianggap lebih rentan karena keterbatasan fisik mereka dalam melakukan aksi penyelamatan mandiri.

c) Kondisi sosio-Ekonomi

Kapasitas masyarakat dalam menghadapi bencana juga ditentukan oleh tingkat kesejahteraan dan akses terhadap Pendidikan. Masyarakat dengan status ekonomi rendah umumnya memiliki keterbatasan aset untuk pemulihan mandiri, sementara tingkat Pendidikan menentukan efektivitas penyerapan informasi mitigasi yang diberikan oleh pemerintah.

4. Kerentanan Ekonomi

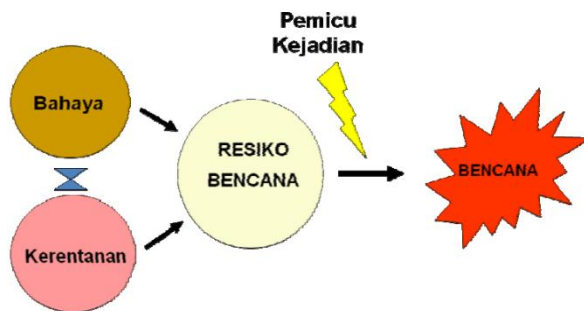
Kerentanan ekonomi merupakan kondisi yang menggambarkan seberapa besar potensi kerugian finansial atau ekonomi yang harus ditanggung oleh suatu kelompok masyarakat saat menghadapi peristiwa bencana. Fokus utamanya terletak pada keterbatasan modal dan simpanan yang dimiliki warga, sehingga Ketika bencana terjadi, mereka cenderung kesulitan melakukan pemulihan secara mandiri dan cepat (Hapsoro & Buchori, 2015).

C. Kapasitas (Capacity)

Kapasitas (Capacity) adalah kemampuan masyarakat, pemerintah dan lingkungan untuk mengurangi dampak bencana, misalnya jalur evakuasi, kesiapan peralatan, pengetahuan masyarakat dan kelembagaan bencana.

Secara skematis, hubungan antara ancaman, kerentanan, risiko dan kejadian

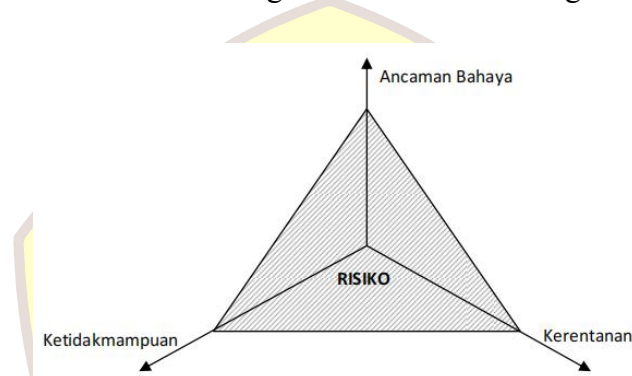
bencana dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. 4 Bahaya, kerentanan, risiko dan bencana

Sumber: Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana, 2007

Jika ketiga variabel tersebut digambarkan adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 5 Komponen Risiko Bencana

Sumber: Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana, 2007

Dalam kaitan ini, bahaya menunjukkan kemungkinan terjadinya kejadian baik alam maupun buatan di suatu tempat. Kerentanan menunjukkan kerawanan yang dihadapi suatu masyarakat dalam menghadapi ancaman tersebut. Ketidakmampuan merupakan kelangkaan upaya atau kegiatan yang dapat mengurangi korban jiwa atau kerusakan.

2.1.4 Faktor Risiko (Risk)

Berdasarkan panduan Bakornas PB, risiko dipahami sebagai potensi kerugian di lokasi dan periode tertentu yang diakibatkan oleh berubahnya suatu ancaman menjadi bencana nyata. Kerugian ini mencakup berbagai dimensi, mulai dari dampak kesehatan dan keselamatan jiwa, hilangnya stabilitas dan rasa aman,

hingga kerusakan materi serta terhentinya aktivitas sosial masyarakat (Rahman, n.d.).

Menurut Davidson (1997) hubungan antar faktor risiko, faktor bahaya, faktor kerentanan dan Faktor ketahanan tercermin dalam model sistematis (Model ini telah dimodifikasi dan disesuaikan dengan bahan kajian) sebagai berikut :

$$\text{HDRI} = W_H H + W_V V + W_C C$$

Dimana :

HDRI = Nilai Risiko Bencana (*Hazard Disaster Risk Index*)

$W_H H$ = Nilai Faktor Bahaya (*Wight Hazard*)

$W_V V$ = Nilai Faktor Kerentanan (*Weight Vulnerability*)

$W_C C$ = Nilai Faktor Ketahanan (*Weight Capacity*)

Dimana nilai dari setiap faktor tersebut telah di bakukan dan dikalikan dengan nilai bobot masing-masing, dengan rumus standarisasi yaitu sebagai berikut :

Model standarisasi yang digunakan untuk indikator yang nilainya bersesuai dengan risiko bencana, yaitu:

$$X^{1ij} = \frac{X_{ij} - (\bar{X}_i - 2S_i)}{S_i}$$

Sedangkan untuk indikator yang nilainya berkebalikan dengan risiko bencana menggunakan model standarisasi berikut :

$$X^{1ij} = \frac{-X_{ij} + (\bar{X}_i + 2S_i)}{S_i}$$

Dimana

X^{1ij} = Nilai yang sudah dibakukan

X_{ij} = Nilai yang belum dibakukan

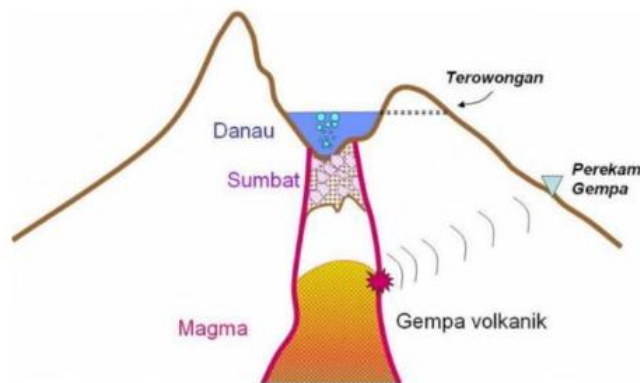
$\bar{X}_i$ = Nilai Rata-rata

S_i = Standar deviasi

2.1.5 Jenis Gempa Bumi

Identifikasi jenis gempa berdasarkan penyebabnya menjadi fondasi penting dalam manajemen bencana dan rekayasa bangunan tahan gempa, berikut gempa bumi berdasarkan penyebabnya, dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori utama yang saling melengkapi, (Moh Nur Sholeh, 2023) yakni :

A. Gempa Vulkanik



Gambar 2. 6 Ilustrasi Gempa Tektonik

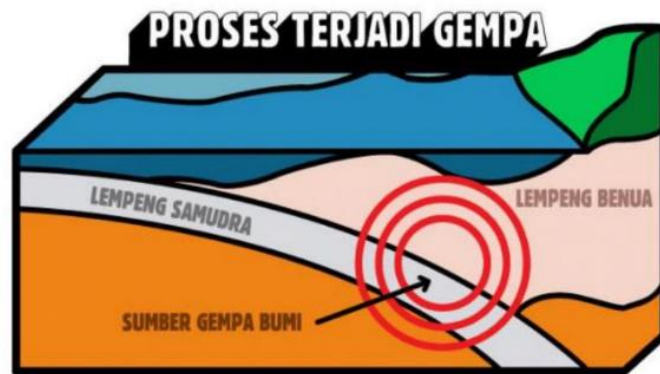
Sumber: Buku Struktur Bangunan Tahan Gempa, Oleh Moh Nur Sholeh

Gempa Bumi Vulkanik merupakan jenis guncangan yang dipicu oleh aktivitas magma pada gunung berapi. Getaran ini muncul akibat adanya gesekan antara magma yang bergerak keliar dengan formasi batuan di dalam gunung. Fenomena ini sangat sering dijumpai di wilayah Indonesia karena banyaknya gunung api aktif yang tersebar di Nusantara. Pada umumnya, dampak gempa ini hanya bersifat lokal dan dirasakan di area sekitar gunung saja, namun intensitasnya bisa meningkat jauh lebih kuat apabila terjadi letusan yang sangat besar.

B. Gempa Tektonik

Fenomena gempa tektonik muncul sebagai akibat dari pergerakan blok-blok besar pada kerak bumi atau yang dikenal sebagai lempeng tektonik. Guncangan ini terjadi karena pelepasan energi dalam skala besar yang terakumulasi dari tekanan antarlapisan batuan di bawah permukaan bumi.

Salah satu mekanisme utama adalah proses subduksi, yaitu kondisi di mana terjadi interaksi antar lempeng yang memaksa salah satu bagian menyusup ke bawah lempeng lainnya. Di Indonesia, gempa jenis ini memiliki tingkat frekuensi tertinggi karena posisi geografisnya yang berada di titik temu tiga lempeng utama dunia yaitu Indo-Australia, Eurasia, dan pasifik. Zona pertemuan lempeng membentang di sepanjang perairan Sumatera, Jawa hingga Nusa Tenggara inilah yang menjadi penyebab utama mengapa aktivitas seismic tektonik begitu dominan di wilayah Nusantara.

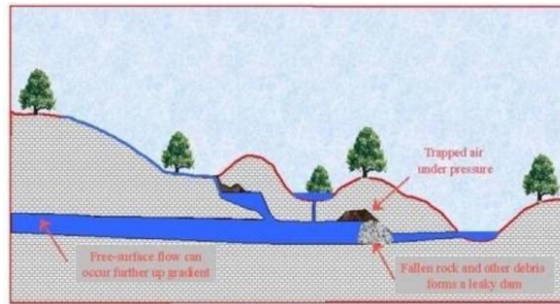


Gambar 2. 7 Ilustrasi Gempa Tektonik

Sumber: Buku Struktur Bangunan Tahan Gempa, Oleh Moh Nur Sholeh

C. Gempa Runtuhan

Gempa runtuhan terjadi akibat adanya runtuhan akibat peristiwa tanah longsor. Gempa bumi runtuhan juga memiliki ciri khusus yaitu kekuatannya yang tidak terlalu besar. Tidak seperti gempa bumi tektonik yang kekuatannya terkadang melebihi 6 skala Richter, gempa bumi runtuhan sifatnya lebih lemah. Getaran yang ditimbulkan gempa bumi runtuhan disesuaikan dengan objek yang mengalami runtuhan.



Gambar 2. 8 Ilustrasi Gempa Bumi Runtuhan

Sumber: Buku Struktur Bangunan Tahan Gempa, Oleh Moh Nur Sholeh

2.1.5 Mitigasi Bencana Pesisir

Mitigasi wilayah pesisir merupakan suatu rangkaian upaya yang dirancang untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kerugian akibat bencana melalui pengelolaan berbagai aspek yang memengaruhi tingkat risiko suatu kawasan. Pada wilayah pesisir, mitigasi tidak hanya dimaknai sebagai pembangunan sarana fisik untuk menahan dampak bencana, tetapi juga mencakup pengelolaan lingkungan, penguatan kapasitas masyarakat, pengendalian pemanfaatan ruang, serta penyelenggaraan tata kelola wilayah yang mampu mendukung pengurangan risiko bencana secara berkelanjutan.

Karakteristik wilayah pesisir yang berada pada zona peralihan antara daratan dan lautan menjadikan kawasan ini memiliki dinamika lingkungan yang lebih tinggi dibandingkan wilayah daratan. Menurut Hantoro (2020), kondisi fisik pesisir dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain fisiografi wilayah, dinamika atmosfer, kondisi oseanografi, hidrologi, serta proses geologi yang berlangsung secara terus-menerus. Kombinasi berbagai proses tersebut menyebabkan setiap kawasan pesisir memiliki karakteristik yang berbeda, baik dari segi bentang alam, kondisi lingkungan, maupun tingkat ancaman bencana yang dihadapi. Oleh karena itu, strategi mitigasi tidak dapat diterapkan secara seragam pada seluruh wilayah pesisir, melainkan harus mempertimbangkan karakteristik fisik dan lingkungan setempat agar tindakan yang dilakukan lebih efektif dalam mengurangi risiko bencana.

Di Indonesia, faktor geologi menjadi salah satu penyebab utama tingginya tingkat ancaman bencana di kawasan pesisir. Letak Indonesia yang berada pada pertemuan beberapa lempeng tektonik aktif menyebabkan proses tektonik berlangsung secara intensif sehingga sering memicu gempa bumi. Pada kawasan pesisir yang berhadapan langsung dengan zona subduksi, pelepasan energi akibat pergerakan lempeng tidak hanya menimbulkan guncangan gempa, tetapi juga dapat menyebabkan deformasi dasar laut yang memicu terbentuknya gelombang tsunami. Karakteristik ancaman tersebut menjadikan wilayah pesisir sebagai kawasan yang memerlukan perhatian khusus dalam penyusunan strategi mitigasi karena waktu tiba tsunami relatif singkat sehingga kesiapsiagaan masyarakat dan pengaturan ruang menjadi faktor yang sangat menentukan dalam mengurangi jumlah korban maupun kerusakan yang ditimbulkan (Wahyoe Soepri Hantoro, 2020).

Menurut Undang-undang No 27 Tahun 2007 tentang Pengelolaan wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil, mitigasi bencana pesisir adalah upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik structural atau fisik melalui pembangunan fisik alami dan/atau buatan maupun non structural atau non fisik melalui peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil. Dilaksanakan dengan memperhatikan aspek:

1. Sosial, ekonomi, dan budaya masyarakat
2. Kelestarian lingkungan hidup
3. Kemanfaatan dan efektivitas; serta
4. Lingkup luas Wilayah

Upaya mitigasi bencana dibagi menjadi 2 (Dua) bagian yaitu:

A.Upaya Mitigasi Struktural

Mitigasi structural merupakan upaya pengurangan risiko bencana yang dilakukan melalui pembangunan fisik maupun rekayasa Teknik untuk mengurangi dampak gempa bumi manusia, bangunan dan infrastruktur. Pada Kawasan pesisir, mitigasi structural tidak hanya bertujuan untuk

meningkatkan ketahanan bangunan terhadap guncangan gempa, tetapi juga mengurangi dampak bencana ikutan seperti tsunami melalui penyediaan infrastruktur pendukung evakuasi dan perlindungan pesisir. Dalam konteks penataan ruang, mitigasi structural menjadi bagian dari penyediaan prasarana wilayah yang dirancang untuk meningkatkan keselamatan masyarakat serta menjaga keberlangsungan fungsi Kawasan Ketika terjadi bencana (Subandono Diposaptono, 2003).

Penerapan mitigasi structural perlu mempertimbangkan karakteristik geologi wilayah pesisir. Kawasan yang tersusun atas endapan alluvial, pasir pantai, maupun sedimen lepas umumnya memiliki kemampuan implifikasi gelombang seismic yang tinggi dibandingkan batuan keras sehingga berpotensi mengalami kerusakan lebih besar Ketika terjadi gempa bumi. Oleh karena itu, pembangunan infrastruktur harus memperhatikan kondisi geologi, daya dukung tanah serta standar teknis bangunan tahan gempa agar mampu mengurangi tingkat kerusakan maupun korban jiwa.

a) Penerapan Bangunan Tahan Gempa

Bangunan tahan gempa merupakan bentuk mitigasi structural yang paling mendasar dalam mengurangi risiko gempa bumi. Bangunan dirancang agar mampu menahan gaya akibat guncangan sehingga keruntuhan dapat diminimalkan. Penerapan standar konstruksi tahan gempa sangat penting pada fasilitas vital seperti rumah sakit, sekolah, kantor pemerintahan, pusat evakuasi, serta bangunan pelayanan public lainnya karena fasilitas tersebut tetap harus dapat berfungsi pada saat darurat. Pada kawasan pesisir, penerapan standar konstruksi menjadi semakin penting mengingat karakteristik tanah yang cenderung lunak dapat memperbesar getaran gempa. Oleh sebab itu, desain pondasi, struktur kolom, balok, serta sambungan konstruksi harus disesuaikan dengan kondisi geologi setempat agar bangunan memiliki tingkat ketahanan yang lebih baik terhadap guncangan.

b) Penyediaan jalur evakuasi

Jalur evakuasi merupakan bagian penting dari struktur ruang kawasan pesisir. Jalur tersebut harus dirancang agar mampu menghubungkan kawasan permukiman dengan titik kumpul maupun kawasan aman melalui jaringan jalan yang mudah diakses oleh seluruh masyarakat. Dalam penataan ruang, jalur evakuasi perlu memiliki kapasitas yang memadai, bebas hambatan, dilengkapi rambu evakuasi, serta terhubung langsung menuju lokasi evakuasi sementara maupun tempat evakuasi akhir. Pada kawasan pesisir yang memiliki potensi tsunami, jalur evakuasi harus mempertimbangkan waktu tempuh masyarakat menuju lokasi aman sehingga proses penyelamatan dapat berlangsung secara efektif.

c) Penyediaan tempat evakuasi

Tempat evakuasi merupakan fasilitas yang digunakan sebagai lokasi berkumpul masyarakat setelah terjadi gempa bumi maupun tsunami. Tempat evakuasi dapat berupa ruang terbuka publik, lapangan, kawasan hijau, maupun bangunan bertingkat yang telah dirancang sebagai bangunan evakuasi vertikal. Dalam konteks tata ruang, lokasi tempat evakuasi harus ditempatkan pada kawasan yang memiliki tingkat keamanan tinggi, mudah dijangkau dari kawasan permukiman, serta memiliki kapasitas yang mampu menampung masyarakat pada kondisi darurat.

d) Penguatan infrastruktur pendukung

Selain bangunan dan jalur evakuasi, mitigasi struktural juga mencakup penguatan jaringan infrastruktur seperti jalan, jembatan, sistem komunikasi, jaringan listrik, dan fasilitas air bersih. Infrastruktur tersebut memiliki peran penting dalam mendukung proses evakuasi maupun penanganan darurat setelah terjadi gempa bumi. Pada kawasan pesisir, pengembangan infrastruktur harus mempertimbangkan kemungkinan kerusakan akibat guncangan maupun tsunami sehingga pelayanan dasar masyarakat tetap dapat berjalan setelah bencana terjadi.

B.Upaya Mitigasi Non Struktural

Mitigasi non-struktural merupakan upaya pengurangan risiko bencana yang dilakukan tanpa pembangunan fisik, melainkan melalui kebijakan, perencanaan, kelembagaan, peningkatan kapasitas masyarakat, penyediaan informasi, serta pengendalian pemanfaatan ruang. Pada wilayah pesisir, mitigasi non-struktural memiliki peran yang sangat penting karena mampu mengurangi tingkat eksposur masyarakat terhadap ancaman gempa bumi melalui pengaturan pembangunan sejak tahap perencanaan.

Mitigasi non-struktural tidak hanya berorientasi pada kesiapsiagaan masyarakat, tetapi juga mengintegrasikan aspek kebencanaan ke dalam kebijakan pembangunan wilayah sehingga risiko dapat dikurangi sebelum bencana terjadi .

a) Penataan ruang berbasis mitigasi

Penataan ruang merupakan instrumen utama dalam mitigasi non-struktural. Melalui penyusunan RTRW maupun RDTR, pemerintah dapat mengendalikan jenis pemanfaatan ruang sesuai tingkat risiko bencana yang dimiliki suatu kawasan. Pada kawasan pesisir, wilayah dengan tingkat bahaya tinggi diarahkan untuk fungsi lindung atau kegiatan yang memiliki risiko rendah, sedangkan pembangunan permukiman maupun fasilitas vital diarahkan menuju kawasan yang lebih aman. Dengan demikian, pengaturan ruang dapat mengurangi jumlah penduduk maupun aset yang terekspos terhadap ancaman gempa bumi.

b) Pengendalian pemanfaatan ruang

Pengendalian pemanfaatan ruang dilakukan melalui ketentuan zonasi, perizinan, pengawasan, serta pemberian insentif dan disinsentif terhadap kegiatan pembangunan. Pada kawasan pesisir, pengendalian ini bertujuan mencegah berkembangnya kawasan terbangun secara tidak terkendali pada wilayah yang memiliki risiko tinggi sehingga pembangunan tetap memperhatikan aspek keselamatan masyarakat.

c) Penyusunan peta risiko

Pemetaan bahaya, kerentanan, kapasitas, dan risiko merupakan dasar utama dalam pengambilan keputusan tata ruang. Peta risiko digunakan untuk menentukan prioritas pembangunan, penetapan kawasan lindung, penyusunan jalur evakuasi, serta pengendalian pemanfaatan ruang sehingga seluruh kebijakan pembangunan memiliki dasar spasial yang jelas.

d) Peningkatan kapasitas masyarakat

Keberhasilan mitigasi sangat dipengaruhi oleh kemampuan masyarakat dalam menghadapi bencana. Oleh karena itu, peningkatan kapasitas dilakukan melalui pendidikan kebencanaan, simulasi evakuasi, pelatihan tanggap darurat, pembentukan Forum Pengurangan Risiko Bencana (FPRB), serta penyebarluasan informasi kebencanaan. Masyarakat yang memiliki kapasitas tinggi cenderung lebih siap melakukan evakuasi, memahami prosedur penyelamatan diri, dan mampu mengurangi jumlah korban ketika terjadi bencana.

e) Penguatan Kelembagaan

Mitigasi non-struktural juga dilakukan melalui penguatan koordinasi antarinstansi, pemerintah daerah, BPBD, pemerintah kalurahan, serta organisasi masyarakat. Kelembagaan yang kuat akan meningkatkan efektivitas penyelenggaraan mitigasi, mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan, hingga evaluasi program pengurangan risiko bencana.

2.1.6 Penataan Ruang dalam Mitigasi Kebencanaan

Kebencanaan dan tata ruang merupakan dua aspek yang saling berkaitan dalam upaya pengurangan risiko bencana. Bencana tidak hanya dipandang sebagai fenomena alam yang terjadi secara tiba-tiba, tetapi juga sebagai hasil interaksi antara bahaya alam, karakteristik wilayah, kondisi sosial masyarakatm serta kebijakan pemanfaatan ruang. Oleh karena itu, tata ruang memiliki peran penting dalam menentukan tingkat kerentanan suatu wilayah terhadap bencana. Perencanaan ruang yang tidak mempertimbangkan aspek kebencanaan dalam meningkatkan eksposur masyarakat terhadap ancaman, sedangkan tata ruang yang

berbasis mitigasi mampu mengurangi potensi kerugian yang ditimbulkan Ketika terjadi bencana(Gerry Andrika Rismana et al., 2026).

Pendekatan keruangan dalam kajian kebencanaan menempatkan ruang sebagai elemen utama dalam memahami terbentuknya risiko bencana. Ruang bukan sekedar wadah tempat terjadinya bencana, tetapi merupakan hasil interaksi dinamis antara proses alam dan aktivitas manusia. Perubahan penggunaan lahan, eksploitasi sumber daya alam, urbanisasi, serta pembangunan yang tidak memperhatikan daya dukung lingkungan dapat mengubah karakteristik suatu wilayah sehingga meningkatkan risiko bencana. Analisis kebencanaan dilakukan melalui indentifikasi bahaya (Hazard), Kerentanan (Vulnerability), kapasitas (Capavity) dan risiko (risk). Keempat komponen tersebut memiliki kontribusi spasial yang berbeda-beda sehingga memerlukan pendekatan analisis keruangan. Informasi mengenai kondisi fisik wilayah, kepadatan penduduk, penggunaan lahan, jaringan infrastruktur, maupun karakteristik sosial ekonomi diintegrasikan dalam suatu analisis spasial untuk mengetahui wilayah yang memiliki tingkat risiko tinggi maupun rendah. Hasil analisis tersebut menjadi dasar dalam penyusunan kebijakan pemanfaatan ruang dan penentuan prioritas mitigasi bencana (Gerry Andrika Rismana et al., 2026)

2.1.7 Proses Hierarki Analitik (Analitical Hierarchy Process/AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP), atau dalam bahasa Indonesia dikenal sebagai Proses Hierarki Analitik (PHA), merupakan metode yang diinisiasi oleh matematikawan Thomas L. Saaty dari Universitas Pittsburgh pada era 1970-an. Secara konseptual, AHP berfungsi untuk memetakan struktur sistem yang kompleks guna menganalisis keterkaitan fungsional antar elemen serta pengaruhnya terhadap sistem secara menyeluruh. Metode ini dirancang untuk menerjemahkan persepsi dan pertimbangan subjektif individu menjadi sebuah skala prioritas yang logis dalam menentukan berbagai alternatif pilihan.

Dalam Jurnal (Rahman, n.d.) menurut Menurut Saaty (1993), analisis ini berfungsi untuk membangun model dari persoalan yang tidak terstruktur. Metode ini lazim digunakan untuk menyelesaikan masalah kuantitatif maupun yang

memerlukan penilaian subjektif (*judgement*). AHP sangat efektif dalam situasi kompleks atau tidak terkerangka, terutama saat data statistik sangat terbatas atau bahkan tidak tersedia, sehingga pengambilan keputusan harus bersandar pada aspek kualitatif seperti persepsi, pengalaman, serta intuisi. Pendekatan AHP menggunakan skala Saaty nilai dari nilai bobot 1 sampai 9. Nilai bobot 1 menggambarkan “sama penting”. Ini berarti bahwa nilai atribut yang sama skalanya, nilai bobotnya 1, sedangkan nilai bobot 9 menggambarkan kasus atribut yang “penting absolut” dibandingkan dengan yang lainnya. Skala saaty dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. 1 Skala Banding secara Berpasangan

Tingkat Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Kedua elemen sama penting	Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar terhadap tujuan
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lain	Pengalaman dan penilaian sedikit mendukung satu elemen dibanding elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada elemen yang lain	Pengalaman dan penilaian sangat kuat mendukung satu elemen dibanding elemen yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih penting dari elemen lainnya	Satu elemen dengan kuat didukung dan dominan terlihat dalam praktek
9	Satu elemen mutlak lebih penting daripada elemen yang lainnya	Bukti yang mendukung elemen yang satu terhadap elemen lain memiliki tingkat penegasan tertinggi yang mungkin menguatkan
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan	Nilai ini diberikan bila ada dua kompromi diantara dua pilihan
Kebalikan	Jika untuk aktivitas i mendapat satu angka bila dibandingkan dengan aktivitas j, maka j mempunyai nilai kebalikannya bila dibandingkan dengan i	

Sumber: Saaty, 1993

2.2 Tinjauan Kebijakan

2.2.1 Undang-Undang No 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana

Undang-undang ini menegaskan bahwa pemerintah pusat dan pemerintah daerah memiliki tanggung jawab utama dalam melindungi masyarakat dari ancaman bencana. Bentuk tanggung jawab itu mencakup penyediaan informasi kebencanaan, pemenuhan kebutuhan dasar korban, pelaksanaan pengurangan

risiko, hingga menyusun rencana yang terintegrasi dengan pembangunan wilayah. Dengan adanya UU ini, pemerintah diwajibkan menegakkan rencana tata ruang, melakukan analisis risiko pada pembangunan, serta menyiapkan anggaran khusus untuk kebencanaan.

Secara operasional, Undang-Undang No 24 Tahun 2007 membagi penanganan bencana menjadi tiga fase yaitu :

1. Tahap Pra-bencana

Pada fase ini, kegiatan berfokus pada pencegahan, pengurangan risiko, penegakan rencana tata ruang, analisis risiko bencana, serta pendidikan kebencanaan. UU mengatur bahwa perencanaan penanggulangan bencana harus diawali dengan pengkajian ancaman, kerentanan, dan kapasitas, serta menentukan upaya pengurangan risiko yang tepat. Pencegahan juga mencakup identifikasi sumber bahaya, pengendalian sumber daya alam, pemantauan teknologi, sampai penguatan ketahanan sosial masyarakat.

2. Tahap Tanggap Darurat

Fase ini berfokus pada penyelamatan jiwa melalui kajian cepat lokasi terdampak, penetapan status darurat, evakuasi, pemenuhan kebutuhan dasar, perlindungan kelompok rentan, dan pemulihan fasilitas vital secara segera.

3. Tahap Pasca Bencana

Fase ini meliputi rehabilitasi dan rekonstruksi, termasuk pemulihan layanan publik, perbaikan infrastruktur, pemulihan sosial ekonomi, serta pelaksanaan pembangunan kembali yang lebih aman.

Wilayah yang rentan terhadap bencana gempa bumi umumnya memiliki karakteristik fisik, geologi, dan sosial tertentu yang dapat meningkatkan bahaya maupun dampak yang ditimbulkan. Salah satu karakteristik utama adalah kedekatan wilayah terhadap sumber gempa, seperti zona subduksi, sesar aktif, maupun patahan lokal. Semakin dekat dengan suatu wilayah terhadap sumber gempa, maka intensitas guncangan yang diterima cenderung semakin besar sehingga potensi kerusakan juga meningkat.

Selain kedekatan terhadap sumber gempa, kondisi geologi dan jenis tanah juga sangat di pengaruhi besarnya dampak gempa bumi, wilayah yang tersusun atas sedimen lunak seperti pasir, lempung, endapan alluvial, maupun material pantai umumnya rentan mengalami kerusakan dibandingkan wilayah yang berada di atas batuan keras. Hal ini karena adanya fenomena gelombang seismic, yaitu kondisi lapisan lunak memperbesar getaran gempa sehingga guncangan permukaan lebih kuat.

Wilayah pesisir merupakan salah satu Kawasan yang memerlukan perhatian khusus dalam menghadapi ancaman guncangan dikarenakan berpotensi mengalami bencana ikutan berupa tsunami. Dalam wilayah kajian, Kapanewon Sanden memiliki beberapa karakteristik yang menyebabkan tingkat kerentanan terhadap gempa bumi relative tinggi, yaitu lokasi yang berhadapan langsung dengan subduksi selatan jawa, keberadaan daratan alluvial dan sedimen pantai yang dapat memperkuat guncangan gempa sehingga dapat menimbulkan potensi bencana ikutan berupa tsunami akibat aktivitas tektonik di Samudera Hindia.

2.2.2 Undang-Undang No 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang

Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang memiliki peran penting karena menempatkan penataan ruang sebagai instrumen utama dalam mewujudkan ruang yang aman, nyaman, produktif, dan berkelanjutan, termasuk dari ancaman bencana alam. Undang-undang ini menegaskan bahwa kawasan rawan bencana harus diidentifikasi dan diatur dalam rencana tata ruang agar pemanfaatan ruang tidak menimbulkan risiko yang membahayakan keselamatan masyarakat. Melalui pengaturan struktur ruang dan pola ruang, pemerintah dapat mengendalikan intensitas dan jenis pemanfaatan lahan di wilayah rawan, serta menetapkan kawasan lindung dan kawasan tertentu sebagai bentuk perlindungan terhadap bencana. Selain itu, UU Penataan Ruang memberikan dasar hukum bagi pemerintah daerah dalam melakukan pengendalian pemanfaatan ruang melalui perizinan, pengawasan, dan penertiban, sehingga upaya mitigasi bencana dapat diimplementasikan secara konsisten dalam pembangunan wilayah.

2.2.3 Perda Nomor 10 Tahun 2023 tentang RTRW Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2023-2043

Rencana Tata Ruang Wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2023–2043 digunakan sebagai acuan kebijakan karena dokumen ini merupakan pedoman resmi penataan ruang di tingkat provinsi yang mengarahkan pemanfaatan ruang lintas kabupaten/kota, termasuk Kabupaten Bantul. RTRW DIY memuat identifikasi kawasan rawan bencana geologi, termasuk gempa bumi, serta arahan pengendalian pemanfaatan ruang pada wilayah dengan tingkat kerawanan tinggi. Melalui penetapan struktur ruang, pola ruang, dan kawasan lindung, RTRW DIY menekankan pentingnya integrasi aspek kebencanaan dalam perencanaan pembangunan wilayah. Oleh karena itu, kebijakan ini relevan sebagai dasar analisis karena memberikan kerangka spasial dan arahan strategis yang menjadi rujukan bagi perencanaan tata ruang kabupaten, khususnya dalam upaya pengurangan risiko bencana melalui pengendalian pemanfaatan ruang.

Dalam struktur ruang wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta, Kabupaten Bantul ditetapkan sebagai salah satu Pusat Kegiatan Wilayah (PKW) yang berfungsi melayani kegiatan skala provinsi maupun beberapa kabupaten/Kota di sekitarnya. Keberadaan Kapanewon Sanden sebagai bagian dari Kabupaten Bantul menjadikan wilayah ini memiliki keterkaitan terhadap perkembangan kegiatan ekonomi, pelayanan, dan pengembangan wilayah.

RTRW DIY Tahun 2023-2043 menempatkan Kawasan pesisir sebagai salah satu Kawasan yang dikembangkan berdasarkan potensi sumber daya. Pengembangan Kawasan pesisir dilakukan dengan memperhatikan prinsip bangunan berkelanjutan serta menjaga keseimbangan antara fungsi lindung dan fungsi budidaya. Sebagai wilayah yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia, Kapanewon Sanden termasuk ke dalam Kawasan pesisir selatan DIY yang memiliki kerentanan terhadap berbagai ancaman alam. RTRW DIY juga menegaskan bahwa harus mengedepankan ketangguhan bencana melalui pengembangan dan pemanfaatan ruang berbasis mitigasi dan adaptasi bencana.

2.2.4 Rencana Detail Tata Ruang Wilayah Perencanaan Pantai Selatan Tahun 2024-2044

Rencana Detail Tata Ruang Wilayah Perencanaan Pantai Selatan Tahun 2024–2044 digunakan sebagai rujukan kebijakan karena dokumen ini memberikan pedoman teknis paling rinci dalam pengaturan ruang di kawasan pesisir. RDTR mengatur pembagian zona secara jelas beserta ketentuan pemanfaatannya, sehingga dapat mengendalikan jenis kegiatan dan bentuk pembangunan pada wilayah yang memiliki kerawanan gempa bumi. Keberadaan ketentuan zonasi, batasan intensitas bangunan, serta pengaturan kawasan lindung dalam RDTR memungkinkan upaya pengurangan risiko bencana dilakukan secara langsung pada tingkat tapak. Dengan demikian, kebijakan ini penting untuk menilai sejauh mana pengendalian pemanfaatan ruang di kawasan Pantai Selatan telah mempertimbangkan aspek keselamatan dan perlindungan wilayah dari ancaman bencana.

Dalam struktur administrasi, Kapanewon sanden terdiri atas empat kalurahan yaitu Kalurahan Gadingharjo, Kalurahan Srigading, Kalurahan Gadingsari, dan Kalurahan Murtigading. Keempat kalurahan tersebut seluruhnya masuk ke dalam Wilayah Perencanaan Pantai Selatan Kabupaten Bantul sehingga pengembangan ruangnya diatur khusus dalam kebijakan penataan ruang Kawasan pesisir. Dari aspek pusat pelayanan, Kalurahan Gadingharjo ditetapkan sebagai salah satu Pusat Lingkungan (PL) dalam sistem pelayanan Kawasan pesisir selatan kabupaten Bantul. Hal ini menunjukkan bahwa Gadingharjo memiliki fungsi sebagai pusat pelayanan dasar bagi masyarakat di wilayah sekitarnya, baik dalam pelayanan pemerintahan, perdagangan, Pendidikan, maupun pelayanan sosial lainnya. Selain itu, Kalurahan Srigading juga di tetapkan sebagai pusat lingkungan yang berfungsi mendukung distribusi pelayanan pada bagian tengah Kawasan pesisir bantul

2.3 Studi Terdahulu

Tabel 2. 2 Studi Terdahulu

No	Judul dan Nama Peneliti	Tujuan	Metodologi	Variabel Penelitian	Kesimpulan
Nasional					
1.	Analisis Bencana Gempa bumi dan mitigasi bencana di daerah kertasari (Iqbal luthfi nur rais, 2021)	. Menganalisis tingkat bahaya dan kerentanan gempa bumi serta merumuskan upaya mitigasi di Kertasari.	Deskriptif kuantitatif dengan teknik <i>Overlay</i> GIS, scoring, dan pembobotan berdasarkan Permen PU No. 21.	Bahaya: 1. Jarak Sesar 2. PGA (PGAM) Kerentanan 1. Penggunaan lahan 2. Jenis batuan 3. Kemiringan lereng 4. Kepadatan bangunan	Wilayah kajian masuk kategori Tipologi C (Kurang Stabil); mitigasi difokuskan pada penataan ruang dan infrastruktur. Adapun <i>Research Gap</i> pada penelitian ini Fokus utama pada kerentanan fisik dan geologi; belum mendalami pemulihan sektor ekonomi lintas sektor secara mendetail.
2.	Arahan Mitigasi Terhadap penurunan tingkat risiko bencana gempabumi pada Permukiman di Sekitar Jalur Sesar Palu-Koro (Sri wahyuningsi, 2024)	Menyusun arahan mitigasi bencana gempa bumi untuk menurunkan risiko gempa pada Kawasan permukiman yang berada di sekitar jalur sesar palu-koro, kota palu.	Deskriptif kuantitatif dengan analisis keruangan berbasis GIS. Metode yang digunakan meliputi Analisis overlay peta, pembobotan indikator berdasarkan Perka BNPB No 2 Tahun 2012, serta perhitungan risiko bencana melalui perkalian indeks bahaya dan kerentanan	1. Bahaya (PGA) 2. Kerentanan Fisik 3. Kerentanan Ekonomi	Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah permukiman di sekitar Sesar Palu-Koro didominasi oleh tingkat risiko gempabumi tinggi. Strategi mitigasi yang direkomendasikan meliputi mitigasi struktural berupa penerapan bangunan tahan gempa serta mitigasi non-struktural melalui penguatan kapasitas masyarakat, pengaturan tata ruang, dan peningkatan kesiapsiagaan bencana
3.	Perencanaan Wilayah Pesisir Berbasis Mitigasi Bencana di Kecamatan Sanana, Kabupaten Kepulauan Sula, Provinsi Maluku Utara	1) Mengidentifikasi bencana di wilayah pesisir Kecamatan Sanana. 2)Merencanakan	Analisis deskriptif dan analisis spasial dengan teknik overlay menggunakan ArcGIS 10.3. Data berupa DEM	1. Data primer, kondisi eksisting berupa foto atau vidio. 2. Data sekunder, bersumber dari	- Seluruh pesisir Kecamatan Sanana berpotensi terkena dampak tsunami.. - Mitigasi dibagi dua: struktural (reklamasi pantai sebagai buffer

No	Judul dan Nama Peneliti	Tujuan	Metodologi	Variabel Penelitian	Kesimpulan
	(Indra Purwanto et al., n.d.-a)	wilayah pesisir Kecamatan Sanana berbasis mitigasi bencana.	SRTM, citra satelit, peta RBI, dan data RZWP3K.	instansi berupa ketinggian (Elevation), Jarak dari garis pantai (Coastal Proximity), Penggunaan lahan, Permukiman, Batas administrasi.	zone, pemecah ombak, jalur evakuasi, bangunan evakuasi, rambu dan sirine peringatan dini) dan non-struktural (kebijakan tata ruang aman bencana, standar bangunan tahan tsunami, peta rawan bencana, simulasi, sistem peringatan dini, edukasi masyarakat).
4.	Pengelolaan Wilayah Pesisir Berbasis Pengurangan Risiko Bencana Gempabumi dan Tsunami di Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta. (Nur et al., 2021)	1. Mengidentifikasi potensi bahaya gempabumi dan tsunami. 2. Menganalisis kesesuaian penggunaan lahan eksisting terhadap rencana pola ruang. 3. Mendeskripsikan arahan pengelolaan wilayah pesisir berbasis pengurangan risiko bencana gempabumi dan tsunami.	Metode deskriptif kualitatif dan analisis spasial menggunakan ArcGIS. Data berupa Citra satelit, RTRW, RZWP3K, Data Gempa USGS, Peta tsunami dan data penggunaan lahan.	1. Potensi bahaya gempa dengan pengukuran percepatan tanah menggunakan rumus empiris percepatan tanah Mc Guirre R.K. Potensi bahaya tsunami menggunakan variabel elevasi, kekasaran permukaan, dan ketinggian gelombang. 2. Variabel kesesuaian pola ruang dengan melakukan intersect ada arcgis, menggunakan data	- Wilayah pesisir Kabupaten Kulon Progo memiliki potensi bahaya gempabumi yang sedang dengan nilai PGA 134, 754 gal dan potensi bahaya tsunami yang cenderung tinggi dengan luasan zona bahaya tinggi 7702, 614 Ha. - Hasil kajian kesesuaian penggunaan lahan eksisting tahun 2016 terhadap rencana pola ruang dalam dokumen Rencana Zonasi Wilayah Pesisir Kabupaten Kulon Progo Tahun 2014-2034 cenderung menunjukkan penyimpangan ruang yang tinggi dengan luasan ketidaksesuaian penggunaan lahan seluas 10399,139 Ha dari total luas penelitian. Arahan pengelolaan wilayah

No	Judul dan Nama Peneliti	Tujuan	Metodologi	Variabel Penelitian	Kesimpulan
				penggunaan lahan, RTRW dan RZWP3K. 3. Overlay dan tabulasi silang untuk arahan manajemen bencana gempabumi dan tsunami disertai dengan arahan distribusi penduduk.	mencakup 5 skenario.
5.	<i>Peran Tata Ruang Dalam Mitigasi Risiko Pembangunan dan Pencegahan Bencana Alam.</i> (Fairuzzen, M. R., Merpaung, V. H., Putra, A. A., Malik, A. A., & Mahipal, 2024).	Menganalisis dampak perencanaan tata ruang terhadap pengurangan risiko bencana, dengan fokus pada kebijakan, implementasi, dan tantangan yang dihadapi dalam penerapannya.	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dan analitis. Pendekatan ini tidak menggunakan angka atau survei lapangan yang bersifat kuantitatif, melainkan mengkaji dokumen, peraturan, kasus bencana, serta data historis tata ruang di berbagai daerah. Melalui analisis ini, peneliti memetakan hubungan antara kebijakan tata ruang dengan tingkat risiko bencana yang terjadi di banyak wilayah.	1. Variabel pertama adalah tata ruang itu sendiri, yang mencakup regulasi, zonasi, penggunaan lahan, ruang terbuka hijau, dan pengendalian pembangunan di kawasan rawan. 2. Variabel kedua adalah mitigasi risiko bencana, yang terlihat dari tingkat keterpaparan wilayah terhadap bencana, besarnya kerusakan yang terjadi, serta efektivitas upaya pencegahan yang dijalankan	Penelitian ini menegaskan bahwa tata ruang memiliki peran yang sangat besar dalam mengurangi risiko bencana. Bencana alam sering kali diperparah oleh pembangunan yang tidak sesuai dengan rencana tata ruang, lemahnya pengawasan, serta minimnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya mematuhi zonasi risiko.

No	Judul dan Nama Peneliti	Tujuan	Metodologi	Variabel Penelitian	Kesimpulan
				pemerintah dan masyarakat.	
Internasional					
6.	<i>Earthquake-hazard exposure of residents with potential access and functional needs in the US</i> (Wood et al., 2026)	Mengidentifikasi populasi dengan kebutuhan akses fungsional (AFN) yang terpapar bahaya gempa untuk meningkatkan sistem peringatan dini (EEW).	Analisis spasial eksploratif terintegrasi menggunakan data demografi sensus dan peta bahaya seismik USGS.	Bahaya : Intensitas guncangan gempa (MMI) Kerentanan: Disabilitas, lansia, populasi, difasilitas Kesehatan, dan institusi permasyarakatan	Peringatan dini gempa sering kali tidak menjangkau populasi dengan keterbatasan fisik/kognitif; diperlukan strategi khusus untuk kelompok rentan. Adapun <i>Research Gap</i> pada penelitian ini Fokus pada skala nasional (AS) dan populasi khusus; belum menyentuh strategi mitigasi ekonomi spesifik kawasan pesisir.
7.	<i>Integrated model for earthquake risk assessment using neural network and analytic hierarchy process: Aceh province, Indonesia.</i> (Jena et al., 2020)	Mengembangkan model terintegrasi berbasis Neural Network (NN) dan Analytic Hierarchy Process (AHP) untuk menilai risiko gempa bumi secara spasial di Provinsi Aceh, Indonesia.	Pendekatan kuantitatif dengan penggabungan dua metode: Analytic Hierarchy Process (AHP) untuk pembobotan parameter dan Artificial Neural Network (ANN) untuk validasi spasial. Analisis dilakukan menggunakan data geospasial dan pengolahan peta berbasis GIS.	Parameter bahaya (hazard), kerentanan (vulnerability), dan kapasitas (capacity) yang terdiri dari subvariabel seperti intensitas seismik, jarak ke sesar aktif, kepadatan penduduk, kondisi bangunan, kemiringan lereng/topografi, dan penggunaan lahan.	Model NN–AHP yang dikembangkan berhasil meningkatkan akurasi peta risiko gempa. Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah Aceh memiliki tingkat risiko sedang hingga tinggi, terutama di daerah dengan kepadatan penduduk tinggi dan kondisi geologi yang lemah. Pendekatan ini direkomendasikan untuk diterapkan dalam perencanaan mitigasi dan tata ruang berbasis risiko.
8.	<i>Taiwanese settlements vulnerability and risk of earthquakes - Case study of indigenous areas</i>	Memetakan kerentanan sosio-ekonomi dan risiko gempa pada pemukiman masyarakat adat di	Perhitungan <i>Social Vulnerability Index</i> (SVI) dengan normalisasi <i>z-score</i> dan	Variabel Kerentanan: Kelompok marjinal (Masyarakat adat), gender (perempuan), usia	Ketimpangan sosial memperburuk dampak bencana; wilayah adat memiliki risiko lebih tinggi karena keterbatasan akses pemulihan.

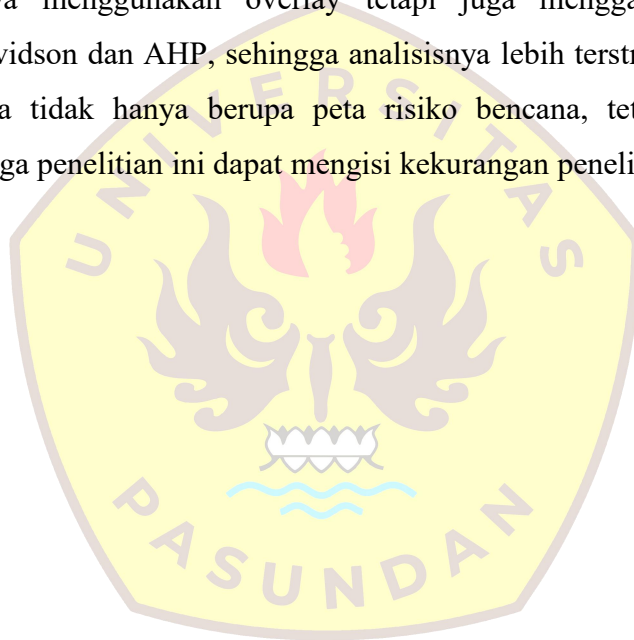
No	Judul dan Nama Peneliti	Tujuan	Metodologi	Variabel Penelitian	Kesimpulan
	(Nepožtková, 2026)	Taiwan yang mengalami ketimpangan struktural.	pemetaan matriks risiko.	(anak & lansia), tingkat pendapatan, dan pendidikan..	Adapun <i>Research Gap</i> pada penelitian ini Fokus pada masyarakat adat pedalaman; terdapat perbedaan karakteristik aset ekonomi dengan masyarakat pesisir wisata
9.	<i>Rehabilitation and Reconstruction Post-Earthquake, Tsunami and Liquefaction in Central Sulawesi</i> (Widodo & Juni Risma Saragih, 2024)	Studi literatur dan analisis data sekunder (BNPB).	Studi literatur dan analisis data sekunder (BNPB).	Kerentanan Ekonomi: Sektor produktif, mata pencaharian, bantuan modal. Kapasitas: Kebijakan pemerintah, pemulihan lintas sektor.	Pemulihan ekonomi memerlukan waktu lama dan keterlibatan lintas sektor; bantuan modal usaha sangat krusial bagi warga terdampak. Adapun <i>Research Gap</i> Berfokus pada fase pascabencana (rehabilitasi); kurang membahas analisis risiko spasial sebelum bencana terjadi (mitigasi preventif)
10.	<i>Regional government service innovation model in disaster mitigation.</i> (Herlina, M., Sipahutar, H., Wardani, D. K., Sulistyono, D., & Pribadi, M. A., 2021).	mengidentifikasi dan menjelaskan model inovasi layanan pemerintah daerah dalam mitigasi bencana dengan cara melihat contoh nyata inovasi yang sudah diterapkan di tiga daerah: Sumedang, Semarang, dan Sleman.	Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan mengumpulkan data melalui wawancara dengan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD), diskusi kelompok terfokus (FGD) bersama BNPB dan Kementerian Dalam Negeri, serta studi dokumen terkait inovasi daerah. Fokus penelitian	Terdapat 2 Variabel penelitian yakni 1) Inovasi Layanan Pemerintah Daerah. Dengan indikator sebagai berikut : • Penggunaan Teknologi • Kecepatan penyampaian • Fitur layanan public • Ketersediaan SDM • Kemudahan akses bagi masyarakat	Penelitian ini menyimpulkan bahwa tiga daerah—Sumedang, Semarang, dan Sleman—telah berhasil mengembangkan inovasi layanan dalam mitigasi bencana sesuai kebutuhan wilayah masing-masing. Inovasi tersebut berupa aplikasi dan sistem informasi seperti SITABAH, SEMARISK, dan SIPANDU Merapi yang menggunakan teknologi baru untuk mempercepat penyampaian informasi, meningkatkan kesiapsiagaan masyarakat, serta membantu proses evakuasi. Ketiga inovasi ini memenuhi standar

No	Judul dan Nama Peneliti	Tujuan	Metodologi	Variabel Penelitian	Kesimpulan
			adalah menggambarkan dan menganalisis inovasi yang sudah diterapkan tiap daerah sesuai karakter ancaman bencana yang mereka hadapi.	2) Mitigasi Bencana. Dengan indikator sebagai berikut : • Kesiapsiagaan masyarakat • Sistem Peringatan dini (EWS) • Penyediaan data bencana • Prosedur evakuasi • Informasi zona rawan bencana	pelayanan minimum pemerintah dan dapat dijadikan contoh (best practice) untuk daerah lain dalam meningkatkan mitigasi bencana.

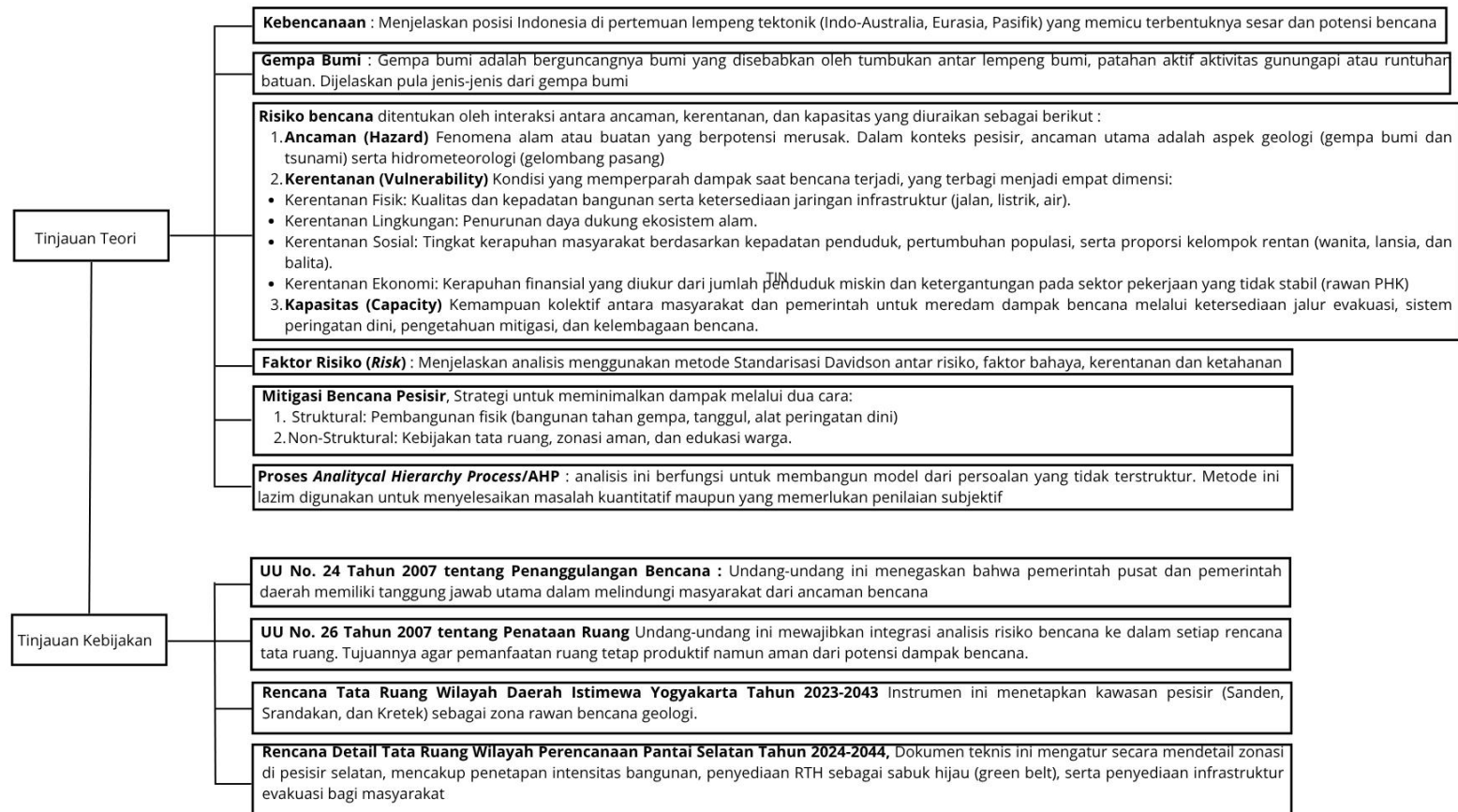
Sumber: Penulis, 2025

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu, analisis risiko gempa bumi umumnya menggunakan pendekatan yang menggabungkan aspek bahaya, kerentanan dan kapasitas. Variabel serta parameter mayoritas masih menggunakan PERKA BNPB No 2 Tahun 2012 dengan metode yang digunakan umumnya berupa analisis peta dengan Teknik overlay untuk menghasilkan peta risiko, Teknik Skoring dan pembobotan seperti AHP.

Jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian tersebut, penelitian ini memiliki beberapa perbedaan. Penelitian ini berfokus pada wilayah yang lebih spesifik, yaitu Kawasan pesisir kapanewon sanden. Dari segi metode, penelitian ini tidak hanya menggunakan overlay tetapi juga menggabungkan model standarisasi Davidson dan AHP, sehingga analisisnya lebih terstruktur. Hasil yang diharapkan juga tidak hanya berupa peta risiko bencana, tetapi juga arahan mitigasi, sehingga penelitian ini dapat mengisi kekurangan penelitian sebelumnya.



2.4 Kerangka Tinjauan Pustaka



Gambar 2. 9 Kerangka Teori

BAB III

METODOLOGI

3.1 Metodologi Penelitian

3.1.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif karena fokus pada pengelolaan data numerik untuk mengukur tingkat risiko bencana gempa bumi secara objektif. Penggunaan angka-angka yang diperoleh melalui statistik dan analisis spasial GIS sangat diperlukan untuk menghasilkan data yang akurat di wilayah pesisir Kapanewon Sanden. Dengan landasan data kuantitatif yang terukur, rekomendasi strategi mitigasi non-struktural yang dihasilkan nantinya akan lebih tepat sasaran dan sesuai dengan profil risiko serta kapasitas masyarakat.

Metode analisis yang digunakan yaitu dengan beberapa metode yaitu perhitungan nilai faktor dengan model standarisasi Davidson serta metode *superimpose* (dengan teknik skoring), selain itu untuk memperoleh nilai perbandingan antara beberapa faktor yang ditinjau dari segi pentingnya faktor tersebut terhadap faktor lainnya dalam menentukan penilaian prioritas terhadap risiko bencana alam gempa bumi maka digunakan pembobotan dengan menggunakan metode proses hierarki analitik (*Analitycal Hierarchy Process/AHP*) (Firmansyah, 2009)

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan atribut atau nilai yang memiliki variasi tertentu dan menjadi fokus utama dalam sebuah studi ilmiah. Unsur ini berfungsi sebagai parameter ukur untuk menganalisis perbedaan karakteristik antar subjek guna menarik kesimpulan yang akurat (Nurul Melani Haifa et al., 2025). Berikut variabel yang digunakan dalam penelitian ini ialah :

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian

Faktor	Variabel	Sub-Variabel	Parameter	Keterangan	Sumber
Bahaya	Nilai <i>Peak Ground Accleration</i> (PGA)	Nilai Percepatan Tanah	Tinggi Sedang Rendah	Mengklasifikasikan tingkat bahaya, berdasarkan parameter (Tinggi, sedang, rendah) dari data kebencanaan yang sudah ada.	(Iqbal luthfi nur rais, 2021)
Kerentanan	Kerentanan fisik	Sistem Struktur Bangunan	Permanen	Jenis bangunan mempengaruhi tingkat ketahanan terhadap guncangan gempa	(Cruz et al., 2025)
			Non-Permanen	Bangunan non permanen lebih mudah rusak saat terjadi gempa	
	Kerentanan sosial	Kepadatan penduduk	Kepadatan penduduk	Semakin banyak penduduk, semakin besar potensi korban terdampak gempa	(Nugraha et al., 2022)
		Kelompok rentan	Rasio Jenis kelamin	Tingginya angka kelompok rentan berpengaruh terhadap kerentanan daerah karena kelompok rentan cenderung lebih sulit untuk menyelamatkan diri pada saat terjadi gempa bumi.	
			Rasio penduduk disabilitas		
	Kerentanan ekonomi	Aktivitas ekonomi	Kepadatan bangunan komersial	Untuk melihat seberapa besar aktivitas ekonomi dan banyaknya bangunan usaha di suatu wilayah yang dapat mempengaruhi tingkat kerentanan terhadap gempa bumi.	(Alizadeh et al., 2021)
		Tingkat Kemiskinan	Persentase Tingkat Kemiskinan	Mengukur kemampuan ekonomi masyarakat untuk melakukan perbaikan mandiri.	(Agung Dyah L D, 2022)
Kapasitas	Sumberdaya Buatan	Rasio Sarana Kesehatan terhadap jumlah penduduk	Pelayanan Kesehatan	Semakin tinggi rasio terhadap jumlah penduduk, semakin besar kapasitas penanganan bencana dan semakin rendah risikonya..	(Firmansyah, 2009)
		Rasio jumlah tenaga Kesehatan terhadap	Jumlah Tenaga Kesehatan	Semakin rendah rasionya terhadap penduduk, semakin terbatas kapasitas penanganan dan	

		jumlah penduduk		semakin tinggi risiko bencana.	
Kapasitas	Aksesibilitas	Rasio Panjang jalan terhadap luas wilayah	Jaringan Jalan	Semakin rendah rasionya terhadap penduduk, semakin terhambat evakuasi dan semakin tinggi risiko bencana.	(Firmansyah, 2009)
	Masyarakat	Pelatihan Kebencanaan	Mengikuti forum PPRB baik dari pemerintah maupun relawan	Pelatihan masyarakat untuk meningkatkan pengetahuan akan bencana gempa bumi	(Buchari, 2021)
	Kelembagaan	Regulasi Desa	Adanya peraturan kepada desa terkait desa Tangguh bencana	Kelembagaan meingkatkan kesiapsiagaan dalam menghadapi gempa	

Sumber: Penulis, 2026



3.3 Teknik Pengumpulan Data

A. Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh secara langsung melalui objek penelitian (Indra Purwanto et al., n.d.-b) Adapun pengambilan data primer yang dilakukan oleh peneliti berupa pengambilan foto kondisi eksisting wilayah penelitian dengan pendekatan *Groundcheck* mencakup Kawasan Pesisir Kabupaten Bantul yakni Kapanewon Sanden.

1. Kuisisioner

Kuisisioner merupakan instrument pengumpulan data berupa daftar pertanyaan tertulis yang disusun secara sistematis untuk dijawab oleh responden. Dalam pelaksanaannya, kuisisioner dapat diberikan kepada target sasaran baik melalui media digital (*Online*) maupun secara langsung di lapangan (*Offline*). Penggunaan kuisisioner bertujuan untuk menghimpun informasi dari banyak narasumber secara efisien, sehingga menghasilkan data kuantitatif yang akurat (Iba & Wardhana, n.d.).

Kuesioner dalam penelitian ini disusun dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk memperoleh pembobotan terhadap kriteria dan subkriteria yang memengaruhi perumusan strategi mitigasi bencana gempa bumi. Responden yang dilibatkan merupakan perwakilan dari instansi pemerintah, serta pihak terkait lainnya yang memiliki pemahaman teknis, kebijakan, dan pengalaman dalam pengelolaan risiko bencana gempa bumi, khususnya di wilayah pesisir Kapanewon Sanden, Daerah Istimewa Yogyakarta.

2. Wawancara

Adapun Teknik wawancara yang digunakan pada penelitian ini adalah Purposive Sampling, dengan target kalurahan Ketua FPRB ataupun yang mengetahui isu wilayah Kapanewon Sanden. Setiap kalurahan akan diwawancarai satu narasumber yang memiliki pemahaman terkait kebencanaan yang memungkinkan mereka untuk menjelaskan.

B. Data Sekunder

Data sekunder merupakan informasi pendukung yang diperoleh melalui sumber yang telah tersedia guna memperkuat temuan utama. Meskipun bukan data primer, data ini berperan penting sebagai pelengkap dalam memberikan konteks atau wawasan tambahan yang relevan dengan fokus penelitian (Nurul Melani Haifa et al., 2025)

Tabel 3. 2 Teknik Pengumpulan Data Sekunder

No	Kebutuhan Data Sekunder		
	Data yang dibutuhkan	Bentuk data	Instansi
1.	Peta zona rawan gempa	SHP	BPBD Kabupaten Bantul
2.	Peta PGA (<i>Peak Ground Acceleration</i>)	Dokumen/SHP	BMKG
3.	Jumlah penduduk per desa	Tabular	BPS (Kecamatan Dalam angka)
4.	Rasio Umum non produktif		
5.	Rasio Jenis kelamin		
6.	Jumlah/Persentase penduduk miskin		
7.	Jumlah penyandang disabilitas		
8.	Jumlah Pelayanan kesehatan		
9.	Jumlah Tenaga Kesehatan		
10.	Jumlah dan sebaran bangunan usaha	Tabular	Dinas Koperasi Usaha kecil menengah perindustrian dan perdagangan kab, bantul
11	Persentase kemiskinan	Tabular	BPS (Kecamatan Dalam Angka)
12	Dokumen kebijakan terkait bencana	Dokumen	BPBD Kabupaten Bantul
13	Penggunaan Lahan	SHP	Dinas Pertanahan dan Tata Ruang Kabupaten Bantul

Sumber: Penulis, 2026

3.4 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam waktu 9 Bulan yaitu pada bulan September 2025, Juli 2026 . Pelaksanaan penelitian sesuai dengan tabel berikut :

Tabel 3. 3 Waktu Penelitian

No	Kegiatan	September				Desember				Januari				Februari				Maret				April				Mei			Juni			Juli		
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2					
		Pra Penelitian																																
1.	Penyusunan dan Pengajuan Judul																																	
	Pengusulan Proposal dan Bimbingan proposal																																	
	Seminar Proposal																																	
		Penelitian																																
2.	Pengumpulan Data																																	
	Pengolahan Data dan Penyusunan Laporan TA																																	
		Pasca Penelitian																																
3.	Bimbingan Draft TA																																	
	Sidang Akhir																																	
	Pembukuan																																	

Sumber: Penulis,2026

3.5 Teknik Analisis

Teknik analisis data adalah proses mengolah data menjadi informasi baru. Proses ini dilakukan bertujuan agar karakteristik data menjadi lebih mudah dimengerti dan berguna serta solusi bagi suatu permasalahan. Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan bantuan komputer dan perangkat lunak (*Software*) (Petrus Subardjo dan Raden Ario, 2015) . Pengolahan data untuk menyusun daerah rawan gempa bumi terdiri dari beberapa tahap. Secara garis besar, langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tahap-tahap sebagai berikut :

3.5.1 Teridentifikasinya tingkat risiko bencana melalui variabel bahaya, kerentanan, dan Kapasitas bencana gempa bumi di Wilayah Pesisir Kabupaten Bantul.

3.5.1.1 Perhitungan Nilai Faktor Bahaya Gempa Bumi

Analisis bahaya gempa bumi menggunakan data sekunder yang diperoleh dari InaRISK yang dikelola oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana. Data bahaya gempa bumi tersebut kemudian diolah menggunakan Arcgis sehingga sebaran tingkat bahaya gempa bumi pada setiap wilayah desa di Kapanewon Sanden sehingga hasilnya digunakan dalam penyusunan strategi mitigasi bencana gempa bumi.

3.5.1.2 Perhitungan Nilai Faktor Kerentanan dan Kapasitas

Analisis faktor kerentanan dan kapasitas dilakukan melalui beberapa tahapan. Pada faktor kerentanan, khususnya variabel bangunan permanen dan bangunan non permanen, data diperoleh melalui pengolahan citra menggunakan *Google Earth Engine* (GEE) untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis bangunan pada setiap kalurahan.

Identifikasi bangunan permanen dan non-permanen dilakukan untuk memperoleh gambaran indikatif mengenai karakteristik bangunan di wilayah kajian. Analisis dilakukan menggunakan citra penginderaan jauh Sentinel-2 dan Sentinel-1 yang diolah melalui *Google Earth Engine* dengan pendekatan *Rule Based Classification*. Sentinel-2 digunakan untuk

mengidentifikasi area terbangun berdasarkan nilai Normalized Difference Built-up Index (NDBI), sedangkan Sentinel-1 digunakan sebagai dasar untuk membedakan bangunan permanen dan non-permanen berdasarkan nilai *backscatter* VV. Adapun tahapan analisis yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penentuan Area of Interest (AOI), Menentukan batas wilayah Kalurahan Gadingharjo sebagai wilayah kajian menggunakan data batas yang telah diunggah ke Google Earth Engine.
2. Pengolahan Citra Sentinel-2, Menggunakan citra Sentinel-2 Surface Reflectance Harmonized tahun 2025 dengan ketentuan:
 - Periode 1 Januari-31 Desember 2025
 - Tutupan awan (*cloudy pixel percentage*) < 10%
 - Citra dipotong sesuai batas AOI Gadingharjo (batas kajian)
3. Pengolahan Citra Sentinel-1, Menggunakan citra radar Sentinel-1 GRD tahun 2025 dengan ketentuan:
 - Periode: 1 Januari–31 Desember 2025
 - Mode instrumen: IW (Interferometric Wide)
 - Citra digabungkan menggunakan nilai median
 - Hasil citra dipotong sesuai batas AOI.
4. Identifikasi Area Terbangun, Menghitung NDBI menggunakan band SWIR (B11) dan NIR (B8). Area dengan nilai NDBI > 0,10 dikategorikan sebagai area terbangun (*built-up area*)
5. Klasifikasi Bangunan, Area yang telah teridentifikasi sebagai *built-up* kemudian diklasifikasikan sebagai bangunan permanen apabila memiliki nilai Sentinel-1 VV > -9 dB
6. Penyusunan Peta dan Perhitungan Luas, Hasil klasifikasi disajikan dalam dua kelas, yaitu permanen dan non-permanen. Selanjutnya, luas masing-masing kelas dihitung berdasarkan luas piksel pada resolusi 10 meter dan dikonversi dari m² menjadi hektare (ha)

7. Ekspor Hasil. Hasil akhir klasifikasi bangunan permanen dan non-permanen diekspor dari Google Earth Engine ke Google Drive dalam format raster dengan
 - Resolusi spasial: 10 meter
 - Wilayah ekspor: AOI Gadingharjo

Sementara itu, variabel kerentanan lainnya diperoleh dari data sekunder, sedangkan pada faktor kapasitas, variabel masyarakat dan kelembagaan diperoleh melalui wawancara dengan ketua forum pengurangan risiko bencana (FPRB) di masing-masing kalurahan.

Selanjutnya, seluruh indikator pada faktor kerentanan dan kapasitas distandarisasi menggunakan Metode Standarisasi Davidson. Tahap ini bertujuan untuk menyeragamkan nilai dari setiap indikator yang memiliki satuan dan karakteristik berbeda sehingga dapat dibandingkan dan dihitung dalam satu skala yang sama. Dalam penelitian ini, proses standarisasi menggunakan dua model, yaitu model untuk indikator kerentanan yang memiliki hubungan positif terhadap peningkatan risiko bencana dan model untuk indikator kapasitas yang memiliki hubungan negatif terhadap risiko bencana.

Setelah proses standarisasi, dilakukan pembobotan terhadap setiap indikator menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Pembobotan diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada para ahli yang memiliki kompetensi di bidang kebencanaan, khususnya bencana gempa bumi, kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak Expert Choice untuk memperoleh bobot masing-masing indikator.

Tahap berikutnya adalah menghitung nilai faktor kerentanan dan kapasitas dengan mengalikan nilai indikator yang telah distandarisasi dengan bobot hasil AHP, kemudian menjumlahkannya sehingga diperoleh nilai masing-masing faktor. Khusus untuk variabel yang berbentuk spasial, analisis dilanjutkan menggunakan teknik superimpose (overlay) dan scoring

melalui perangkat lunak Arcgis. Teknik ini digunakan untuk menggabungkan berbagai peta tematik sehingga menghasilkan tingkat kerentanan dan kapasitas yang berbeda pada setiap wilayah penelitian sesuai dengan karakteristik spasial masing-masing kalurahan

Berikut penjabaran mengenai analisis faktor kerentanan dan Kapasitas menggunakan standarisasi Davidson berikut langkah-langkah analisis Standarisasi Davidson:

1) Standarisasi Nilai Indikator

Tujuan utama dari standarisasi nilai indikator adalah untuk menciptakan nilai baku (seragam). Hal ini penting agar indikator-indikator yang memiliki satuan atau jenis berbeda tetap bisa dihitung secara matematis bersama indikator lainnya, terutama untuk melihat kesesuaiannya dengan tingkat risiko bencana. Dalam proses ini, Davidson (1997: 142) memperkenalkan dua model standarisasi data yang dapat digunakan :

- a) Untuk setiap indikator kerentanan dikarenakan semakin tinggi nilai indikator akan menyebabkan semakin tinggi pula risiko bencananya, maka disumuskan :

$$X^{lij} = \frac{X_{ij} - (\bar{X}_i - 2S_i)}{S_i}$$

- b) Untuk setiap indikator faktor ketahanan dikarenakan semakin tinggi nilai indikator akan menyebabkan semakin rendah risiko bencananya, maka dipergunakan rumus yang berbeda yaitu:

$$X^{lij} = \frac{-X_{ij} + (\bar{X}_i + 2S_i)}{S_i}$$

Dimana X^{lij} : Nilai yang sudah dibakukan untuk indikator i di kecamatan j

X_{ij} : Nilai yang belum dibakukan untuk indikator I di

kecamatan j

$\bar{X}_i$: Nilai rata-rata untuk indikator i

S_i : Standar Deviasi

2) Pembobotan Faktor, Sub Faktor dan Indikator

Proses pembobotan dilakukan karena setiap elemen risiko memiliki mencerminkan besarnya persentase kontribusi masing-masing faktor dalam membentuk risiko bencana secara keseluruhan. Penentuan bobot dilakukan melalui penilaian subjektif para ahli di bidang kebencanaan dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang datanya dikumpulkan melalui kuesioner. Akhirnya, nilai risiko dihitung dengan menjumlahkan hasil perkalian antara skor baku setiap indikator dengan bobot masing-masing faktornya.

3) Perhitungan nilai faktor-faktor bencana

Setelah indikator-indikator setiap faktor risiko bencana distandarkan (dibakukan), maka dilakukan perhitungan nilai/indeks risiko bencana gempa bumi. Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai setiap faktor risiko bencana adalah :

$$B = W_{B1}X'_{B1} + \dots + W_{Bn}X'_{Bn}$$

$$R = W_{R1}X'_{R1} + \dots + W_{Rn}X'_{Rn}$$

$$K = W_{K1}X'_{K1} + \dots + W_{Kn}X'_{Kn}$$

Dimana :

B = Nilai Faktor Bahaya (Hazards)

R = Nilai Faktor Kerentanan (Vulnerability)

K = Nilai Faktor Ketahanan/Kapasitas (Capacity)

X'_i = Nilai Setiap Indikator yang telah dibakukan

W_i = Bobot setiap indikator

4. Teknik Superimpose dan Skoring

Metode ini digunakan untuk analisis data fisik, pada proses ini digunakan atas dasar (asumsi) bahwa hasil dari analisis ini akan menghasilkan tingkatan yang berbeda-beda di setiap wilayah (misalnya : kelurahan A dapat memiliki tingkat kerentanan fisik berbeda-beda, hal tersebut dikarenakan permukiman dan pemanfaatan ruang yang menyebar di kelurahan A). Jadi, untuk analisis data fisik ini tidak dapat dianggap sama untuk tingkatannya di setiap wilayah.

Teknik superimpose dan skoring ini digunakan dengan prosesnya melalui bantuan software Sistem Informasi Geografis (SIG), yang dalam penelitian ini menggunakan Arc View GIS, untuk teknik skoring tersebut langkah-langkahnya yaitu sebagai berikut :

- 1) Menentukan peringkat dari pembentuk indikator, tingkat indikator, tingkat sub faktor dan tingkat faktor, peringkat tersebut ditentukan berdasarkan tingkat pengaruhnya terhadap risiko bencana gempa bumi.
- 2) Perhitungan skor yaitu dengan mengkalikan nilai yang sudah dibakukan sebelumnya (peringkat) dengan bobot.

Untuk memperjelas penggunaan Teknik analisis seperti yang dijelaskan di atas terhadap analisis dalam menentukan tingkat risiko bencana gempa bumi dalam studi ini, dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. 4 Penggunaan Metode dan Teknik Analisis dalam Studi Strategi Mitigasi Bencana Gempa Bumi di Wilayah Pesisir Kapanewon Sanden, DIY

No	Output	Analisis	
		Metode	Teknik
Faktor Bahaya			
1.	Tingkat Bahaya Gempa Bumi	Mengklasifikasikan tingkat bahaya berdasarkan parameter (Tinggi, sedang, rendah) dari data kebencanaan yang sudah ada	Teknik <i>Superimpose (Overlay)</i>
Faktor Kerentanan			
2.	Tingkat Kerentanan fisik	Dilakukan pembobotan dan penilaian tingkat kerentanan dengan variabel struktur bangunan (Permanen dan non permanen)	Perhitungan nilai dengan model standarisasi Davidson
3.	Tingkat Kerentanan sosial	Menghitung kepadatan penduduk dan kelompok rentan (Rasio usia non produktif, jenis kelamin, penduduk miskin	Perhitungan nilai dengan model standarisasi

No	Output	Analisis	
		Metode	Teknik
		dan disabilitas), kemudian dijumlahkan berdasarkan bobot masing-masing parameter	Davidson
4.	Tingkat Kerentanan ekonomi	Menghitung aktivitas ekonomi berupa kepadatan bangunan komersial serta tingkat kemiskinan, kemudian dilakukan pembobotan	Perhitungan nilai dengan model standarisasi Davidson
5.	Tingkat Kerentanan	Menggabungkan seluruh sub faktor kerentanan (Fisi, sosial, ekonomi) untuk memperoleh tingkat kerentanan wilayah	✓ Teknik <i>Superimpose (Overlay)</i> ✓ Teknik Skoring
Faktor Kapasitas			
1	Sumber Daya Buatan	Menghitung rasio sarana dan jumlah tenaga Kesehatan berdasarkan jumlah penduduk kemudian dilakukan pembobotan	Perhitungan nilai dengan model Standarisasi Davidson
2.	Aksesibilitas	Menghitung rasio panjang jalan terhadap luas wilayah kemudian dilakukan perhitungan dan pembobotan.	Perhitungan nilai dengan model Standarisasi Davidson
3.	Masyarakat	Mengidentifikasi keikutsertaan masyarakat terhadap forum FPRB untuk meningkatkan pengetahuan akan kebencanaan	Teknik Skoring
4.	kelembagaan	Mengidentifikasi keberadaan forum PRB/FRB dan regulasi desa terkait kebencanaan, kemudian dilakukan penilaian kapasitas kelembagaan.	Teknik Skoring
5.	Tingkat Kapasitas	Menggabungkan seluruh sub faktor kapasitas	✓ Teknik <i>Superimpose (Overlay)</i> ✓ Teknik Skoring
	Tingkat Risiko	Menumpangtindih peta-peta faktor-faktor risiko, yaitu faktor bahaya, kerentanan dan kapasitas	✓ Teknik <i>Superimpose (Overlay)</i> ✓ Teknik Skoring

Sumber: Penulis, 2026

Penentuan bobot dilakukan melalui penilaian subjektif para ahli di bidang kebencanaan dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang datanya dikumpulkan melalui kuesioner dengan menggunakan skala perbandingan yang dikembangkan oleh Thomas L. Skala ini digunakan untuk mempermudah penilaian dalam menentukan tingkat prioritas agar kriteria secara sistematis dan terukur.

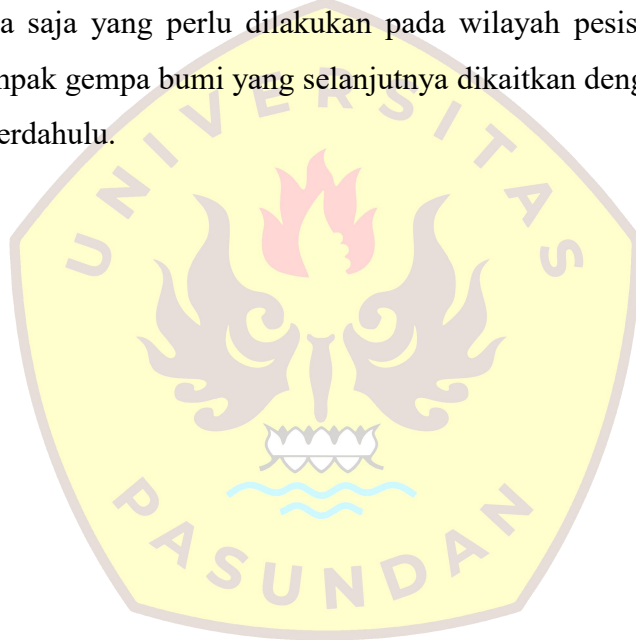
Selanjutnya perhitungan nilai/indeks risiko bencana dengan cara menjumlahkan seluruh hasil perhitungan sebelumnya. Sesuai dengan model perhitungan berdasarkan standarisasi Davidson yang telah dimodifikasi, yaitu :

$$\text{HDRI} = W_H H + W_V V + W_C C$$

Dimana. HDRI : Nilai Risiko Bencana (*Hazard Disaster Risk Indeks*)
 $W_H H$: Nilai Faktor Bahaya (*Wight Hazard*)
 $W_V V$: Nilai Faktor Kerentanan (*Wight Vulnerability*)
 $W_C C$: Nilai Faktor Ketahanan (*Wight Capacity*)

3.5.2 Teridentifikasi arahan mitigasi bencana Gempa Bumi non structural di Wilayah Pesisir Kabupaten Bantul.

Menganalisis risiko yaitu menentukan secara deskriptif tentang upaya mitigasi apa saja yang perlu dilakukan pada wilayah pesisir yang beresiko terkena dampak gempa bumi yang selanjutnya dikaitkan dengan teori maupun penelitian terdahulu.



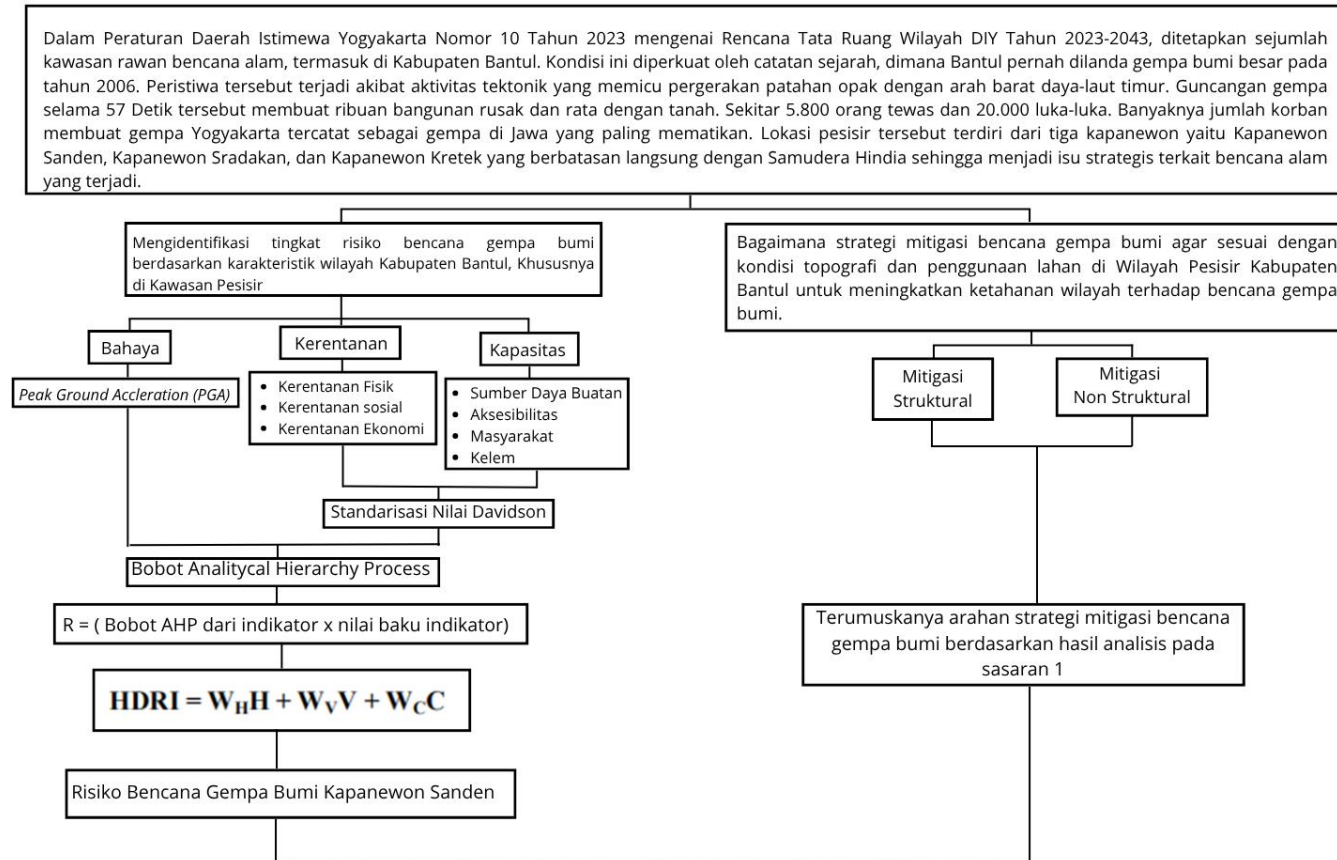
3.5.3 Matriks Analisis

Tabel 3. 5 Matriks Analisis

No	Sasaran	Metode Pendekatan	Variabel	Metode Analisis	Metode Pengambilan Data	Sumber Data
1.	Mengidentifikasi tingkat risiko bencana melalui variabel bahaya, kerentanan dan kapasitas bencana gempa bumi di Wilayah Pesisir Bantul. Tepatnya di Kecamatan Sanden.	Deskripsi Kuantitatif	1. Bahaya 2. Kerentanan 3. Kapasitas	1. Bahaya Mengklasifikasikan tingkat bahaya berdasarkan parameter (Tinggi, sedang, rendah) dari data kebencanaan yang sudah ada dengan menggunakan teknik overlay 2. Kerentanan dan Kapasitas perhitungan nilai faktor dengan model standarisasi Davidson serta metode <i>superimpose</i> (dengan teknik skoring),	Primer dan Sekunder	BPBD Kabupaten Bantul
2.	Merumuskan strategi mitigasikebencanaan yang dapat diterapkan untuk memperkuat ketahanan wilayah pesisir Kabupaten Bantul terhadap ancaman bencana di masa depan.	Deskripsi Kuantitatif		Menganalisis risiko yaitu menentukan secara deskriptif tentang upaya mitigasi apa saja yang perlu dilakukan pada wilayah pesisir yang beresiko terkena dampak gempa bumi yang selanjutnya dikaitkan dengan teori maupun penelitian terdahulu	Primer dan Sekunder	Hasil dari sasaran 1

Sumber: Penulis, 2026

3.5.4 Kerangka Analisis



Gambar 3. 1 Kerangka Analisis

BAB IV

GAMBARAN UMUM

4.1 Faktor Umum

4.1.1 Sektoral

A. Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah Kabupaten Bantul Tahun 2025-2045

Pusat Pelayanan Kawasan (PPK) merupakan wilayah yang berfungsi sebagai pusat aktivitas dan pelayanan bagi kelurahan di sekitarnya. Dalam perencanaan tata ruang kabupaten Bantul, salah satu wilayah yang ditetapkan memiliki peran tersebut adalah Kapanewon sanden. Keberadaan PPK ini diharapkan mampu mendukung distribusi serta memperkuat keterkaitan antarwilayah di tingkat kelurahan.

Upaya peningkatan kesiapsiagaan terhadap bencana di Kabupaten Bantul dilakukan melalui serangkaian kegiatan yang berfokus pada tahap pra-bencana, seperti mitigasi dan pengurangan risiko. Implementasi dari upaya tersebut diwujudkan melalui pembentukan program Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB) dan Kalurahan Tangguh Bencana (Kaltana) di Kabupaten Bantul Tahun 2019-2023

Tabel 4. 1 Capaian Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB) dan Kalurahan Tangguh Bencana (Kaltana) Kabupaten Bantul Tahun 2019-2023

No	Uraian	2019	2020	2021	2022	2023
1.	Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB)	20	20	27	33	45
2.	Kalurahan Tangguh Bencana (Kaltana)	35	35	39	42	46

Sumber: BPBD Kabupaten Bantul, 2023

Pengembangan SPAB dipercepat melalui kebijakan Peraturan Bupati Bantul Nomor 144 Tahun 2022 dengan melibatkan berbagai pemangku kepentingan di sektor Pendidikan melalui Sekretariat Bersama. Hingga tahun 2023 Jumlah satuan Pendidikan yang tergabung dalam SPAB mengalami peningkatan dari 33 menjadi 45. Sementara itu jumlah kalurahan Tangguh Bencana telah mencapai 46 kalurahan atau sekitar 61,33% dari total kalurahan

yang ada di Kabupaten Bantul, dengan tambahan pembentukan pada tahun 2023 di Kalurahan Argosari, Sitimulyo, dan Murtigading. Meskipun demikian, data tersebut, belum terdapat informasi spesifik yang menunjukkan bahwa kapanewon sanden termasuk kedalam wilayah yang telah memiliki program SPAB maupun Kalurahan Tangguh Bencana, sehingga hal ini menunjukkan masih perlunya peningkatan upaya kesiapsiagaan bencana di wilayah tersebut.

B. Perda Nomor 10 Tahun 2023 tentang RTRW Daerah Istimewa Yogyakarta Tahun 2023-2043

Penataan ruang wilayah diarahkan dengan mempertimbangkan risiko bencana sebagai bagian dari upaya menjaga keberlanjutan bangunan, daya dukung lingkungan, serta pemanfaatan ruang yang lebih optimal dikarenakan memperhatikan potens risiko yang dapat mempengaruhi keberlanjutan fungsi ruang.

Ketentuan khusus Kawasan rawan bencana gempa bumi tingkat tinggi dengan Kawasan pariwisata, Kawasan permukiman, Kawasan pertahanan dan keamanan, Kawasan peruntukan industri dan Kawasan transportasi, meliputi:

1. Pengembangan dan pembangunan infrastruktur mitigasi bencana;
2. Pengendalian pembangunan pada wilayah yang pernah terdampak gempa wajib melakukan penguatan struktur bangunan menjadi bangunan tahan getaran/gempa;
3. Kegiatan yang diperbolehkan dengan syarat berupa kegiatan budi daya terbangun dengan struktur dan konstruksi bangunan tahan getaran/gempa;
4. Pemanfaatan ruang untuk bangunan Kawasan rawan gempa bumi wajib mengikuti ketentuan struktur bangunan tahan gempa;
5. Pengendalian ketat bagi kegiatan wisata;
6. *Retrofitting* cagar budaya;
7. Intensitas penggunaan lahan mempertimbangkan ekologis dan jarak kepadatan bangunan yang meminimalkan kerentanan bencana gempa bumi; dan

8. Prasarana dan sarana minimum berupa sarana dan prasarana bangunan pemantauan bencana, jalur evakuasi bencana, tempat evakuasi bencana sementara dan akhir.

4.1.2 Spasial

A. Geografis

Kecamatan Sanden merupakan salah satu wilayah yang berada di bagian barat daya Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Secara astronomis, kecamatan ini terletak di Koordinat 7°09'04" Lintang selatan dan 110°26'63" Bujur Timur. Letak Geografisnya cukup strategis karena berbatasan langsung dengan beberapa kecamatan lainnya serta wilayah pesisir. Di sebelah utara, Sanden berbatasan dengan Kecamatan Pandak, disebelah timur dengan Kecamatan Kretek, di sebelah barat dengan Kecamatan Sradakan, dan di sebelah selatan berbatasan langsung dengan Samudra Indonesia. Posisi ini menjadikan Kecamatan Sanden memiliki karakter wilayah yang khas sebagai Kawasan pesisir sekaligus wilayah pertanian.

Luas wilayah Kapanewon Sanden adalah 23,12 Km² yang terbagi menjadi empat kalurahan, yaitu Gadinghari, Gadingharjo, Srigading, dan Murtigading. Pusat pemerintahan Kapanewon berada di Kalurahan Murtigading. Diantara keempat wilayah tersebut, Gadinghari merupakan Kalurahan yang terluas sementara Gadingharjo menjadi wilayah yang luasnya paling kecil. Berikut rincian mengenai luas wilayah Kapanewon Sanden.

Tabel 4. 2 Luas Wilayah Perdesa di Kapanewon Sanden

No	Desa/Kelurahan	Luas Total Area (Km ²)	Persentase terhadap luas kecamatan
1.	Gadinghari	7,78	33,67
2.	Gadingharjo	3,09	13,37
3.	Srigading	7,70	33,32
4.	Murtigading	4,55	19,69
Sanden		23,12	100,00

Sumber: BPS Kecamatan Dalam Angka 2025

Dari segi jarak dan keterjangkauan, Kalurahan Murtigading merupakan wilayah yang paling dekat dengan pusat pemerintahan kecamatan, yaitu hanya sekitar 0,15 km. Sebaliknya Kalurahan Srigading menjadi wilayah yang paling jauh dari ibukota Kapanewon dengan jarak mencapai 3,30 km.

B. Topografi

Kapanewon Sanden memiliki topografi yang didominasi oleh dataran rendah pesisir dibagian selatan Kabupaten Bantul. Wilayah ini berbatasan langsung dengan Samudra Indonesia sehingga membentuk karakter lahan yang relatif landau, datar dan Sebagian besar berupa tanah berpasir khas Kawasan pantai selatan. Secara Fisiografis, sanden termasuk salah satu wilayah dengan elevasi terendah di Kabupaten Bantul Bersama Kapanewon Sradakan dan Kretek.

Berdasarkan data pokok Kabupaten Bantul tahun 2024, ketinggian wilayah Kapanewon Sanden berada pada kisaran 0-25 meter diatas permukaan laut, bahkan beberapa bagian wilayah pesisir memiliki elevasi kurang dari 7 meter di atas permukaan laut. Konsisi ini menunjukkan bahwa Kapanewon sanden merupakan Kawasan rendah yang sangat di pengaruhi oleh karakteristik wilayah pantai selatan.

C. Penggunaan Lahan

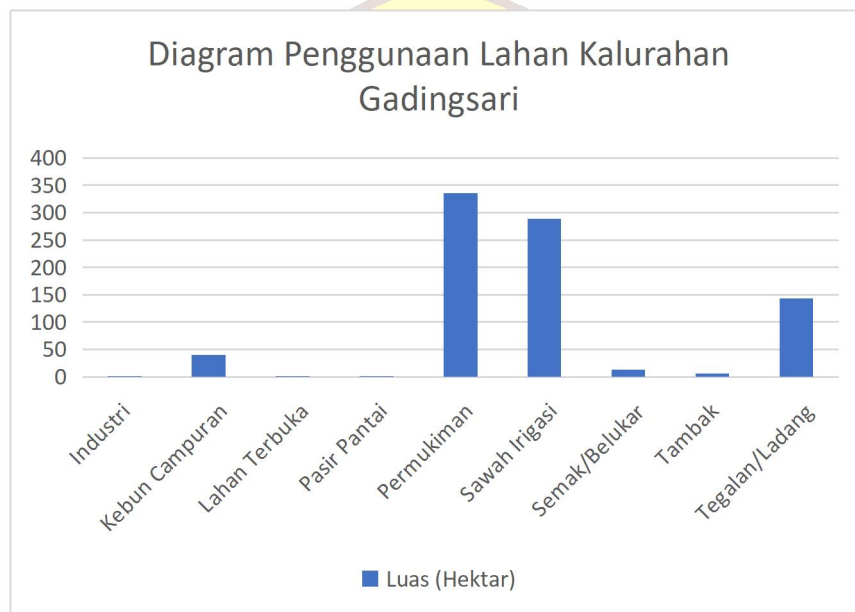
Kalurahan Gadingsari memiliki pola penggunaan lahan yang cukup beragam dengan dominasi pada Kawasan permukiman. Luas lahan permukiman mencapai 335,763 hektar sehingga menunjukkan tingginya pemanfaatan ruang untuk aktivitas hunian masyarakat. Selain itu, lahan pertanian juga masih mendominasi wilayah, terutama pada sawah irigasi yang memiliki luas 288,498 hektar. Kondisi ini memperlihatkan bahwa sektor pertanian masih berperan penting dalam mendukung aktivitas ekonomi masyarakat setempat. Berikut tabel rincian mengenai penggunaan lahan di Kalurahan Gadingsari.

Tabel 4. 3 Luas Penggunaan Lahan Kalurahan Gadingsari

No	Penggunaan Lahan	Luas (Hektar)
1	Industri	1,408
2	Kabun Campuran	40,201
3	Lahan Terbuka	1,375
4	Pasir Pantai	1,699
5	Permukiman	335,763
6	Sawah Irigasi	288,498
7	Semak/Belukar	13,005
8	Tambak	5,650
9	Tegalan/Ladang	143,562
Total		831,159

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Permukiman Kabupaten Bantul

Gambar 4. 1 Diagram Penggunaan Lahan Kalurahan Gadingsari



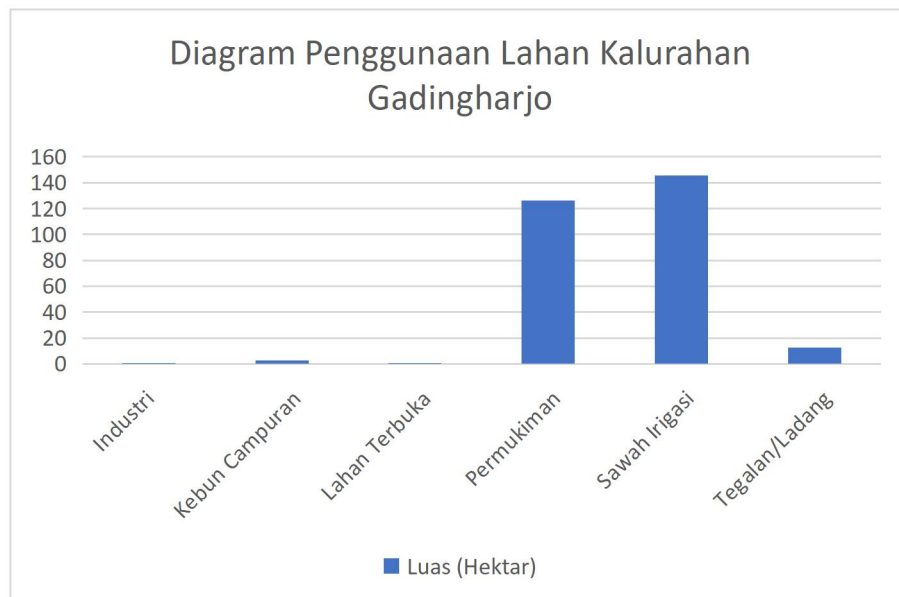
Berdasarkan data penggunaan lahan di Kalurahan Gadingharjo, didominasi oleh lahan sawah irigasi dengan luas mencapai 145,610 hektar. Besarnya luas sawah irigasi menunjukkan bahwa kegiatan pertanian masih menjadi fungsi utama dalam penggunaan lahan di wilayah tersebut. Selain itu, Kawasan permukiman juga memiliki wilayah yang cukup besar, yaitu 126,383 hektar, sehingga memperlihatkan dominasi fungsi pertanian dan permukiman sebagai bentuk utama pemanfaatan ruang wilayah.

Tabel 4. 4 Luas Penggunaan Lahan Kalurahan Gadingharjo

No	Penggunaan Lahan	Luas (Hektar)
1.	Industri	0,386
2.	Kebun Campuran	2,505
3.	Lahan Terbuka	0,619
4.	Permukiman	126,383
5.	Sawah Irigasi	145,610
6.	Tegalan/Ladang	12,437
Total		287,939

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Permukiman Kabupaten Bantul

Gambar 4. 2 Diagram Penggunaan Lahan Kalurahan Gadingharjo



Penggunaan Lahan di Kalurahan Murtigading memperlihatkan kecenderungan pemanfaatan ruang yang berfokus pada Kawasan permukiman dan pertanian. Lahan permukiman menjadi penggunaan terbesar dengan luas 247,324 hektar, sehingga menunjukkan bahwa wilayah ini berkembang sebagai Kawasan permukiman. Di sisi lain, keberadaan sawah irigasi seluas 170,237 hektar mengindikasikan bahwa aktivitas pertanian masih menjadi bagian penting sebagai mata pencaharian masyarakat.

Selain kedua penggunaan lahan utama tersebut, terdapat kebun campuran dengan luas 10,127 hektar yang dimanfaatkan untuk berbagai jenis tanaman budidaya. Adapun penggunaan lahan berupa ladang dan lahan

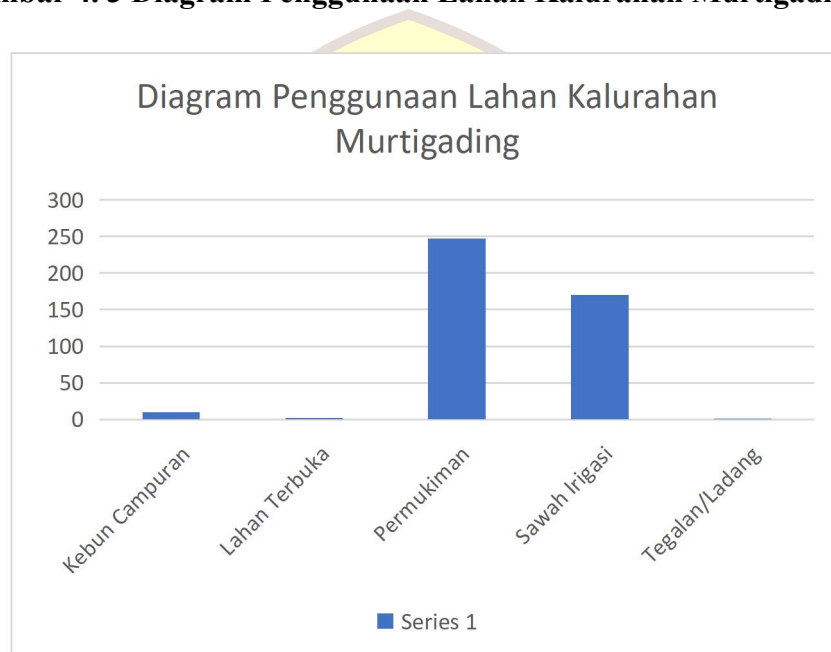
terbuka memiliki luasan yang relatif kecil dibandingkan jenis penggunaan lainnya.

Tabel 4. 5 Luas Penggunaan Lahan Kalurahan Murtigading

No	Penggunaan Lahan	Luas (Hektar)
1.	Kebun Campuran	10,127
2.	Lahan Terbuka	0,838
3.	Permukiman	247,324
4.	Sawah Irigasi	170,237
5.	Tegalan/Ladang	1,245
Total		429,771

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Permukiman Kabupaten Bantul

Gambar 4. 3 Diagram Penggunaan Lahan Kalurahan Murtigading



Penggunaan lahan di Kalurahan Srigading didominasi oleh area sawah irigasi yang mencapai 379,842 hektar. Luasan tersebut menunjukkan bahwa fungsi pertanian masing menjadi karakter utama wilayah dan berperan penting dalam aktivitas masyarakat setempat. Selain lahan pertanian, Kawasan permukiman juga menempati porsi yang cukup besar dengan luas 288,923 hektar, yang mencerminkan tingginya pemanfaatan ruang untuk kebutuhan hunian penduduk. Berikut rincian detail mengenai penggunaan lahan di Kalurahan Srigading.

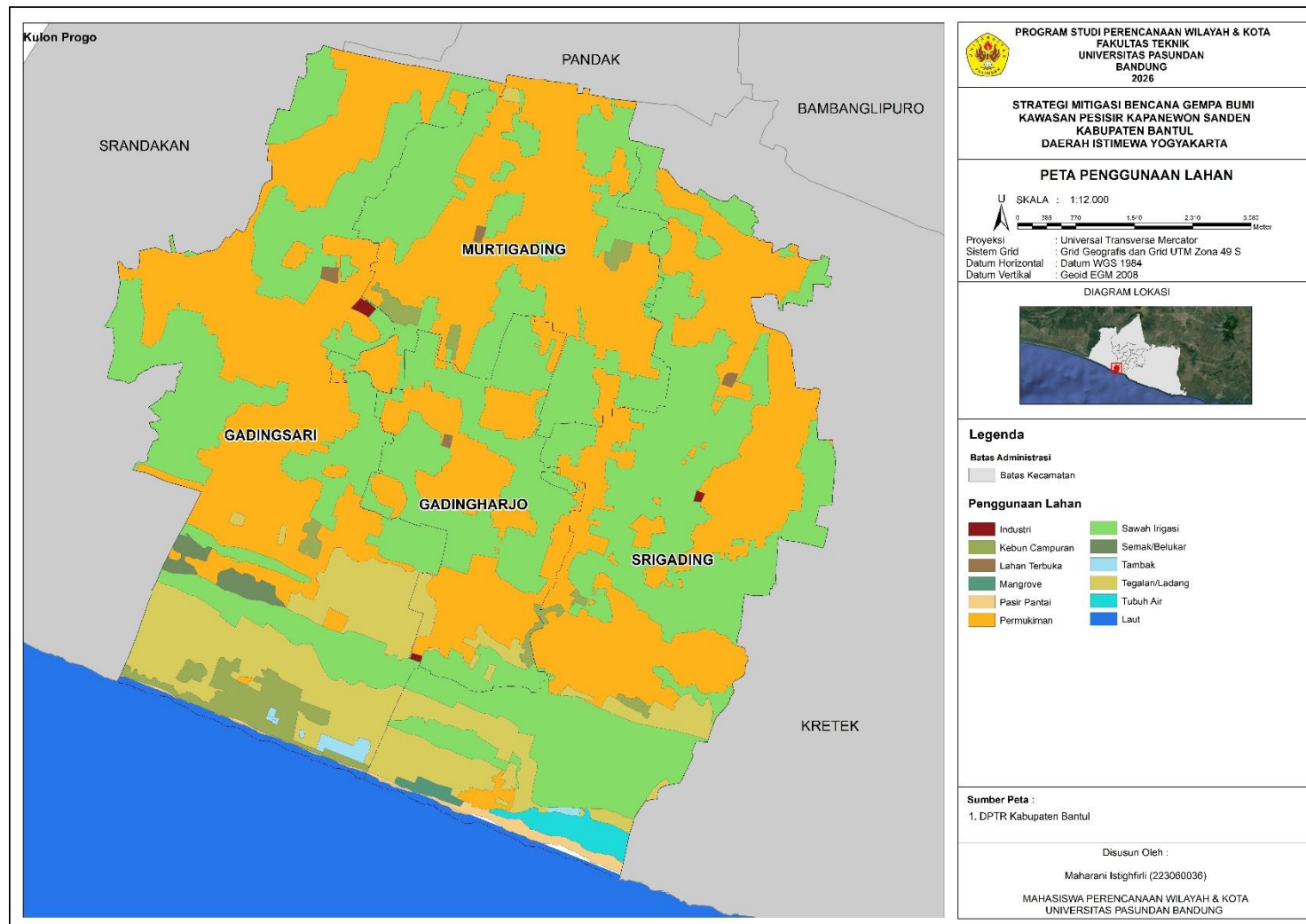
Tabel 4. 6 Luas Penggunaan Lahan Kalurahan Srigading

No	Penggunaan Lahan	Luas (Hektar)
1.	Industri	0,486
2.	Kebun Campuran	4,203
3.	Lahan Terbuka	0,891
4.	Mangrove	4,544
5.	Pasir Pantai	11,525
6.	Permukiman	288,923
7.	Sawah Irigasi	379,842
8.	Tambak	1,149
9.	Tegalan/Ladang	75,918
10.	Tubuh Air	17,306
Total		784,789

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Permukiman Kabupaten Bantul

Gambar 4. 4 Diagram Penggunaan lahan Kalurahan Srigading





Gambar 4. 5 Peta Penggunaan Lahan Kapanewon Sanden
Sumber: Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Permukiman Kabupaten Bantul

A. Jumlah Penduduk

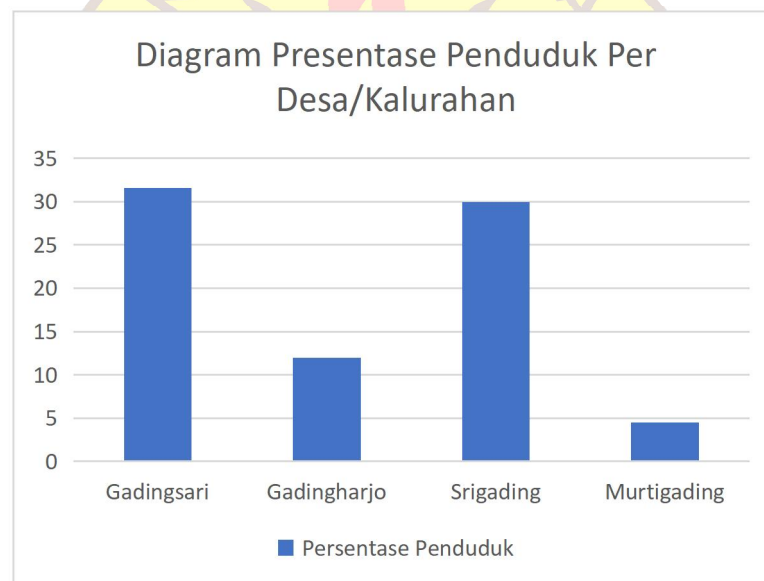
Berdasarkan data BPS Kecamatan Dalam Angka tahun 2025 kapanewon sanden memiliki total penduduk mencapai 31.883 jiwa. Dari jumlah tersebut, proporsi penduduk perempuan sebanyak 16.122 jiwa, sedikit lebih tinggi dibandingkan penduduk laki-laki yang berjumlah 15.762 jiwa. Berikut rincian presentase penduduk per Desa/Kalurahan di Kapanewon Sanden.

Tabel 4. 7 Persentase Penduduk Per Desa/Kalurahan

Desa/Kalurahan	Jumlah Penduduk
Gadingsari	31,55
Gadingharjo	11,96
Srigading	29,94
Murtigading	26,58
Kapanewon Sanden	100,00

Sumber: BPS Kecamatan Dalam Angka 2025

Gambar 4. 6 Diagram Presentase Penduduk Per Desa/Kalurahan



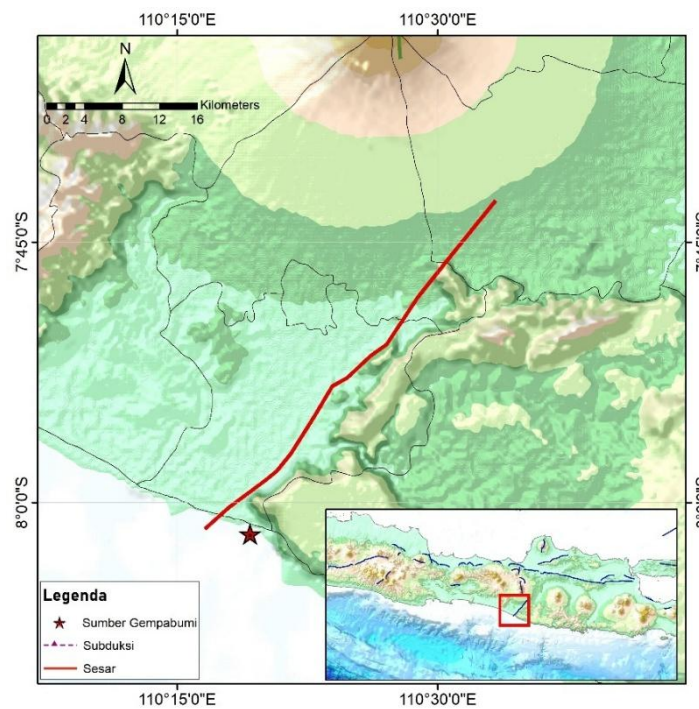
4.2 Faktor Bencana

4.2.1 Profil Bahaya

A. Kondisi Sesar

Keberadaan jalur sesar aktif yang melintas dari barat daya ke timur laut, yaitu Sesar Opak. Jika difokuskan pada Kapanewon Sanden, wilayah ini berada di bagian selatan Kabupaten Bantul yang relatif dekat dengan sumber gempa (Ditandai simbol bintang di pesisir) serta masih berada dalam pengaruh jalur sesar tersebut, meskipun tidak tepat berada di atas garis sesar utama.

Gambar 4. 7 Peta Jalur Sesar Opak

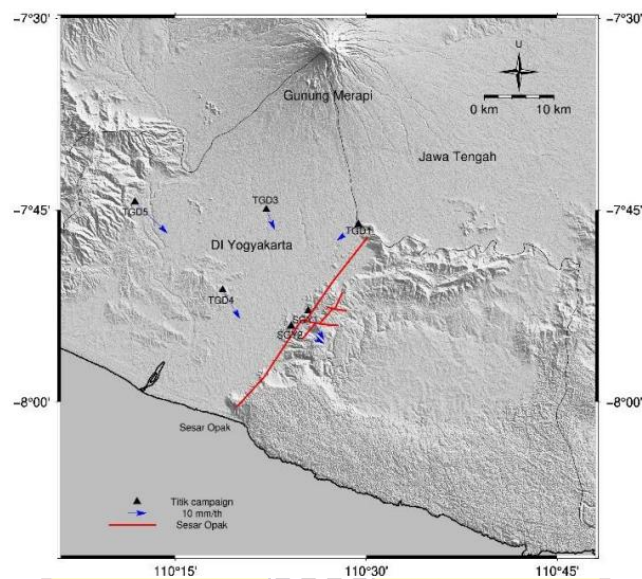


Sumber: Data Stasiun Geofisika Kelas I Sleman

Kondisi sesar opak masih tergolong aktif dan berpotensi memicu gempa bumi di masa mendatang. Sesar tersebut berada di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta, tepatnya mengikuti area sekitar Sungai Opak dengan arah memanjang dari timur laut menuju barat daya. Aktivitas sesar opak diketahui berkaitan dengan gempa Yogyakarta tahun 2006 berkekuatan 6,3 Mw yang menimbulkan kerusakan cukup parah, khususnya di Kabupaten Bantul .

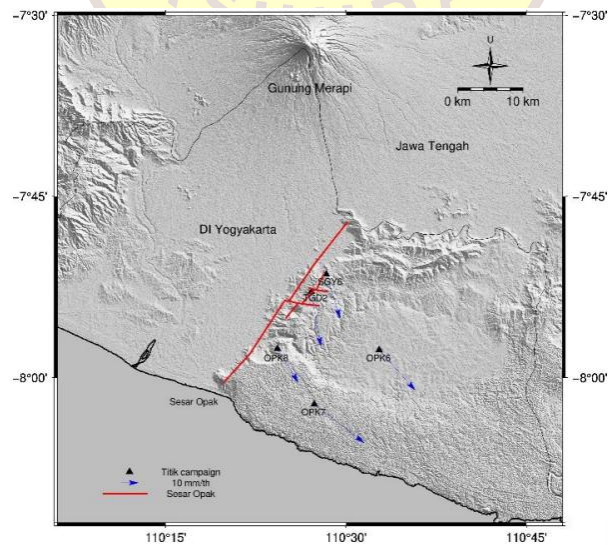
Hasil pengamatan GPS Pada tahun 2016-2018 memperlihatkan bahwa bagian timur sesar opak mengalami aktivitas pergeseran yang lebih tinggi dibandingkan bagian barat. Pergeseran horizontal pada sisi timur tercatat sekitar 0,023-0,036 meter per tahun, sedangkan sisi barat sekitar 0,012-0,025 meter per tahun. Kondisi tersebut menandakan bahwa proses deformasi kerak bumi masih terus berlangsung (Ulinnuha et al., 2022).

Gambar 4. 8 Kecepatan Pergeseran titik pantau Barat Sesar Opak



Sumber : (Ulinnuha et al., 2022)

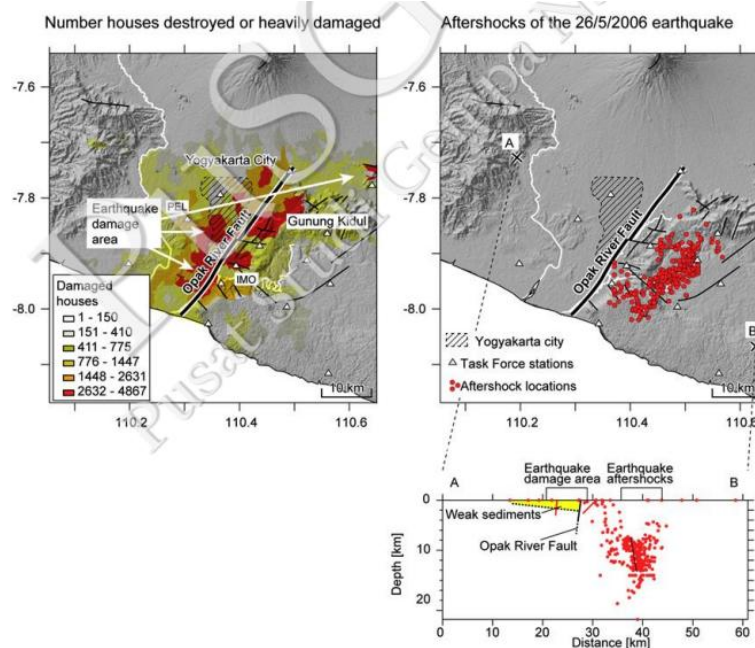
Gambar 4. 9 Kecepatan pergeseran titik pantau Timur Sesar Opak



Sumber: (Ulinnuha et al., 2022)

Data Aftershock menunjukkan bahwa sumber gempa memiliki arah yang sejajar dengan jalur sesar opak, tetapi posisinya diperkirakan bergeser sekitar 5 km ke bagian timur dari sesar tersebut (Tim Pusat Studi Gempa Nasional, 2017).

Gambar 4. 10 Sebaran Aftershock dari Gempa Yogyakarta 2006



Sumber: (Tim Pusat Studi Gempa Nasional, 2017)

Berdasarkan gambar tersebut, sebaran gempa susulan setelah gempa bumi Yogyakarta menunjukkan adanya bidang sesar yang berada di sebelah timur gawir sesar opak dan memiliki kemiringan ke arah timur. Hal tersebut menunjukkan bahwa sesar opak termasuk jenis sesar geser yang memiliki laju pergeseran sekitar 4-6 mm/Tahun. (Tim Pusat Studi Gempa Nasional, 2017)

Tabel 4. 8 Pembagian Segmen Sesar Opak

No	Active Fault			Sliprate Geodetic (mm/yr)
	Main	Segmen	Type	
1.	Opak	StrikeSlipFault	SS	5.0

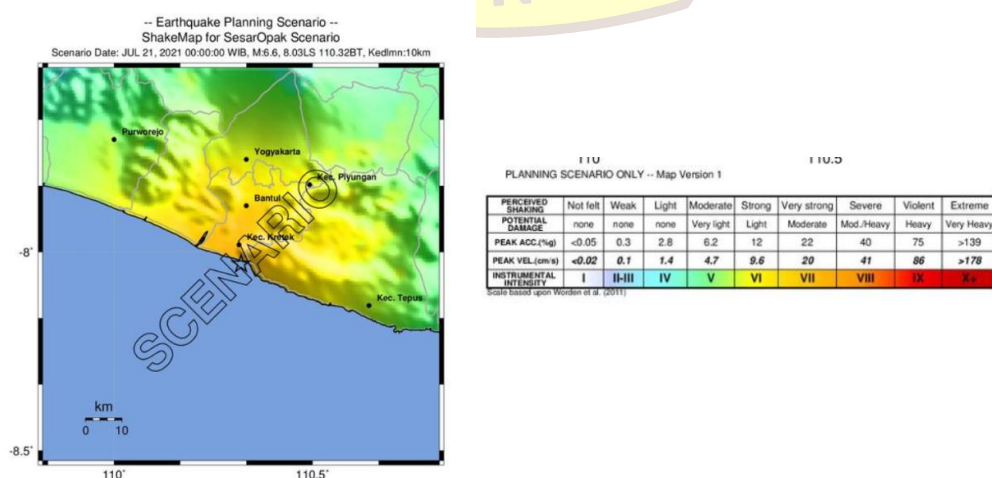
Sumber: (Tim Pusat Studi Gempa Nasional, 2017)

B. Shakemap Skenario

Tingkat guncangan gempa bumi dengan magnitudo sekitar 6,3 yang berpusat di dataran (Kedalaman ± 10 km) dan berdampak pada wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta serta sekitarnya. Intensitas guncangan tertinggi terlihat terkonsentrasi di bagian selatan dan tenggara wilayah, khususnya di sekitar Kecamatan Kretek dan Sebagian wilayah pesisir Bantul, yang ditunjukkan dengan warna kuning tua hingga oranye. Area ini berpotensi mengalami guncangan kuat hingga sangat kuat (sekitar intensitas VI-VII MMI), yang berarti kerusakan sedang hingga berat dapat terjadi, terutama pada bangunan yang tidak tahan gempa.

Sementara itu, wilayah tengah seperti Kota Yogyakarta dan Sebagian Bantul bagian utara didominasi warna kuning hingga hijau kekuningan, yang menunjukkan intensitas guncangan sedang (Sekitar V-VI MMI). Pada zona ini, dampak yang ditimbulkan umumnya berupa kerusakan ringan hingga sedang, seperti retakan pada dinding atau kerusakan non-struktural. Semakin menjauh ke arah utara dan barat (misalnya ke arah Purworejo), warna peta berubah menjadi hijau yang menandakan intensitas guncangan lebih rendah (Sekitar III-IV MMI), di mana efek gempa dirasakan tetapi tidak menimbulkan kerusakan signifikan.

Gambar 4. 11 Peta ShakeMap Sesar Opak



Sumber: Data Stasiun Geofisika Kelas I Sleman

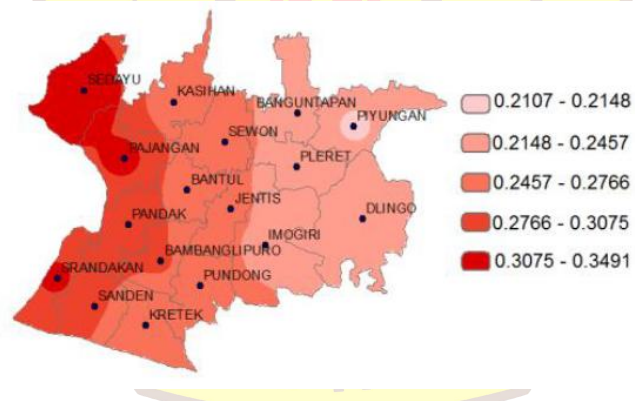
Berikut kecamatan di Kabupaten Bantul terdampak berdasarkan scenario peta guncangan sesar opak dengan scenario parameter gempa bumi M6,6 terjadi di 7,88 LS, 110,41 BT pada kedalaman 10 km.

Tabel 4. 9 Kecamatan di Kabupaten Bantul yang terdampak Guncangan Sesar Opak

No	Kecamatan	Skala MMI	Dampak	Keterangan
1.	Imogiri, Jetis, Sewon, Pandak, Banguntapan, Kasihan, Bambanglipuro, Pundong	VII-VIII	Kerusakan sedang berpotensi kerusakan berat	Skala Dampak 6
2.	Kretek, Sanden, Sradakan, Dlingo, Pleret, Pajangan, Sedayu, Piyungan	VI-VII	Kerusakan sedang	Skala Dampak 5

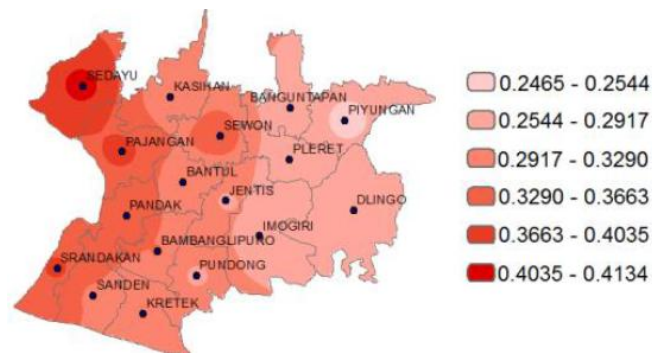
Sumber: Data Stasiun Geofisika Kelas I Sleman

Gambar 4. 12 Nilai PGA Kabupaten Bantul untuk 50 Tahun



Sumber: (Ananto et al., 2016)

Gambar 4. 13 Nilai PGA Kabupaten Bantul untuk 100 Tahun



Sumber: (Ananto et al., 2016)

Tabel 4. 10 Kelas Indikator Intensitas Gempa Bumi Skala Marcelli

Number	Kelas Bencana	Intensitas (MMI)	Nilai Percepatan (Gals)
1	Rendah	<VI	<0.15
2	Sedang	VI-VII	0.15-0.20
3	Tinggi	>VII	>0.20

Sumber: (Ananto et al., 2016)

Kabupaten Bantul merupakan wilayah yang memiliki tingkat kerawanan gempa bumi cukup tinggi karena dekat dengan zona subduksi aktif lempeng Indo-Australia dan Eurasia. Keadaan tersebut menjadikan Kabupaten Bantul memiliki potensi mengalami gempa dengan intensitas cukup tinggi yang dapat berdampak pada kerusakan bangunan maupun infrastruktur (Ananto et al., 2016).

Tabel 4. 11 Nilai Peak Ground Acceleration Kapanewon Sanden

Kecamatan	A	B	α	β	Hubungan antara periode ulang (T) dan percepatan (a) di Gals		Probabilitas Gals Melebihi di T Tahun	
					50 Tahun	100 Tahun	50 Tahun	100 Tahun
Sanden	0.000112	-14.1051	1.000112	14.1051	0.277356	0.326498	0.114716	0.099399

Sumber: (Ananto et al., 2016)

Kecamatan sanden memiliki percepatan tanah (Peak Ground Acceleration) sebesar 0,277356 Gals pada periode ulang 50 Tahun dan 0,326498 gals pada periode ulang 100 Tahun. Nilai tersebut berada di atas 0,2 Gals sehingga masuk dalam kategori bahaya tinggi berdasarkan skala Marcelli. Tingginya nilai percepatan tanah tersebut menunjukkan bahwa Kecamatan Sanden memiliki tingkat risiko gempa bumi yang cukup besar (Ananto et al., 2016).

C. Histori Kejadian Bencana Gempa Bumi

.Wilayah Kabupaten Bantul termasuk Kawasan yang memiliki tingkat kerawanan gempa bumi cukup tinggi di Daerah Istimewa Yogyakarta. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh sesar opak yang merupakan sesar aktif di bagian selatan Yogyakarta. Aktivitas sesar ini telah beberapa kali memicu kejadian gempa bumi

yang berdampak pada wilayah Bantul dan sekitarnya. Berdasarkan catatan kegempaan, gempa besar pernah terjadi pada tahun 1867, 1943, 1981 dan gempa besar tahun 2006 yang menjadi salah satu bencana paling bahaya di wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta (Sulaeman Cecep et al., 2008) .

Gempa bumi pada 27 Mei 2006 terjadi pada pagi hari dengan kekuatan 6,3Mw dan pusat gempa berada di wilayah selatan Yogyakarta. Gempa tersebut menimbulkan guncangan kuat karena memiliki kedalaman yang relative dangkal. Kabupaten Bantul menjadi daerah yang mengalami kerusakan paling besar, terutama pada Kawasan permukiman masyarakat. Banyak bangunan mengalami kerusakan akibat konstruksi yang belum sepenuhnya dirancang tahan gempa (Sulaeman Cecep et al., 2008).

Kapanewon sanden sebagai bagian dari wilayah selatan Kabupaten Bantul juga termasuk Kawasan yang terdampak oleh aktivitas sesar tersebut. Letaknya yang berada di Kawasan dataran selatan menyebabkan wilayah ini tetap memiliki potensi terhadap risiko gempa bumi.

4.2.2 Profil Kerentanan

4.2.2.1 Kerentanan Fisik

A. Struktur Bangunan Permanen dan Non Permanen

Kondisi infrastruktur fisik di wilayah penelitian yaitu Gadinghari, Gadingharjo, Srigading, dan Murtigading. Berdasarkan hasil analisis data satelit melalui Google Earth Engine, bangunan di wilayah ini dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu Bangunan permanen dan bangunan non-permanen. Secara umum, masyarakat di keempat desa tersebut sudah mayoritas tinggal di bangunan yang permanen. Namun, jumlah dan sebarannya berbeda-beda di setiap desa.

Berdasarkan data pada tabel 4.11, Kalurahan Srigading merupakan wilayah dengan jumlah bangunan permanen terbanyak, yaitu mencapai 4.871 bangunan. Angka ini jauh lebih tinggi dibandingkan desa-desa lainnya, yang menunjukkan bahwa Srigading adalah wilayah yang paling padat dan paling

maju perkembangan infrastrukturnya. Adapun kalurahan Gadingsari dan Kalurahan Murtigading memiliki jummlah permanen yang hampir mirip, masing-masing sebanyak 1.980 bangunan dan 1.929 bangunan. Sementara itu, Kalurahan Gadingharjo menjadi wilayah dengan jumlah bangunan permanen paling sedikit yaitu 1.356 bangunan.

Selanjutnya, untuk sebaran bangunan non permanen pada tabel 4.12, Kalurahan Srigading ternyata tidak hanya unggul dibangun permanen, tetapi juga memiliki bangunan non-permanen terbanyak, yaitu sebanyak 1.128 bangunan. Pada kalurahan Gadingsari berada di posisi kedua dengan jumlah 532 bangunan non permanen. Sedangkan kalurahan dengan jumlah bangunan non permanen sangat sedikit yakni Kalurahan Gadingharjo dengan 89 bangunan dan Kalurahan Murtigading yang hanya memiliki 69 bangunan.

Tabel 4. 12 Jumlah Struktur Bangunan Permanen

No	Kalurahan/Desa	Jumlah
1.	Gadingsari	1.980
2.	Gadingharjo	1.356
3.	Srigading	4.817
4.	Murtigading	1.929

Sumber : Hasil Analisis *Google Earth Engine*, 2026

Tabel 4. 13 Jumlah Struktur Bangunan Non Permanen

No	Kalurahan/Desa	Jumlah
1.	Gadingsari	532
2.	Gadingharjo	89
3.	Srigading	1.128
4.	Murtigading	69

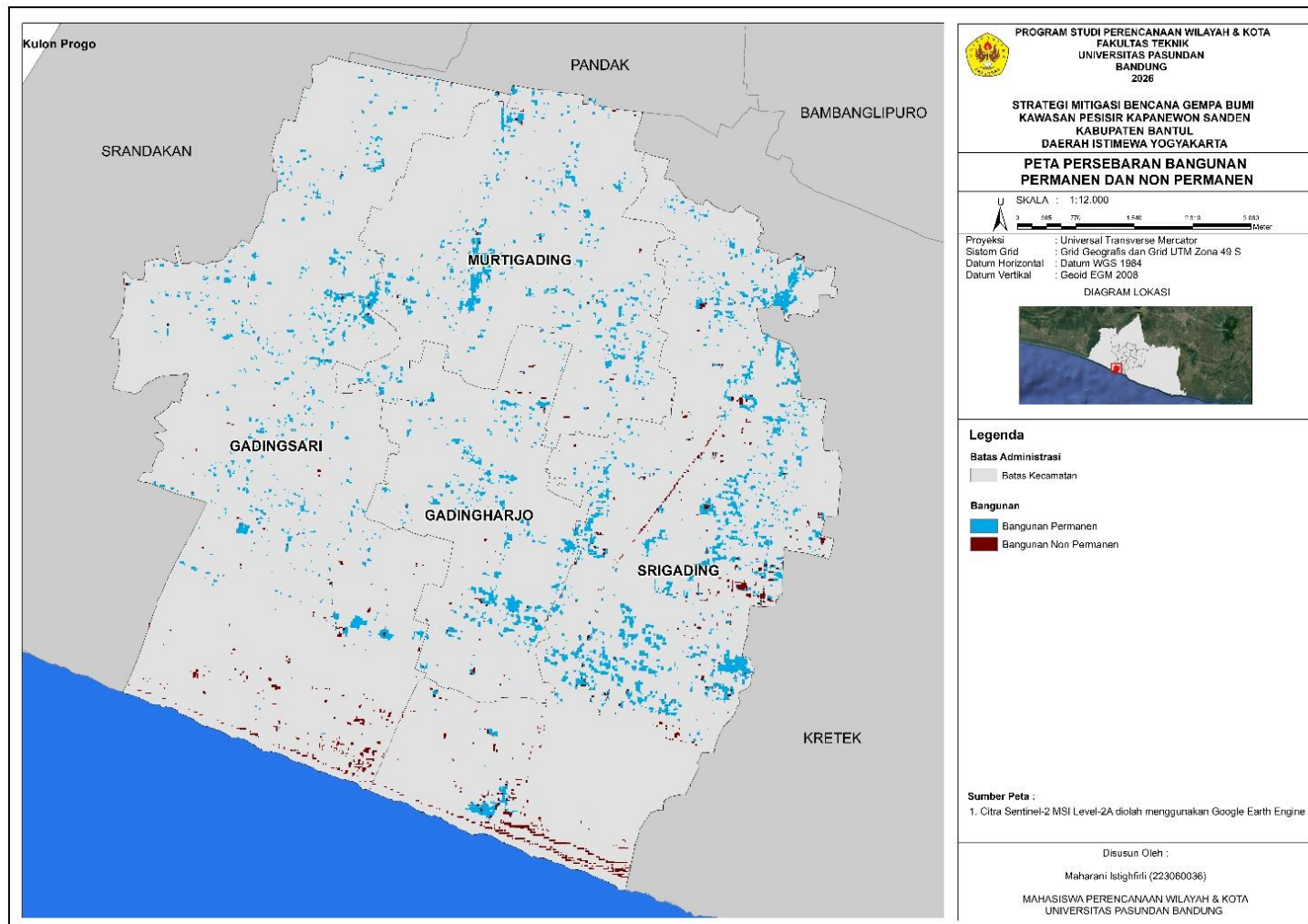
Sumber : Hasil Analisis *Google Earth Engine*, 2026

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *Google Earth Engine* (GEE), dapat dilihat pada gambar 4.8 bahwa persebaran bangunan permanen dan non permanen di Kapanewon Sanden menunjukkan pola yang berbeda antar wilayah. Bangunan permanen terlihat lebih banyak jumlahnya dan tersebar hampir di seluruh area penelitian. Sebaran bangunan permanen lebih banyak di wilayah bagian tengah hingga timur seperti gadingharjo, srigading, serta Sebagian wilayah Murtigading. Oleh karena itu, perkembangan

Kawasan terbangun di wilayah tersebut relative lebih tinggi dibandingkan area lainnya.

Sementara itu, persebaran bangunan non permanen terlihat sedikit dibandingkan bangunan permanen. Berdasarkan gambar 4.8 bangunan non permanen lebih banyak ditemukan pada bagian selatan yang berbatasan langsung dengan Kawasan pesisir. Pola persebaran tersebut menunjukkan bahwa wilayah pesisir masih memiliki cukup banyak bangunan dengan karakteristik fisik yang berbeda dibandingkan dengan permukiman di bagian tengah wilayah. Selain pada bagian pesisir, beberapa bangunan non permanen juga di temukan tersebar pada beberapa titik lokasi lain, meskipun jumlahnya relative lebih sedikit.





Gambar 4. 14 Sebaran Struktur Bangunan Permanen dan Non Permanen di Kapanewon Sanden

Sumber: Hasil Analisis *Google Earth Engine*, 2026

4.2.2.2 Kerentanan Sosial

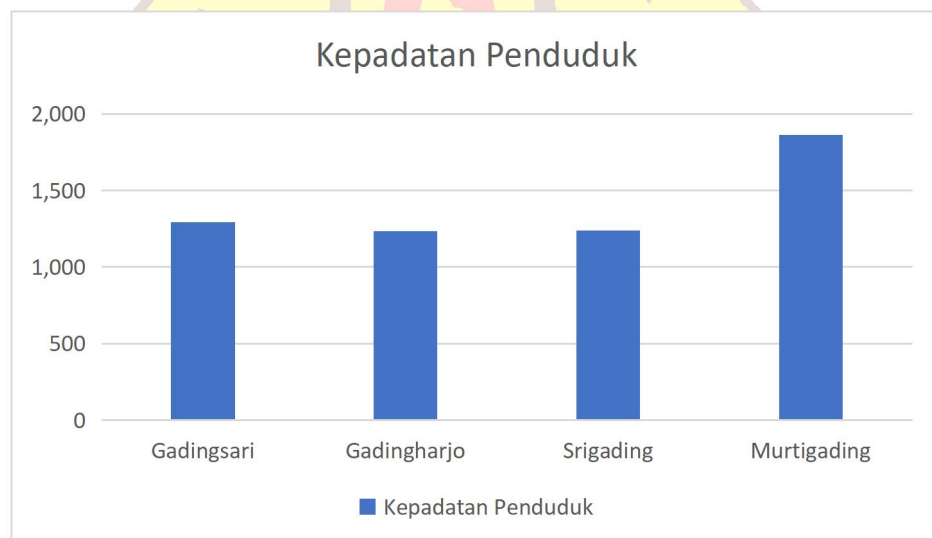
B. Kepadatan Penduduk

Pada periode 2024, kepadatan populasi di Kecamatan Sanden secara umum adalah 1.379 jiwa per km². Sementara itu, Desa Murtigading menempati posisi pertama sebagai desa dengan kepadatan penduduk paling tinggi di kecamatan tersebut, dengan angka 1.863 jiwa/km².

Tabel 4. 14 Kepadatan penduduk (Per Km2)

Desa/Kelurahan	Kepadatan Penduduk (Per Km ²)
Gadingsari	1.292
Gadingharjo	1.234
Srigading	1.240
Murtigading	1.864
Kapanewon Sanden	1.379
Rata-Rata	5.630

Sumber: BPS Kecamatan Dalam Angka 2025



Gambar 4. 15 Grafik Kepadatan Penduduk

Kepadatan penduduk merupakan salah satu indikator dalam menentukan kerentanan sosial suatu wilayah. Semakin tinggi kepadatan penduduk, maka semakin besar jumlah penduduk yang berpotensi terdampak bencana. Baik berupa korban jiwa, korban luka, maupun kebutuhan evakuasi dan penanganan darurat.

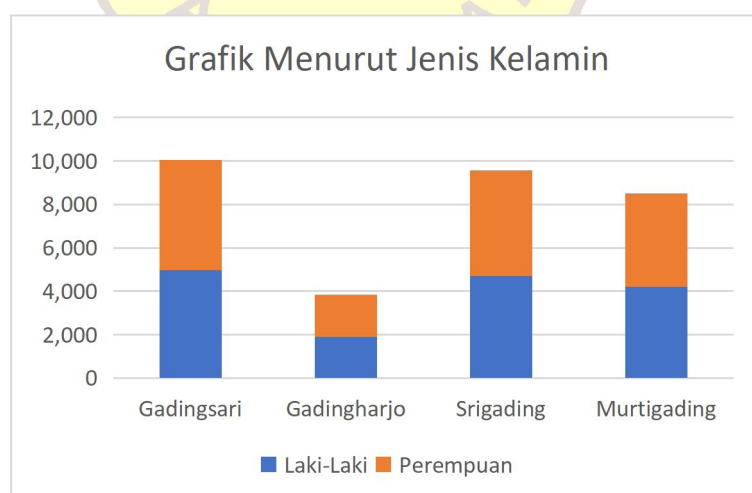
C. Penduduk Berdasarkan Jenis Kelamin

Perbedaan antara laki-laki dan perempuan berpengaruh terhadap strategi mitigasi gempa bumi karena adanya variasi dalam peran sosial, akses terhadap informasi, serta kemampuan dalam menghadapi risiko. Perempuan umumnya lebih rentan akibat keterbatasan akses dan tanggung jawab domestik, sehingga perlu pendekatan mitigasi yang mempertimbangkan kebutuhan masing-masing gender. Di sisi lain, laki-laki dan perempuan memiliki peran yang berbeda namun saling mendukung dalam mitigasi bencana. Laki-laki lebih sering terlibat dalam kegiatan fisik seperti evakuasi, sedangkan perempuan berkontribusi dalam kesiapsiagaan keluarga, pengelolaan kebutuhan rumah tangga, serta penyebaran informasi di lingkungan sekitar (Thorlund, 2009)

Tabel 4. 15 Penduduk Menurut Jenis Kelamin

Desa/Kelurahan	Penduduk		Jumlah
	Laki-Laki	Perempuan	
Gadingsari	4.957	5.093	10.050
Gadingharjo	1.907	1.905	3.812
Srigading	4.703	4.843	9.546
Murtigading	4.194	4.281	8.475
Sanden	15.761	16.122	31.883

Sumber: BPS Kecamatan Dalam Angka 2025



Gambar 4. 16 Grafik Menurut Jenis Kelamin

Berdasarkan data jumlah penduduk pada masing-masing desa/kelurahan, terlihat bahwa di Desa Gadingsari jumlah penduduk perempuan (5.093 jiwa) sedikit lebih tinggi dibandingkan laki-laki (4.957 jiwa), dengan total penduduk mencapai 10.050 jiwa. Sementara itu, di Desa Gadingharjo jumlah penduduk laki-laki (1.907 jiwa) dan perempuan (1.905 jiwa) relatif seimbang dengan total 3.812 jiwa.

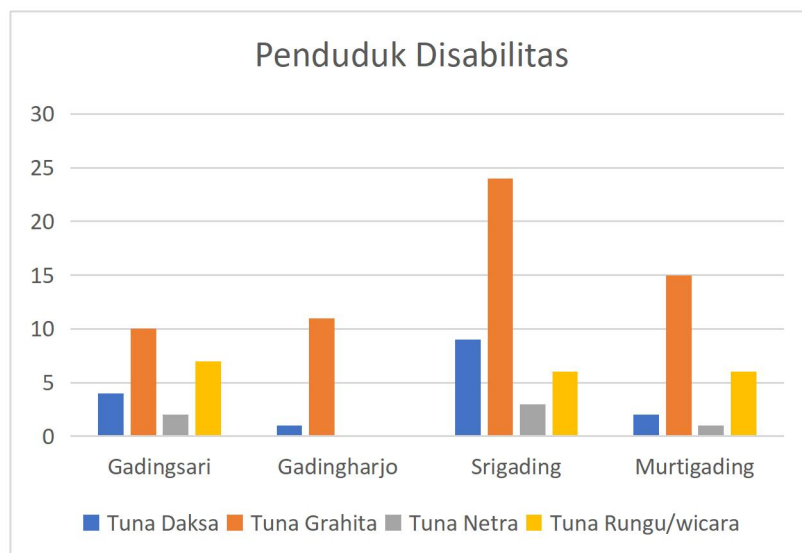
D. Penduduk Disabilitas

Penduduk disabilitas tergolong kelompok rentan akibat keterbatasan dalam mobilisasi, akses informasi, serta kemampuan merespon kondisi darurat. Semakin banyak penyandang disabilitas di suatu wilayah, maka semakin diperlukan strategi mitigasi yang inklusi, seperti penyediaan jalur evakuasi yang ramah bagi disabilitas, informasi yang mudah dipahami, serta dukungan pendampingan saat bencana berlangsung (Hayati et al., 2021)

Tabel 4. 16 Jumlah Penyandang Disabilitas Menurut Desa/Kelurahan di Kecamatan Sanden, 2024

Desa/Kelurahan	Tuna Daksa	Tuna Grahita	Tuna Netra	Tuna Rungu/Wicara	Total
Gadingsari	4	10	2	7	23
Gadingharjo	1	11	-	-	12
Srigading	9	24	3	6	42
Murtigading	2	15	1	6	24
Sanden	16	60	6	19	102

Sumber: BPS Kecamatan Dalam Angka 2025



Gambar 4. 17 Grafik Penduduk Disabilitas

Berdasarkan data tahun 2024, terdapat total 101 penyandang disabilitas di wilayah ini, dengan rincian 60 jiwa tuna grahita, 19 jiwa tuna rungu/wicara, 16 jiwa tuna daksa, dan 6 jiwa tuna netra. Desa Srigading tercatat sebagai wilayah dengan jumlah penyandang disabilitas terbanyak di setiap kategori, termasuk konsentrasi tertinggi pada kategori tuna grahita sebanyak 24 jiwa.

4.2.2.3 Kerentanan Ekonomi

A. Jumlah Bangunan Komersial

Berdasarkan data jumlah bangunan pasar perkalurahan di Kapanewon Sanden, fasilitas pasar hanya terdapat di Kalurahan Gadingsari dan Kalurahan Srigading. Kalurahan Gadingsari memiliki satu pasar, yaitu Pasar Sorobayan, sedangkan kalurahan Srigading memiliki tiga pasar, yaitu Pasar Sangkeh, Pasar Celep, dan Pasar Kretek Abang. Sementara itu, Kalurahan Gadingharjo dan Murtigading tidak memiliki fasilitas pasar di wilayahnya.

Tabel 4. 17 Jumlah Bangunan Pasar Perkalurahan di Kapanewon Sanden

No	Kalurahan	Nama Pasar
1.	Gadingsari	Pasar Sorobayan
2.	Srigading	Pasar Sangkeh
		Pasar Celep
		Pasar Kretek Abang

Dalam kondisi terjadi gempa bumi, Kawasan pasar berpotensi mengalami dampak yang signifikan, seperti kerusakan bangunan, terganggunya aktivitas perekonomian, serta meningkatnya risiko korban jiwa akibat tingginya jumlah pengunjung dan pedagang yang berada di lokasi. Maka aktivitas perdagangan akan terganggu sehingga pedagang, buruh angkut, dan pelaku usaha lainnya berpotensi kehilangan sumber mata pencaharian hal ini berdampak pada meningkatnya angka pengangguran sementara, terganggunya perputaran ekonomi lokal.

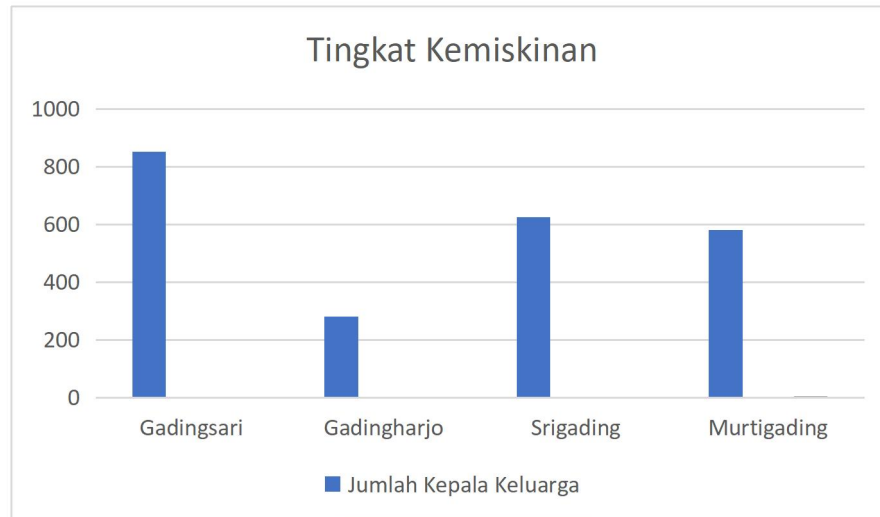
B. Presentase Tingkat Kemiskinan

Tingkat kemiskinan menjadi salah satu faktor yang dapat memengaruhi tingkat kerentanan masyarakat terhadap bencana gempa bumi. Masyarakat dengan kondisi ekonomi yang rendah biasanya memiliki keterbatasan dalam memperoleh tempat tinggal yang layak, akses infrastruktur yang aman, serta kemampuan melakukan persiapan maupun pemulihan setelah bencana terjadi. Kondisi tersebut membuat masyarakat dengan ekonomi rendah cenderung lebih rentan mengalami dampak gempa bumi, baik berupa kerusakan rumah, kehilangan mata pencaharian, maupun kesulitan dalam memperbaiki kondisi ekonomi setelah bencana. Oleh karena itu, semakin tinggi tingkat kemiskinan di suatu wilayah, maka tingkat kerentanan terhadap dampak gempa bumi juga cenderung meningkat karena kapasitas masyarakat dalam menghadapi risiko bencana masih terbatas (Hallegatte et al., 2020)

Tabel 4. 18 Jumlah Penduduk Miskin

No	Kalurahan	Jumlah Kepala Keluarga
1.	Gadingsari	852
2.	Gadingharjo	281
3.	Srigading	625
4.	Murtigading	580

Sumber: BPS Kecamatan Dalam Angka 2025



Gambar 4. 18 Grafik Tingkat Kemiskinan Kapanewon Sanden

Berdasarkan tabel 4.18 jumlah kepala keluarga miskin di Kapanewon sanden menunjukkan perbedaan pada masing-masing kalurahan. Kalurahan Gadingsari memiliki jumlah kepala keluarga miskin tertinggi yaitu sebanyak 852 KK, diikuti oleh kalurahan srigading sebanyak 625 KK, Kalurahan murtigading sebanyak 580KK dan kalurahan gadingharjo sebanyak 281 KK

4.2.3 Profil Kapasitas

3.2.3.1 Sumberdaya Buatan

A. Jumlah Kesehatan

Jumlah sarana Kesehatan berkaitan erat dengan mitigasi bencana gempa bumi karena fasilitas seperti rumah sakit dan puskesmas berperan sebagai pusat pelayanan medis saat kondisi darurat. Ketersediaan sarana Kesehatan yang cukup akan mendukung penanganan kondisi secara cepat dan efektif, sehingga dapat mengurangi risiko kematian maupun tingkat keparahan cedera akibat bencana (Mera Delima, n.d.)

Tabel 4. 19 Desa/Kelurahan yang memiliki sarana kesehatan di Kapanewon Sanden, 2022-2024

Jenis Sarana Kesehatan	2022	2023	2024
Rumah Sakit	-	-	-
Puskesmas Rawat Inap	1	1	1
Puskesmas Tanpa Rawat Inap	-	-	-
Apotek	3	3	3
Total	4	4	4
Jumlah Penduduk Kapanewon Sanden	100,00		

Sumber: BPS Kecamatan Dalam Angka 2025

Berdasarkan data tahun 2024, pelayanan kesehatan di kecamatan tersebut diperkuat oleh 5 tenaga dokter umum dan 1 dokter gigi. Selain itu, terdapat pula 11 orang bidan serta 9 perawat yang siap melayani, sehingga aksesibilitas masyarakat terhadap perawatan kesehatan menjadi lebih terjamin.

B. Jumlah Tenaga Kesehatan

Jumlah tenaga kesehatan memiliki hubungan yang sangat penting dengan mitigasi bencana gempa bumi karena berperan langsung dalam penanganan korban, pelayanan medis darurat, serta upaya pencegahan dampak kesehatan pascabencana. Semakin banyak tenaga kesehatan yang tersedia, maka kapasitas penanganan korban akan semakin baik sehingga dapat mengurangi angka kesakitan dan kematian akibat gempa bumi (Devi L & Vellyza C, 2024)

Tabel 4. 20 Jumlah Tenaga Kesehatan di Kapanewon Sanden

Desa/Kelurahan	Dokter Umum	Dokter Gigi	Psikolog	Perawat	Bidan	Gizi	Tenaga Kesehatan Masyarakat
Gadingsari	-	-	-	-	-	-	-
Gadingharjo	-	-	-	-	-	-	-
Srigading	-	-	-	-	-	-	-
Murtigading	5	1	1	9	11	4	-
Sanden	5	1	1	9	11	4	-

Sumber: BPS Kecamatan Dalam Angka 2025

Berdasarkan tabel 4.19, jumlah tenaga Kesehatan di Kapanewon Sanden masih belum tersebar secara merata di setiap desa. Data menunjukkan bahwa tenaga Kesehatan seperti dokter umum, dokter gigi, psikolog, perawat, bidan,

dan tenaga gizi lebih banyak tersedia di Desa Murtigading, sedangkan desa lainnya belum memiliki tenaga Kesehatan. Kondisi ini menunjukkan bahwa akses pelayanan Kesehatan antar desa masih berbeda-beda. Keberadaan tenaga Kesehatan menjadi hal penting terutama saat terjadi keadaan darurat atau bencana.

4.2.3.2 Aksesibilitas

A. Panjang Jalan

Sistem pergerakan masyarakat di Kapanewon Sanden didukung oleh jaringan jalan yang terbagi ke dalam beberapa hierarki, meliputi jalan kolektor primer dan jalan lingkungan primer. Jalan kolektor primer berperan penting dalam menghubungkan pusat-pusat kegiatan sekaligus memfasilitasi mobilitas antar wilayah. Disisi lain, jalan lingkungan primer secara khusus melayani aksesibilitas internal di dalam area permukiman serta menghubungkan dengan koridor jalan yang lebih tinggi.

Dalam konteks kebencanaan, panjang jaringan jalan digunakan untuk menggambarkan ketersediaan akses yang dapat berfungsi sebagai jalur alternatif dalam mendukung mobilitas dan distribusi bantuan kebencanaan. Penggunaan rasio panjang jalan terhadap luas wilayah bertujuan untuk melihat ketersediaan jaringan jalan secara relatif pada masing-masing kalurahan, sehingga dapat memberikan gambaran mengenai alternatif akses yang tersedia untuk mendukung proses penanganan dan penyaluran bantuan ketika terjadi bencana gempa bumi.

Adapun panjang jalan, luas wilayah, dan rasio panjang jalan terhadap luas wilayah pada masing-masing kalurahan dapat dilihat pada tabel 4.22.

Tabel 4. 21 Panjang Jalan di Kapanewon Sanden

No	Kalurahan	Panjang Jalan (m)	Luas Wilayah (Ha)	Rasio Panjang Jalan Luas Wilayah
1.	Gadingharjo	33.381,46	287, 93	115,93
2.	Gadingsari	80.964,25	840, 18	96,36

No	Kalurahan	Panjang Jalan (m)	Luas Wilayah (Ha)	Rasio Panjang Jalan Luas Wilayah
3.	Murtigading	55.222,36	429, 77	128,49
4.	Srigading	73.922,87	794, 58	93,03

Sumber: Open Street Map, 2026

Berdasarkan tabel 4.22, jaringan jalan di Kapanewon Sanden tersebut pada empat Kalurahan, yaitu Gadingharjo, Gadingsari, Murtigading, dan Srigading. Jaringan jalan yang tercatat meliputi jalan kolektor primer dan jalan lingkungan primer yang berfungsi mendukung pergerakan masyarakat serta menghubungkan berbagai pusat kegiatan di wilayah kapanewon sanden. Dengan Kalurahan Gadingsari memiliki total panjang jalan 80.964,25 meter, diikuti oleh Srigading sebesar 73.922,87 meter, Murtigading sebesar 55.222,36 meter dan Gadingharjo sebesar 33.381,46 meter.

4.2.3.3 Masyarakat

A. Pelatihan Kebencanaan

Beberapa kalurahan di Kapanwon Sanden, diketahui bahwa kapasitas masyarakat dalam menghadapi bencana gempa bumi memiliki kondisi yang berbeda pada setiap wilayah. Perbedaan tersebut dapat dilihat dari keberadaan Forum Pengurangan Risiko Bencana (FPRB), Kelompok Siaga Bencana (KSB), serta ketersediaan sarana pendukung seperti ambulan dan logistic.

Dikalurahan Gadingsari, FPRB telah dibentuk sejak tahun 2008 sebagai salah satu upaya peningkatan kesiapsiagaan masyarakat terhadap potensi bencana gempa bumi. Pergantian personil dilakukan setiap tiga tahun sekali dengan jumlah anggota sebanyak 40 orang dan sekitar 25 orang yang aktif dalam kegiatan kebencanaan. FPRB ini dilaksanakan kurang lebih 10 kali dalam satu tahun. Meskipun demikian, pelatihan di Kalurahan Gadingsari tidak memiliki jadwal yang pasti dan hingga saat ini belum tersedia ambulans operasional pribadi untuk penanganan kebencanaan, sehingga masing bergantung pada fasilitas dari pihak lain.

Sementara itu, di Kalurahan Murtigading, pelaksanaan kegiatan FPRB juga

tidak memiliki waktu yang ditentukan secara tetap. Namun, wilayah ini memiliki kelompok Kampung Siaga Bencana (KSB) yang mencakup 10 pendukuhan dengan total 25 anggota. Penanganan kebencanaannya pun tidak hanya fokus pada wilayah kapanewon sanden, tetapi juga mencakup wilayah kapanewon kretek dan sradakan. Kalurahan murtigading berperan dalam penyaluran logistic apabila terjadi bencana di wilayah tersebut karena memiliki ketersediaan dapur berjalan menjadi salah satu bentuk kapasitas yang cukup penting dalam mendukung penanganan darurat, khususnya dalam penyediaan kebutuhan dasar bagi masyarakat terdampak

Di Kalurahan Gadingharjo, pelaksanaan kegiatan Forum Pengurangan Risiko Bencana (FPRB) juga belum memiliki jadwal yang rutin. Kegiatan kebencanaan umumnya hanya dilaksanakan apabila diperlukan, dengan peserta yang didominasi oleh para ketua RT sebagai perwakilan masyarakat. Kondisi ini menunjukkan bahwa keterlibatan masyarakat secara langsung dalam kegiatan kesiapsiagaan bencana masih terbatas.

Berbeda dengan ketiga wilayah tersebut, kondisi di Kalurahan Srigading menunjukkan adanya penurunan partisipasi masyarakat dalam kegiatan FPRB. Pada awal pembentukan, antusiasme masyarakat terhadap forum kebencanaan cukup tinggi, namun seiring berjalannya waktu jumlah partisipasi aktif semakin berkurang. Hal ini menjadi salah satu kendala dalam upaya peningkatan kesiapsiagaan masyarakat terhadap bencana gempa bumi. Selain itu, Kalurahan Srigading juga belum memiliki ambulans operasional pribadi karena keterbatasan anggaran yang dimiliki. Kondisi ini menunjukkan bahwa kapasitas kelembagaan dan sarana pendukung kebencanaan masih perlu ditingkatkan agar respon terhadap bencana dapat dilakukan secara lebih optimal.

4.2.3.4 Kelembagan

A. Regulasi Desa

Regulasi desa dalam mitigasi bencana gempa bumi berperan sebagai dasar pelaksanaan kegiatan kesiapsiagaan masyarakat, seperti pembentukan FPRB, KSB, Pelatihan dan simulasi serta penyediaan sarana pendukung kebencanaan. Berdasarkan hasil wawancara di Kapanewon Sanden, Sebagian besar kegiatan kebencanaan masih mengikuti arahan dari pemerintah daerah dan BPBD Kabupaten Bantul, sedangkan aturan khusus di tingkat kalurahan masih belum berjalan secara optimal.

Dikalurahan Gading Sari, kegiatan FPRB sudah berjalan namun belum memiliki jadwal tetap dan belum didukung fasilitas ambulan pribadi. Kalurahan Murtigading memiliki KSB, Dapur berjalan, serta berperan dalam distribusi logistik untuk beberapa wilayah, namun pelaksanaan forum juga belum terjadwal secara rutin. Sementara itu Kalurahan Srigading mengalami penurunan kapasitas masyarakat dalam forum kebencanaan serta belum memiliki ambulan operasional karena keterbatasan anggaran.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa regulasi desa dalam mendukung mitigasi gempa bumi masih perlu diperkuat, terutama dalam penjadwalan kegiatan rutin, pengalokasian anggaran, dan penyediaan fasilitas kebencanaan agar kesiapsiagaan masyarakat dalam berjalan lebih efektif.

BAB V

ANALISIS

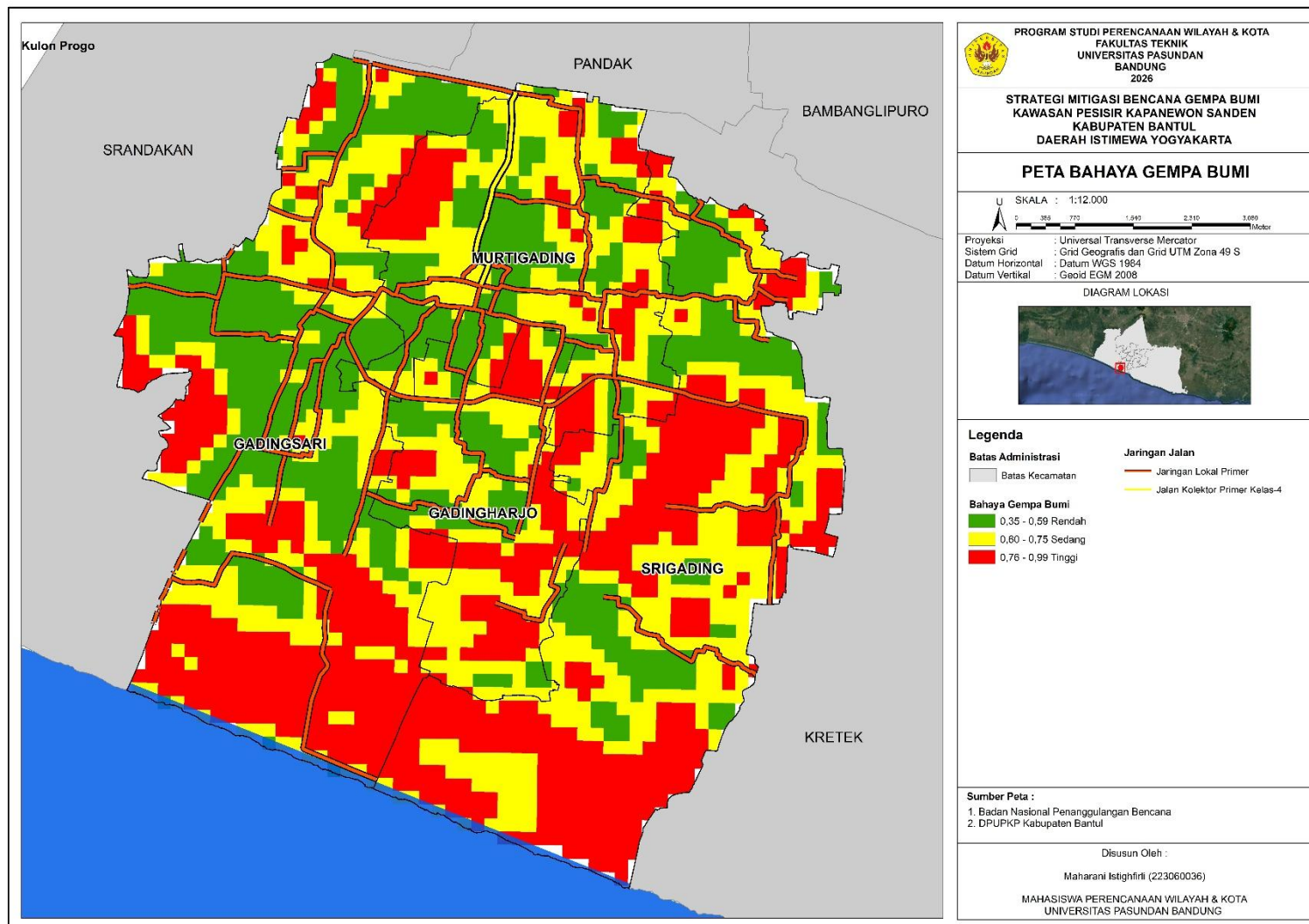
5.1 Perhitungan Nilai Faktor Risiko

5.1.1 Faktor Bahaya

Berdasarkan Peta Bahaya Gempa Bumi Kawasan Pesisir Kapanewon Sanden, tingkat ancaman gempa bumi di wilayah ini dibagi menggunakan degradasi warna dari hijau (Rendah) hingga merah/oranye tua (tinggi). Secara umum, wilayah pesisir selatan yang langsung berbatasan dengan Samudera Hindia menunjukkan konsentrasi tingkat bahaya yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah bagian utara.

Zona Merah/Oranye tua menandakan tingkat bahaya tinggi mendominasi bagian selatan Kawasan studi yakni Kalurahan Gadingsari dan Srigading (Bagian Selatan) kedua kalurahan ini memiliki hamparan zona merah yang paling luas di sepanjang garis pantai. Posisinya yang berada di depan garis pesisir membuat area ini sangat rentan terhadap dampak guncangan gempa bumi. Sedangkan untuk Kalurahan Gadingharjo meskipun areanya lebih kecil, wilayah selatan Gadingharjo tertutup oleh zona bahaya tinggi yang menyambung dari wilayah Gadingsari dan Srigading.

Untuk wilayah bagian utara (menjauhi garis pantai), karakteristik tingkat bahaya gempa bumi cenderung mengalami penurunan menjadi tingkat sedang hingga rendah. Seperti pada Kalurahan Murtigading yang menunjukkan tingkat bahaya cenderung rendah hingga sedang Namun, terdapat di beberapa titik yang menunjukkan tingkat bahaya tinggi. Kalurahan Gadingsari didominasi oleh warna hijau menandakan bahwa wilayah tersebut relative aman dari risiko guncangan gempa sedangkan Kalurahan gadingharjo dan Srigading (Bagian tengah) memiliki wilayah pola bahaya yang cukup diamis dimana zona bahaya rendah berselingan dengan zona bahaya sedang dan beberapa titik terdapat zona bahaya tinggi.



Gambar 5 1 Peta Bahaya Gempa Bumi Kapanewon Sanden

5.1.2 Faktor *Vulnerability* (Kerentanan)

A. Kerentanan Fisik (Struktur Bangunan Permanen dan Non Permanen)

Kalurahan Srigading menjadi salah satunya memiliki angka tertinggi yaitu 15,04. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah atau kualitas bangunan permanen di Srigading jauh lebih unggul dibandingkan wilayah lainnya. Selanjutnya Kalurahan Gadingharjo memiliki nilai rendah yaitu sebesar -10,6 menandakan bahwa gadingharjo masih sangat tertinggal dalam hal penyediaan bangunan permanen. Sedangkan kalurahan Murtigading dan Srigading memiliki nilai -6,37 dan -6,0 terbilang masih rendah untuk penyediaan bangunan permanen.

Tabel 5 1 Standarisasi Davidson Struktur Bangunan Permanen

No	Kalurahan	Nilai Davidson
1.	Gadingsari	-6,0
2.	Gadingharjo	-10,6
3.	Srigading	15,04
4.	Murtigading	-6,37

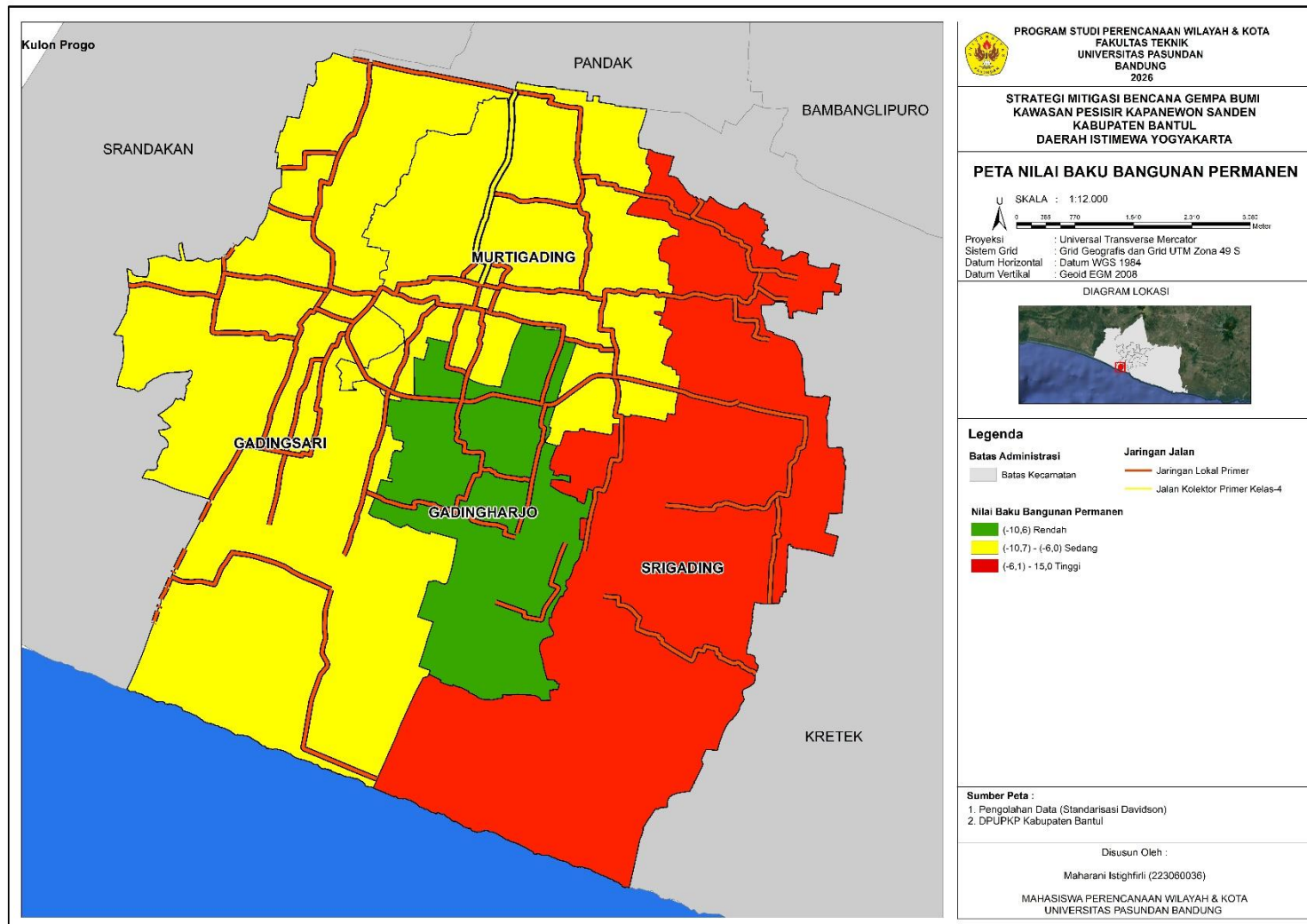
Sumber: Hasil Analisis, 2026

Selanjutnya, untuk kelompok bangunan non-permanen pada tabel 5.2 Kalurahan Srigading memiliki nilai sebesar 2,76. Angka ini menunjukkan bahwa jumlah bangunan non-permanen di Srigading masih terhitung banyak dan mendominasi wilayah tersebut. Kalurahan Gadingsari memiliki nilai -1,45 hal ini berarti jumlah bangunan non-permanen di Gadingsari sudah mulai berkurang. Sedangkan Gadingharjo -4,58 dan Murtigading -4,72. Kedua kalurahan ini mendapatkan minus yang paling rendah hal ini menandakan bahwa sebaran atau kondisi bangunan non permanen di kedua wilayah ini masih kurang tertata

Tabel 5 2 Standarisasi Davidson Struktur Bangunan non Permanen

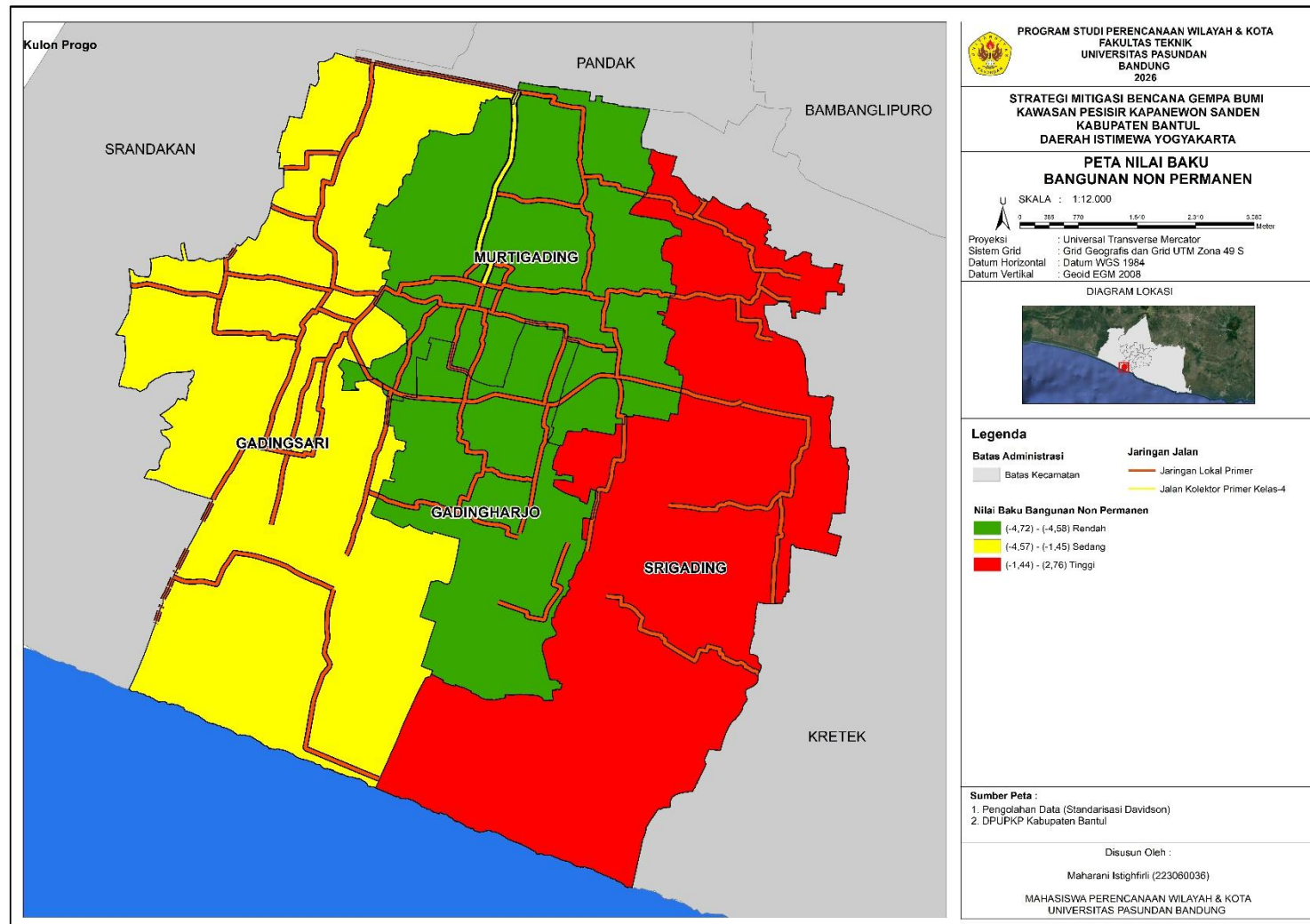
No	Kalurahan	Nilai Davidson
1.	Gadingsari	-1,45
2.	Gadingharjo	-4,58
3.	Srigading	2,76
4.	Murtigading	-4,72

Sumber: Hasil Analisis, 2026



Gambar 5 2 Peta Nilai Baku Bangunan Permanen

Sumber: Hasil Analisis, 2026



Gambar 5 3 Peta Nilai Baku Bangunan Non Permanen

Sumber: Hasil Analisis, 2026

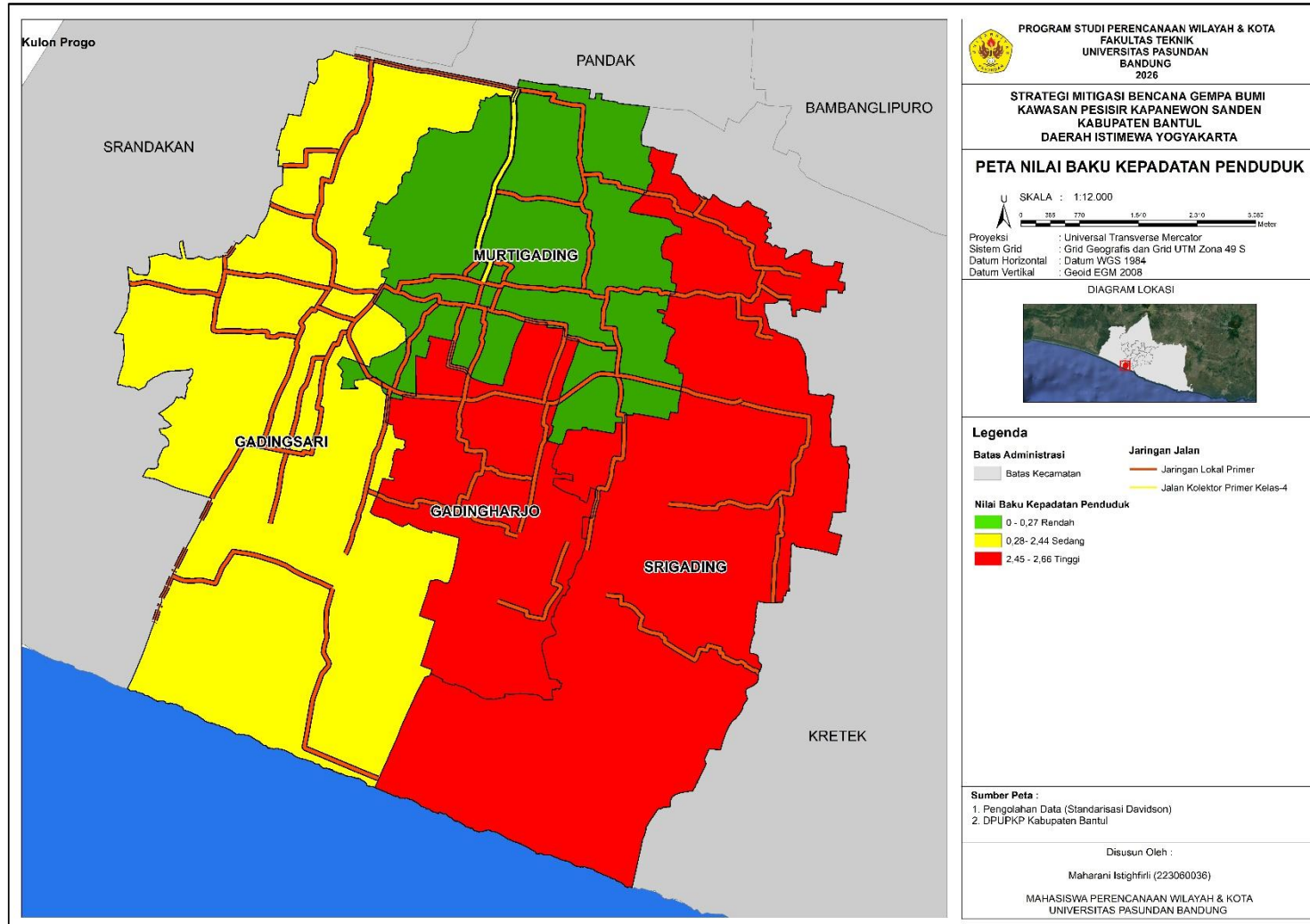
B. Kerentanan Sosial (Kepadatan Penduduk)

Analisis kepadatan penduduk pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode Standarisasi Davidson. Standarisasi dilakukan dengan mempertimbangkan nilai rata-rata dan standar deviasi dari data yang digunakan. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai rata-rata kepadatan penduduk sebesar 1,4075 dan standar deviasi sebesar 0,264. Nilai tersebut kemudian digunakan dalam proses standarisasi untuk masing-masing wilayah.

Hasil Standarisasi menggunakan metode Davidson, diperoleh menunjukkan bahwa kalurahan Gadingharjo memiliki nilai tertinggi, yaitu 2,66 diikuti oleh Kalurahan Srigading sebesar 2,63, Gadingsari sebesar 2,44 dan Murtigading 0,27. Nilai yang lebih tinggi relative menunjukkan bahwa kepadatan penduduk pada wilayah tersebut relative lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah lainnya. Konsentrasi penduduk yang lebih tinggi berpotensi meningkatkan kerentanan sosial apabila terjadi bencana gempa bumi, karena jumlah yang terdampak cenderung lebih banyak. Sementara itu Kalurahan Murtigading memiliki nilai terendah, yang artinya tingkat kepadatan penduduk relative lebih rendah dibandingkan ketiga kalurahan lainnya.

Tabel 5 3 Standarisasi Davidson Kepadatan Penduduk

No	Kalurahan	Nilai Davidson
1.	Gadingsari	2,44
2.	Gadingharjo	2,66
3.	Srigading	2,63
4.	Murtigading	0,27



Gambar 5 4 Peta Nilai Baku Kepadatan Penduduk

Sumber: Hasil Analisis, 2026

C. Kerentanan Sosial (Penduduk Disabilitas)

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode standarisasi Davidson, diperoleh nilai indeks disabilitas pada masing-masing wilayah. Nilai tersebut yaitu Kalurahan Srigading sebesar -0,44, Murtigading sebesar -2,11, Gadingsari sebesar -2,20 dan Gadingharjo sebesar -3,23

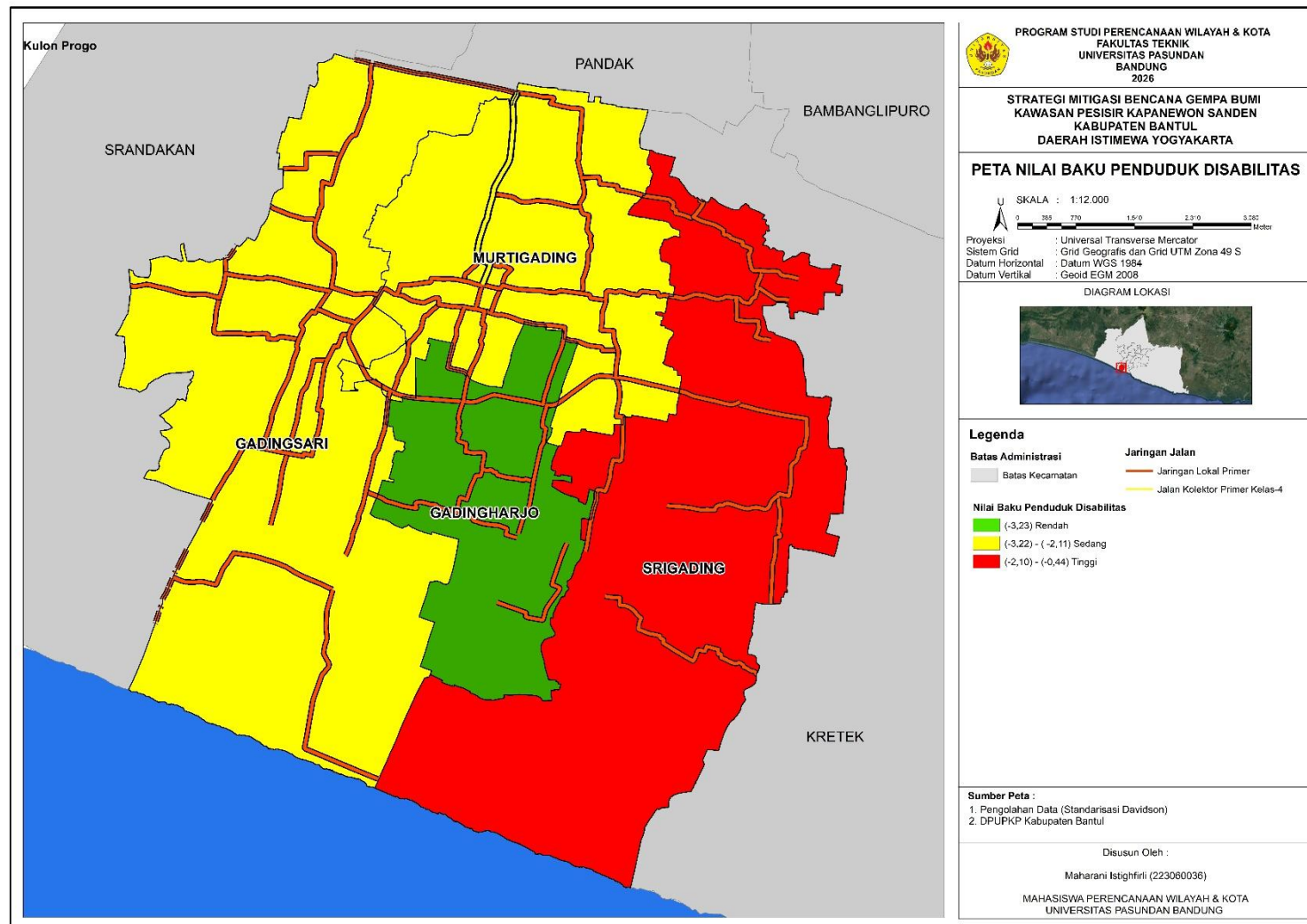
Kalurahan Srigading memiliki nilai paling tinggi, yang menunjukkan bahwa jumlah penyandang disabilitas di wilayah tersebut relatif lebih banyak dibandingkan wilayah lainnya. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kebutuhan terhadap layanan pendukung, seperti fasilitas kesehatan, aksesibilitas, dan bantuan sosial, cenderung lebih besar. Sebaliknya, Kalurahan Gadingharjo memiliki nilai paling tinggi, yang menunjukkan bahwa jumlah penyandang disabilitas relatif lebih sedikit. Meskipun demikian, kebutuhan terhadap layanan tetap ada, namun tingkat prioritasnya tidak sebesar wilayah dengan jumlah yang lebih tinggi.

Sementara itu, Kalurahan Gadingsari dan Murtigading memiliki nilai yang tidak terlalu jauh berbeda, yang menunjukkan bahwa kondisi penyandang disabilitas di kedua wilayah tersebut relatif serupa. Hal ini dapat mencerminkan adanya kesamaan dalam karakteristik sosial masyarakat maupun tingkat akses terhadap layanan.

Tabel 5 4 Standarisasi Davidson Penduduk Disabilitas

No	Kalurahan	Nilai Davidson
1.	Gadingsari	-2,20
2.	Gadingharjo	-3,23
3.	Srigading	-0,44
4.	Murtigading	-2,11

Sumber: Hasil Analisis, 2025



Gambar 5 5 Peta Nilai Baku Penduduk Disabilitas

Sumber: Hasil Analisis, 2026

C. Kerentanan Sosial (Penduduk berdasarkan Jenis Kelamin)

Berdasarkan Tabel 5.5, nilai standarisasi Davidson untuk penduduk laki-laki menunjukkan variasi yang cukup signifikan antar kalurahan. Kalurahan Gadingsari memiliki nilai tertinggi sebesar 0,54, yang mengindikasikan bahwa proporsi penduduk laki-laki di wilayah tersebut relatif lebih besar dibandingkan kalurahan lainnya sehingga memberikan kontribusi kerentanan sosial yang lebih tinggi. Sebaliknya, Kalurahan Gadingharjo memperoleh nilai terendah sebesar -7,08, yang menunjukkan kontribusi kerentanan sosial paling rendah pada indikator ini. Sementara itu, Kalurahan Srigading dan Murtigading masing-masing memiliki nilai -0,09 dan -1,36, yang menunjukkan tingkat kerentanan sosial yang berada di antara kedua kondisi tersebut.

Tabel 5 5 Nilai Standarisasi Davidson Penduduk Jenis Kelamin Laki-Laki

No	Kalurahan	Nilai Davidson
1.	Gadingsari	0,54
2.	Gadingharjo	-7,08
3.	Srigading	-0,09
4.	Murtigading	-1,36

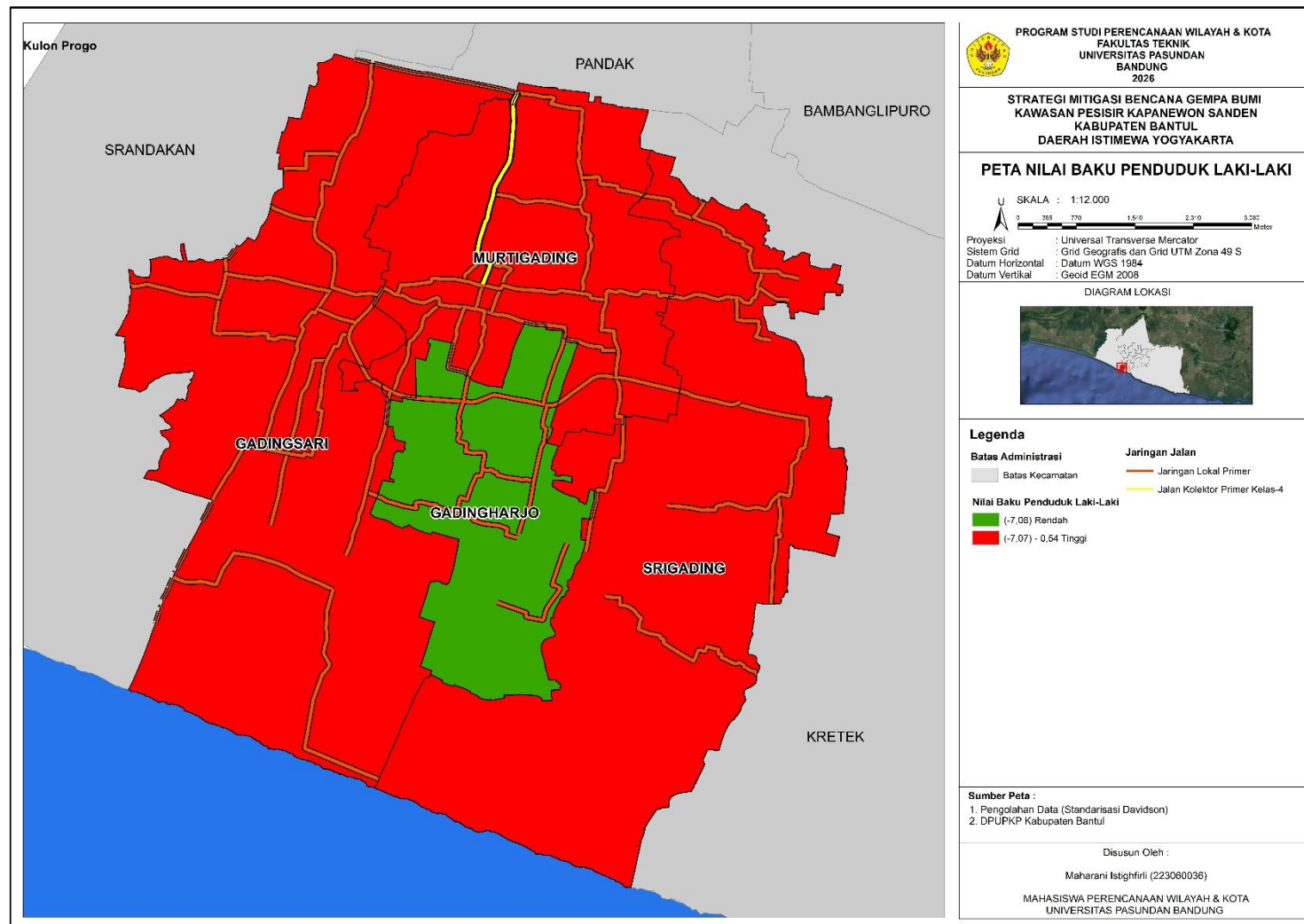
Sumber: Hasil Analisis, 2025

Selanjutnya, berdasarkan Tabel 5.6, nilai standarisasi Davidson untuk penduduk perempuan menunjukkan pola yang relatif seragam. Kalurahan Gadingharjo memiliki nilai terendah sebesar -2,01, sedangkan Kalurahan Gadingsari, Srigading, dan Murtigading masing-masing memperoleh nilai -1,99. Kondisi ini menunjukan bahwa aspek gender tetap menjadi salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan dalam analisis kerentanan terhadap gempa bumi hal ini disebabkan perempuan termasuk golongan rentan.

Tabel 5 6 Nilai Standarisasi Davidson Penduduk Jenis Kelamin Perempuan

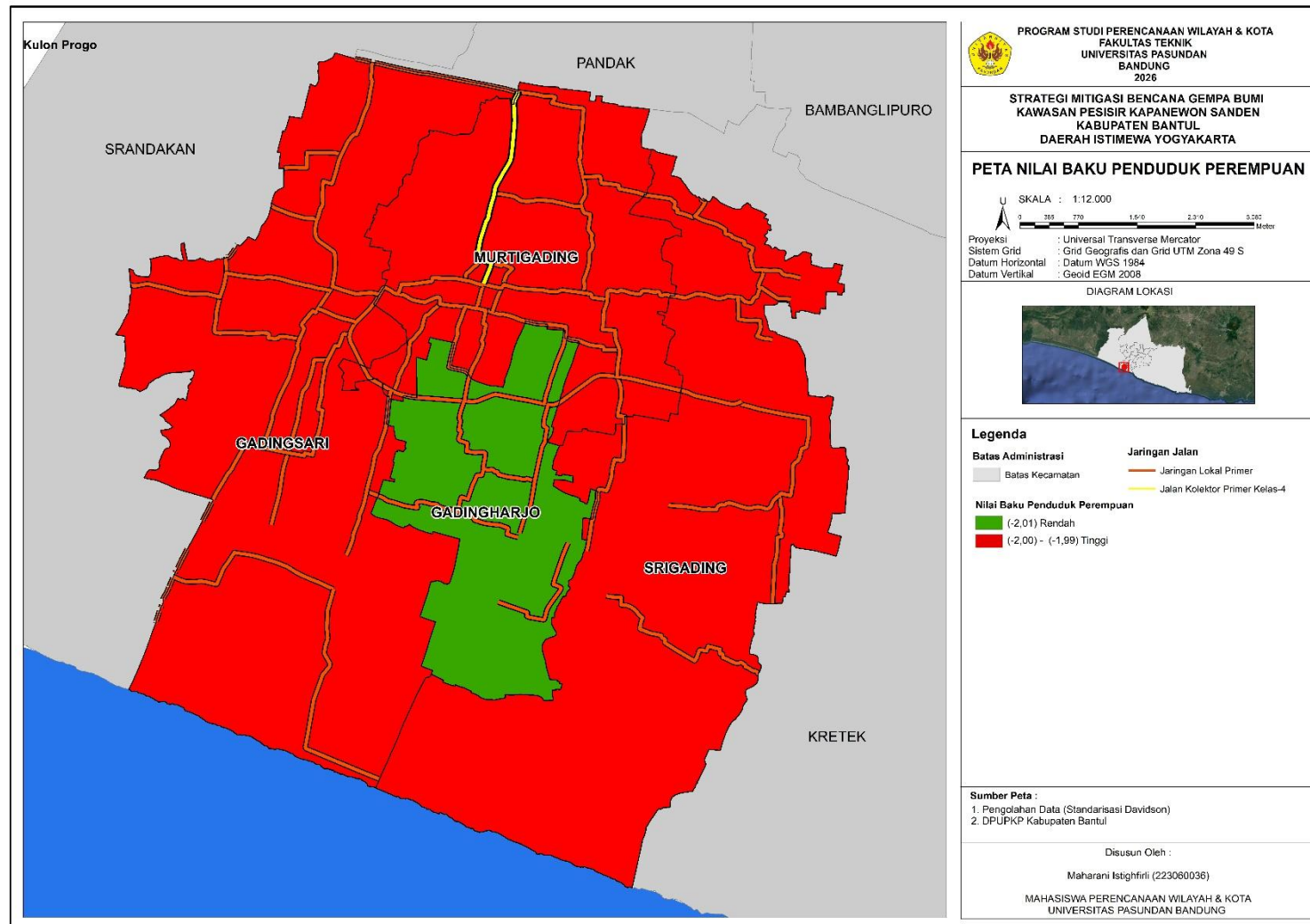
No	Kalurahan	Nilai Davidson
1.	Gadingsari	-1,99
2.	Gadingharjo	-2,01
3.	Srigading	-1,99
4.	Murtigading	-1,99

Sumber: Hasil Analisis, 2025



Gambar 5 6 Peta Nilai Baku Penduduk Jenis Kelamin Laki-Laki

Sumber: Hasil Analisis, 2026

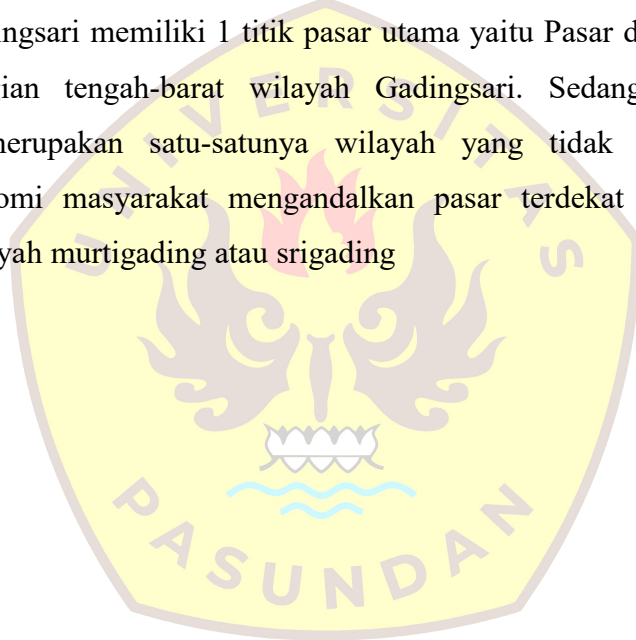


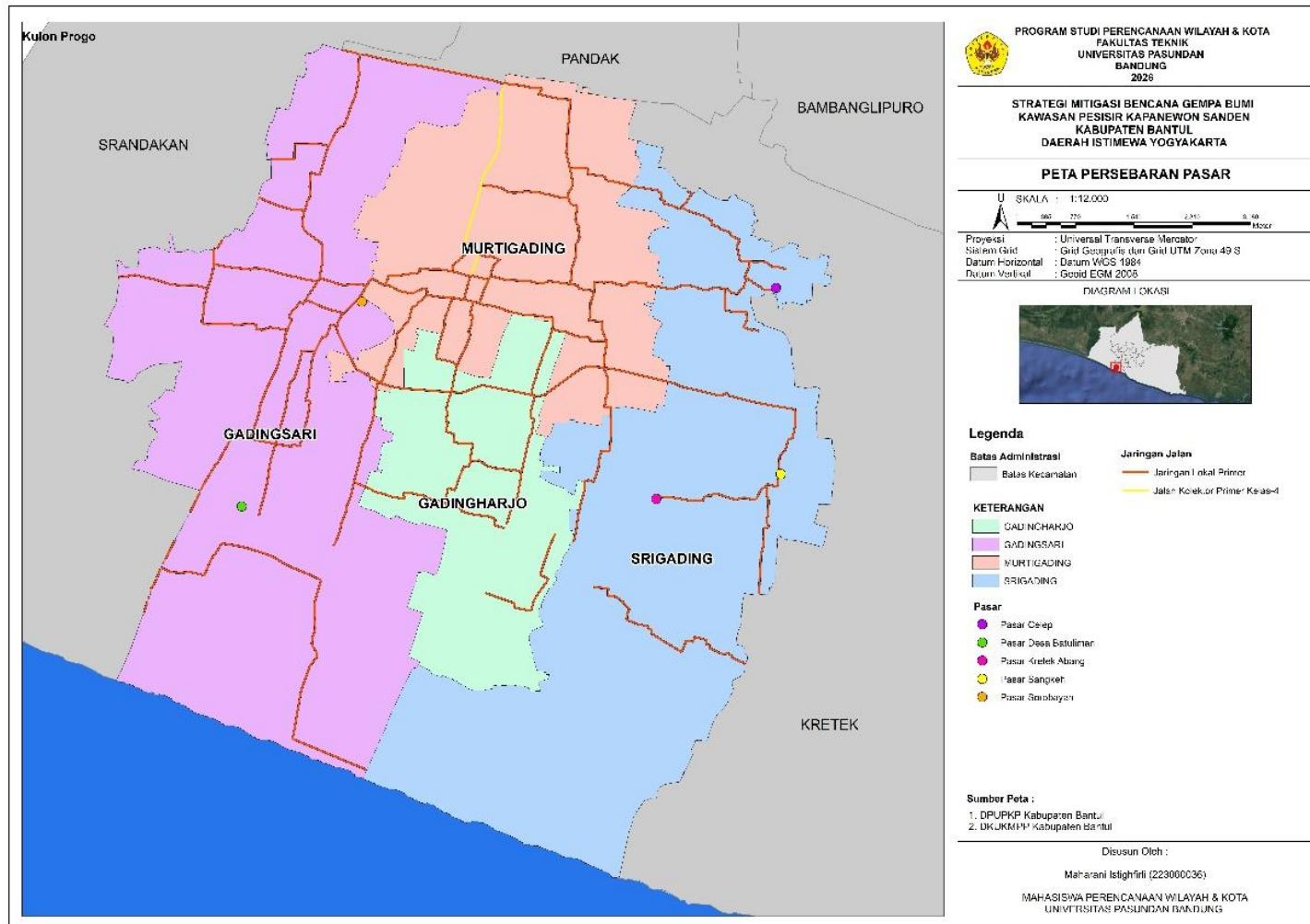
Gambar 5 7 Peta Nilai Baku Penduduk Jenis Kelamin Perempuan

Sumber: Hasil Analisis, 2026

E. Kerentanan Ekonomi (Aktivitas Ekonomi)

Berdasarkan peta persebaran pasar di Kawasan Pesisir Kapanewon Sanden, terdapat 5 titik pasar tradisional utama yang berfungsi sebagai pusat aktivitas ekonomi masyarakat. Pasar-pasar tersebut tersebar di empat kalurahan, yaitu Gadinghari, Gadingharjo, Murtigading dan Srigading. Kalurahan Srigading memiliki jumlah titik pasar terbanyak yakni pasar kretek abang yang letaknya di tengah wilayah Srigading dan terhubung langsung dengan jaringan jalan lokal dan Pasar Sorobayan terletak sisi timur, tepat dekat perbatasan wilayah kretek. Selanjutnya, Kalurahan Murtigading terdapat 2 titik pasar yaitu Pasar Celep terletak di area utara/perbatasan dengan wilayah pandak dan Pasar Sungging. Kalurahan Gadinghari memiliki 1 titik pasar utama yaitu Pasar desa patalan yang letaknya dibagian tengah-barat wilayah Gadinghari. Sedangkan, Kalurahan Gadingharjo merupakan satu-satunya wilayah yang tidak memiliki pasar. Kegiatan ekonomi masyarakat mengandalkan pasar terdekat yang berada di perbatasan wilayah murtigading atau srigading





Gambar 5 8 Sebaran Titik Pasar di Kalurahan Sanden

Sumber: DPUPKP dan DKJKMPP Kabupaten Bantul

F. Kerentanan Ekonomi (Tingkat Kemiskinan)

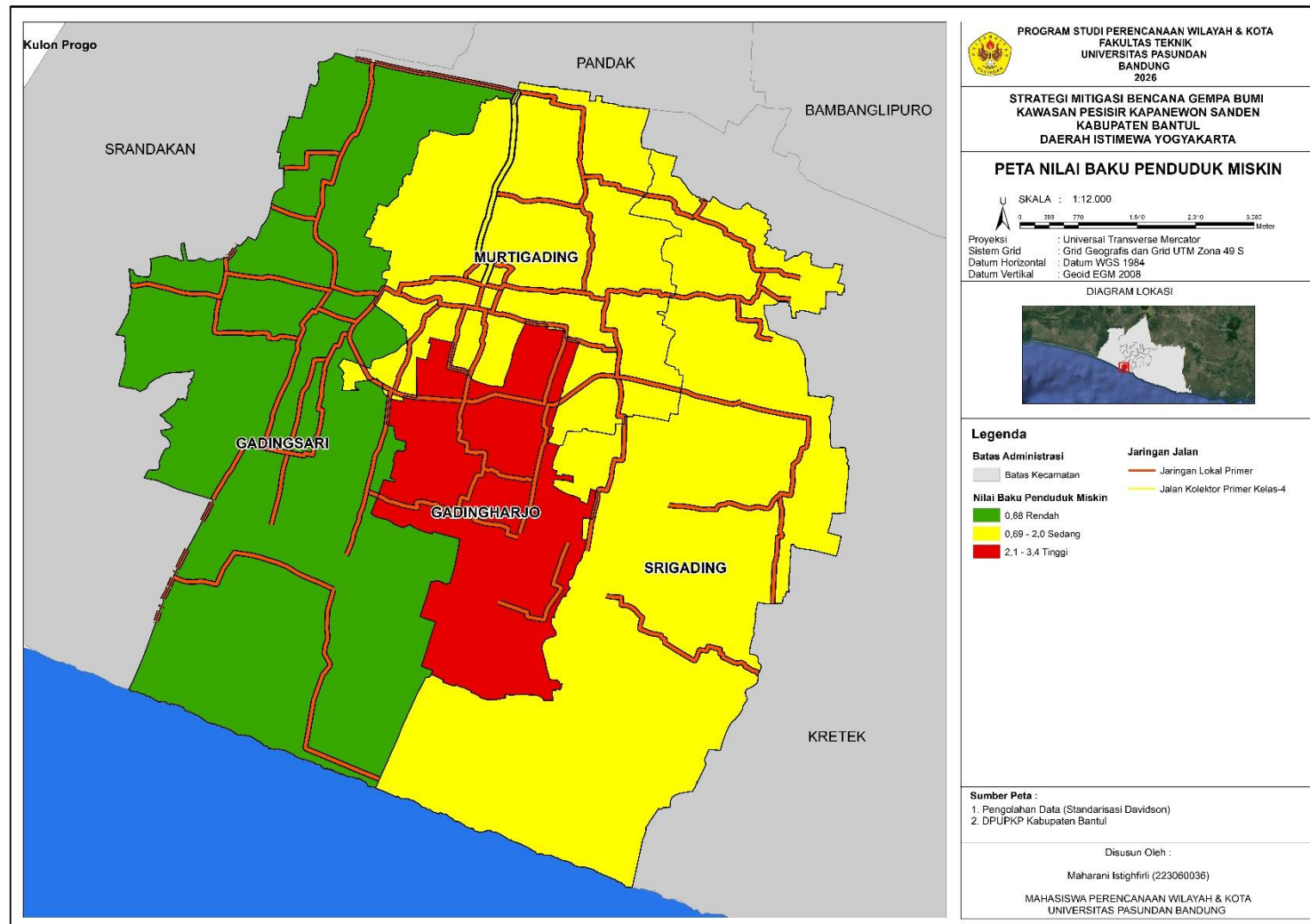
Berdasarkan hasil pembobotan parameter penduduk miskin, Kalurahan Gadingharjo memperoleh nilai tertinggi yaitu sebesar 3,49 yang menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah penduduk dengan kondisi ekonomi rendah, maka semakin besar pula potensi masyarakat mengalami kesulitan dalam menghadapi, merespon, maupun melakukan pemulihan pasca terjadi bencana gempa bumi. Hal ini berkaitan dengan keterbatasan kemampuan masyarakat dalam menyediakan kebutuhan dasar, memperbaiki kerusakan.

Sementara itu, Desa Murtigading memperoleh nilai sebesar 2,02 dan Desa Srigading sebesar 1,80. Walaupun hasil angka tidak sebesar yang terjadi pada Desa Gadingharjo tetapi nilai tersebut mengindikasikan bahwa kedua desa masing-masing memiliki potensi terdampak aspek ekonomi. Ketika terjadi bencana, namun dengan tingkat pengaruh yang relatif lebih rendah. Desa Gadingsari memiliki nilai terendah sebesar 0,68 yang menunjukkan bahwa dampaknya relatif lebih kecil dibandingkan desa lainnya.

Tabel 5.7 Nilai Standarisasi Davidson Tingkat Kemiskinan

No	Kalurahan	Nilai Davidson
1.	Gadingsari	0,68
2.	Gadingharjo	3,49
3.	Srigading	1,80
4.	Murtigading	2,02

Sumber: Hasil Analisis, 2026



Gambar 5 9 Peta Nilai Baku Penduduk Miskin

Sumber: Hasil Analisis, 2026

5.1.3 Faktor *Capacity* (Kapasitas)

A. Rasio Sarana Kesehatan Terhadap Jumlah Penduduk

Berdasarkan data publikasi BPS Kapanewon Sanden Tahun 2024, fasilitas Kesehatan yang tersedia di wilayah ini meliputi 1 puskesmas rawat inap dan 3 apotek. Dengan demikian, total sarana Kesehatan yang dilibatkan dalam analisis penelitian ini sebanyak 4 unit.

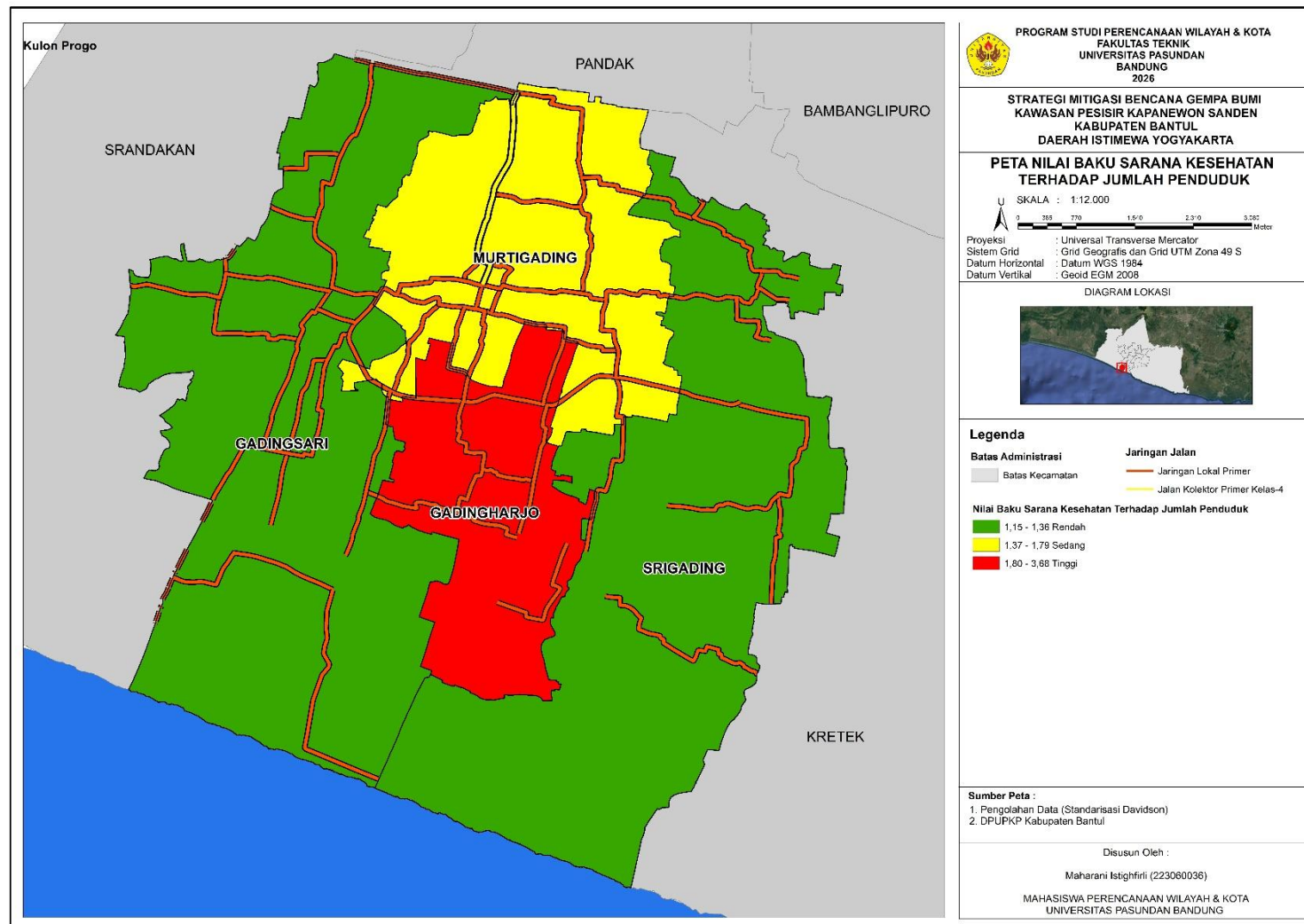
Jumlah tersebut dijadikan sebagai dasar perhitungan karena data yang tersedia dari BPS hanya mencakup total fasilitas di tingkat Kapanewon Sanden, tanpa menjelaskan sebaran lokasinya di tiap-tiap desa. Maka, perhitungan dalam penelitian ini menggunakan metode rasio dengan membandingkan jumlah total fasilitas Kesehatan tingkat kapanewon dengan proporsi jumlah penduduk pada masing-masing desa.

Berdasarkan hasil perhitungan standarisasi Davidson, diperoleh nilai kapasitas sarana Kesehatan yang berbeda pada setiap desa di Kapanewon Sanden. Kalurahan Gadingharjo memiliki nilai tertinggi yaitu 3,68 yang menunjukkan bahwa kapasitas pelayanan Kesehatan di Kalurahan Gadingharjo relative lebih baik dibandingkan desa lainnya. Kalurahan Murtigading memperoleh nilai 1,79, sedangkan Kalurahan Srigading sebesar 1,36 yang menunjukkan bahwa kapasitas desa tersebut terhadap sarana Kesehatan berada di tingkat sedang. Sementara itu, Desa Gadingsari 1,15 nilai yang rendah menunjukkan kapasitas sarana Kesehatan tersebut relative lebih rendah dibandingkan dengan desa lainnya.

Tabel 5 8 Nilai Davidson Rasio Sarana Kesehatan terhadap Jumlah Penduduk

No	Kalurahan	Nilai Davidson
1.	Gadingsari	1,15
2.	Gadingharjo	3,68
3.	Srigading	1,36
4.	Murtigading	1,79

Sumber: Hasil Analisis, 2026



Gambar 5 10 Peta Nilai Baku Sarana Kesehatan

Sumber: Hasil Analisis, 2026

B. Rasio Jumlah tenaga Kesehatan terhadap jumlah penduduk

Berdasarkan data yang tersedia distribusi tenaga Kesehatan di Kapanewon Sanden menunjukkan kondisi yang belum merata. Seluruh tenaga Kesehatan tercatat berada di Kalurahan Murtigading dengan total 31 Tenaga Kesehatan, yang terdiri dari dokter umum, dokter gigi, psikolog, perawat, bidan, dan tenaga gizi. Sementara itu, kalurahan Gadingsari, Gadingharjo, dan Srigading tidak tercatat memiliki tenaga Kesehatan. Kondisi ini memperlihatkan adanya pemusatan layanan Kesehatan pada suatu wilayah tertentu

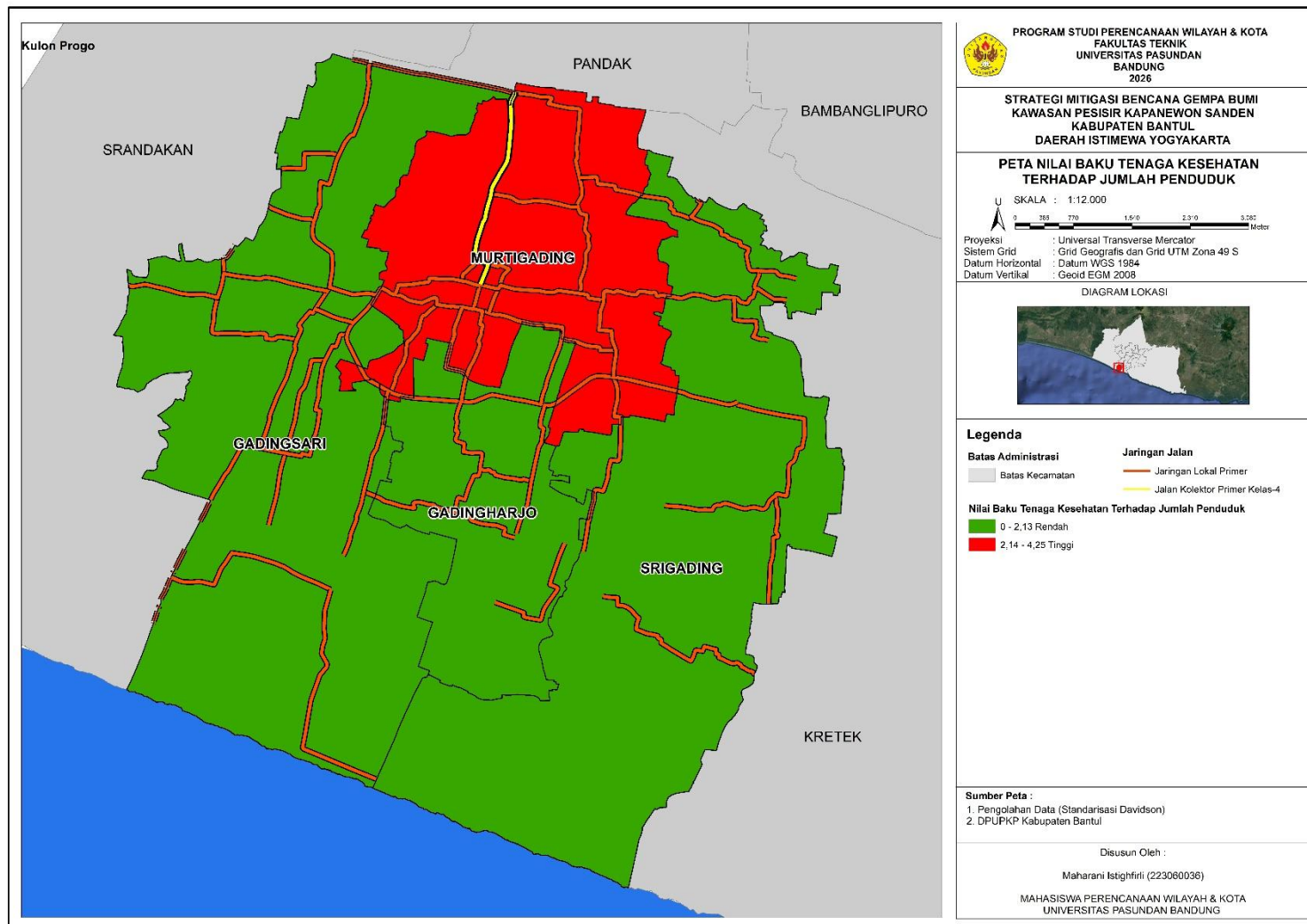
Hasil Standarisasi Davidson menunjukkan bahwa Kalurahan Murtigading memiliki nilai tertinggi, yaitu 4,25. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa kapasitas tenaga Kesehatan di Murtigading relative lebih baik dibandingkan kalurahan lainnya, sehingga memiliki kemampuan sedikit lebih baik dalam mendukung pelayanan Kesehatan dan penanganan darurat Ketika terjadi bencana gempa bumi. Sementara itu, kalurahan gadingsari, gadingharjo, dan srigading masing-masing menunjukkan angka yang sama 2,13 menunjukkan bahwa perlu adanya peningkatan ketersediaan tenaga Kesehatan.

Perbedaan ini menunjukkan bahwa akses pelayanan Kesehatan di Kapanewon Sanden masih belum tersebar secara seimbang. Wilayah ini tidak memiliki tenaga Kesehatan secara langsung berpotensi memiliki keterlambatan dalam penanganan medis, terutama Ketika terjadi kondisi darurat atau bencana yang membutuhkan respon cepat.

Tabel 5 9 Rasio Jumlah tenaga kesehatan terhadap jumlah penduduk

No	Kalurahan	Nilai Davidson
1.	Gadingsari	2,13
2.	Gadingharjo	2,13
3.	Srigading	2,13
4.	Murtigading	4,25

Sumber: Hasil Analisis, 2026



Gambar 5 11 Peta Nilai Baku Tenaga Kesehatan

Sumber: Hasil Analisis, 2026

C. Rasio Panjang Jalan terhadap luas wilayah (Aksesibilitas)

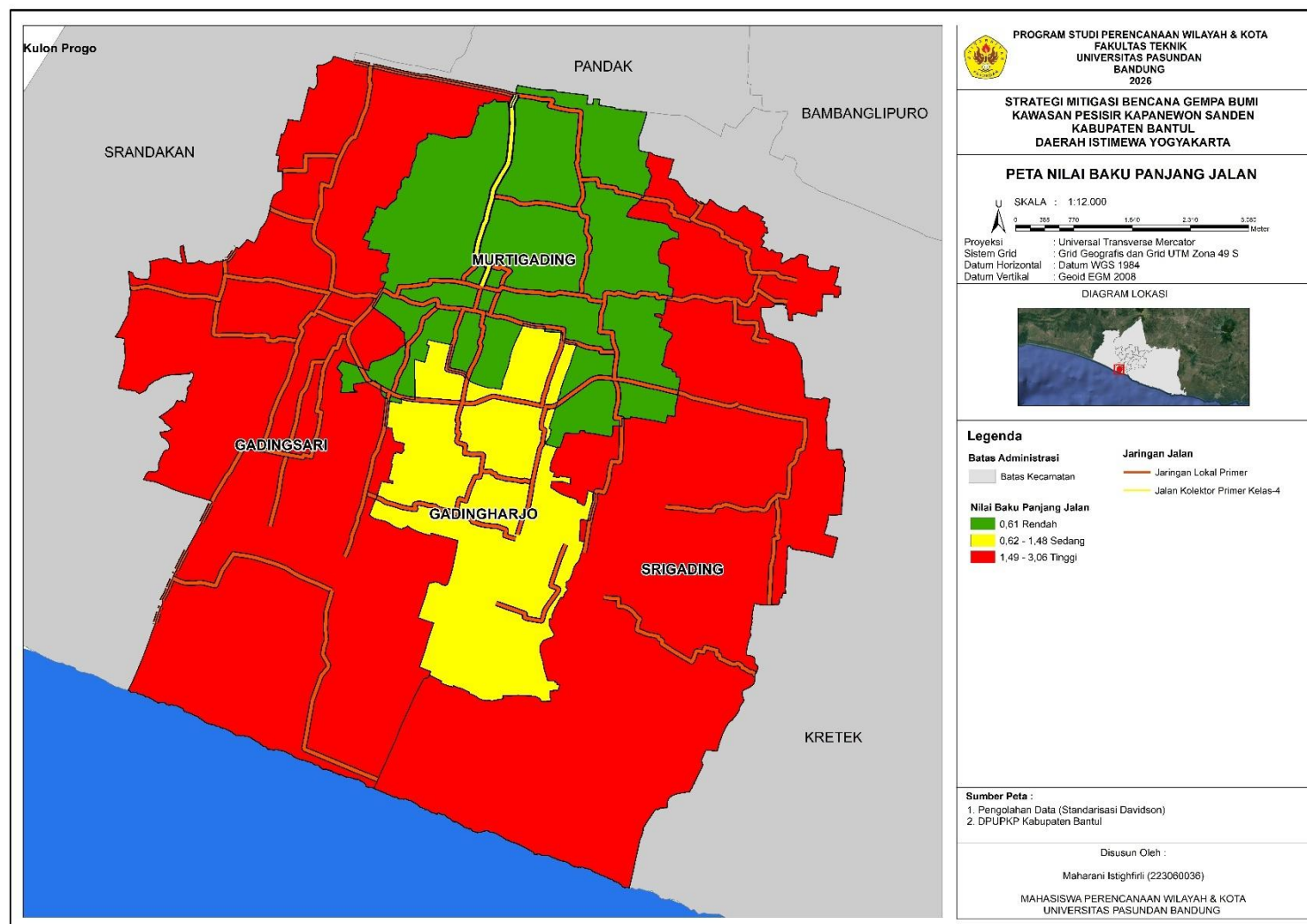
Ketersediaan jaringan jalan merupakan akses pendukung wilayah untuk aksesibilitas masyarakat. Jaringan jalan yang memadai akan mempermudah proses evakuasi, distribusi bantuan, serta mobilitas tim tanggap darurat untuk menuju wilayah terdampak. Oleh karena itu dilakukan analisis rasio panjang jalan terhadap luas wilayah menggunakan metode Standarisasi Davidson untuk mengetahui tingkat ketersediaan jaringan jalan pada masing-masing kalurahan. Hasil perhitungan nilai Davidson disajikan pada tabel 5.10.

Tabel 5 10 Nilai Davidson Rasio Panjang Jalan luas wilayah

No	Kalurahan	Nilai Davidson
1.	Gadingsari	2,83
2.	Gadingharjo	1,48
3.	Srigading	3,06
4.	Murtigading	0,61

Sumber: Hasil Analisis, 2026

Berdasarkan tabel 5.10, Kalurahan Srigading memiliki nilai baku tertinggi, yaitu sebesar 3,06. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan jaringan jalan di Kalurahan srigading relative lebih baik dibandingkan kalurahan lainnya. Sehingga potensi pendukung aksesibilitas yang lebih tinggi pada saat terjadi bencana gempa bumi. Sebaliknya, untuk kalurahan Murtigading memiliki nilai baku terendah yaitu 0,61 yang diartikan memiliki keterbatasan jaringan jalan terhadap wilayah. Kondisi ini bisa jadi akan menghambat proses evakuasi, distribusi bantuan dan mobilisasi petugas saat terjadi bencana. Sementara itu, Kalurahan Gadingsari dan Gadingharjo masing-masing memiliki nilai baku 2,83 dan 1,48 yang menunjukkan tingkat aksesibilitas sedang hingga tinggi. Dengan demikian, semakin tinggi nilai baku suatu wilayah terhadap kapasitas, maka semakin baik untuk tingkat kesiapan wilayah tersebut dalam mendukung upaya penanggulangan bencana gempa bumi.



Gambar 5 12 Peta Nilai Baku Panjang Jalan
Sumber: Hasil Analisis, 202

5.2 Proses Analytical Hierarchy Process/ AHP

Tahapan pembobotan dilakukan untuk menentukan besarnya nilai risiko bencana di wilayah penelitian yakni Kapanewon Sanden. Langkah ini sangat penting karena setiap faktor utama maupun sub-faktor memiliki tingkat pengaruh dan kontribusi yang berbeda-beda dalam memicu atau memperparah dampak bencana gempa bumi pada lokasi penelitian. Proses penentuan bobot ini dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis berikut:

1. Pengumpulan data melalui kuesioner ahli

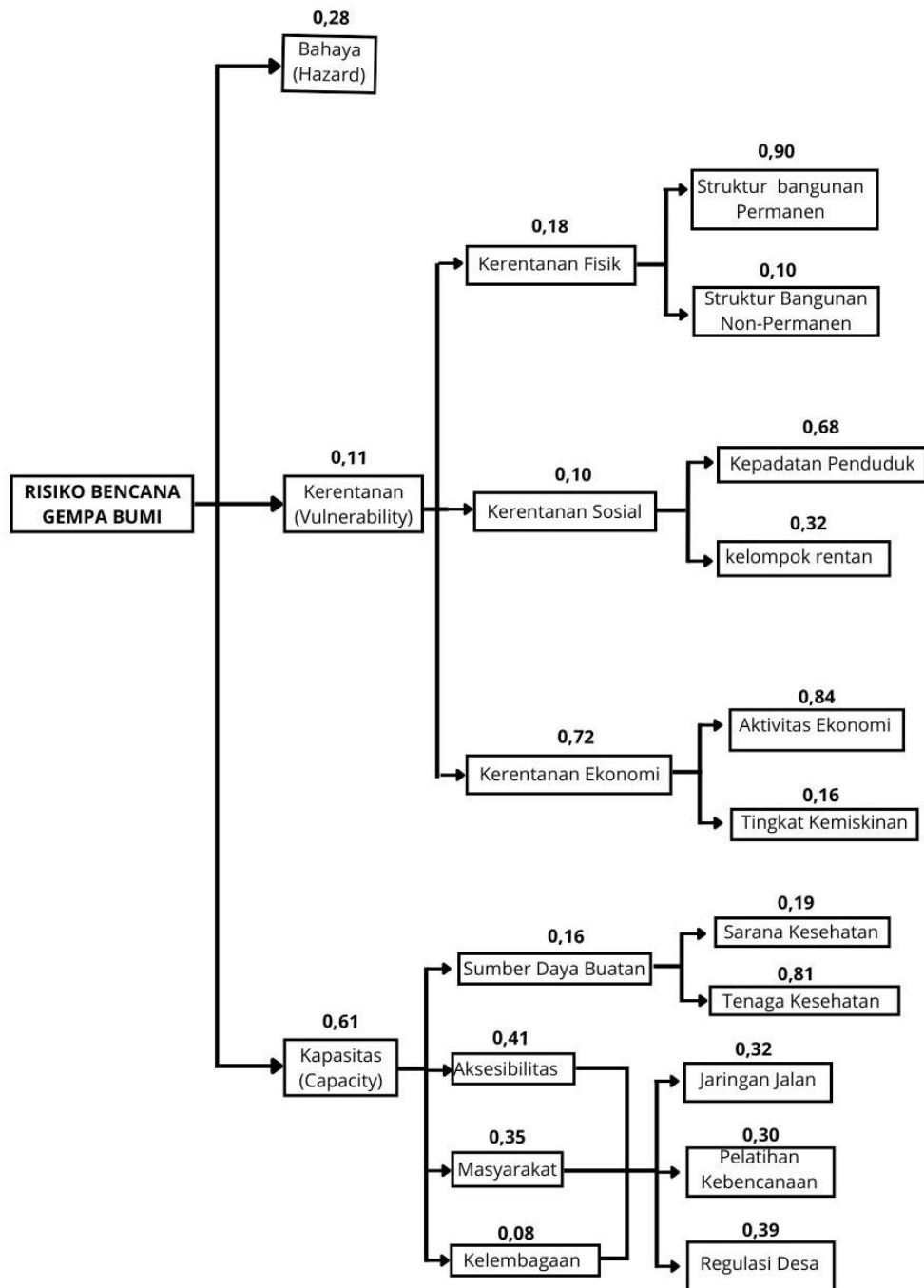
Data pembobotan awal bersumber dari pengisian kuisisioner oleh para ahli (eksper). Penilaian ini bersifat subjektif namun berbasis keahlian, dimana para pakar memberikan pandangan. Berikut bidang yang menjadi responden pada penelitian ini :

No	Instansi	Bidang
1.	Badan Penanggulangan Bencana Daerah	Bidang pencegahan, Kesiapsiagaan, dan Penanganan Pasca Bencana
2.	Stasiun Geofisika Kabupaten Sleman	Bidang Mitigasi Kebencanaan gempa bumi dan tsunami
3.	Dinas Pertanahan dan Tata Ruang	Bidang Tata Ruang

Sumber: Analisis, 2026

2. Pengolahan data dengan *Software Expert Choice*

Untuk memastikan akurasi perhitungan, proses AHP dilakukan menggunakan *Software Expert Choice*. Melalui Software ini, angka bobot final untuk setiap faktor dan sub-faktor bencana dapat dihasilkan secara presisi, yang kemudian akan digunakan sebagai dasar analisis risiko gempa bumi di Kapanewon Sanden. Berikut hasil *Expert Choice* terdapat pada gambar 5.3.



Gambar 5 13 Bobot faktor, sub faktor dan Indikator Tingkat Risiko Bencana Gempa Bumi

5.3 Analisis Risiko Bencana Gempa Bumi

5.3.1 Perhitungan Nilai faktor-faktor bencana

Tahapan perhitungan diawali dengan standarisasi data menggunakan metode Davidson agar seluruh indikator berada pada skala yang sama. Selanjutnya, setiap indikator diberikan bobot berdasarkan hasil *Analytic Hierarchy Process* (AHP) sesuai tingkat pengaruhnya terhadap risiko bencana. Nilai yang telah di standarisasi kemudian dikalikan dengan bobot masing-masing indikator untuk menghasilkan nilai akhir setiap faktor.

A. Perhitungan Faktor Kerentanan

Nilai kerentanan fisik struktur bangunan di peroleh dari penggabungan indikator bangunan permanen dan bangunan non-permanen yang telah di standarisasi menggunakan metode Davidson. Selanjutnya, nilai masing-masing indikator dikalikan dengan bobot hasil *Analytic Hierarchy Process* (AHP),

Kalurahan Gadingsari. Berdasarkan hasil perhitungan faktor kerentanan bencana memiliki nilai kerentanan sebesar -3,55 nilai tersebut menunjukan nilai kerentanan relative lebih rendah dibandingkan Kalurahan Srigading. Sehingga jika terjadi bencana gempa bumi dampak kerugian bencana tidak sekuat yang tedapat pada kalurahan Srigading. Berikut rincian perhitungan nilai faktor kerentanan bencana gempa bumi:

$$R = (\text{Bobot AHP dari indikator} \times \text{nilai baku indikator})$$

Nilai kerentanan bencana (R) diperoleh dari hasil perkalian antara bobot masing-masing indikator dengan nilai baku hasil standarisasi davidson. Kemudian seluruh hasil perkalian tersebut dijumlahkan untuk menghasilkan nilai kerentanan total pada setiap kalurahan

$$R = (0,90 \times -6,0) + (0,10 \times -1,45) + (0,68 \times 2,44) + (0,32 \times -2,20) + (0,32 \times 0,54) + (0,32 \times -1,99) + (0,16 \times 0,68)$$

$$R = -5,4 + -0,15 + 1,66 + 0,70 + 0,17 + -0,64 + 0,11$$

$$R = -3,55$$

Sementara itu, Kalurahan Gadingharjo memiliki nilai kerentanan -11,57. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa Kalurahan Gadingharjo memiliki tingkat kerentanan yang paling rendah diantara keempat kecamatan yakni Gading Sari, Murtigading dan Srigading. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa potensi terdampak bencana cenderung lebih kecil dibandingkan wilayah lainnya apabila terjadi bencana. Perhitungan dilakukan sebagai berikut:

$$R = (\text{Bobot AHP dari indikator} \times \text{nilai baku indikator})$$

Nilai kerentanan bencana (R) diperoleh dari hasil perkalian antara bobot masing-masing indikator dengan nilai baku hasil standarisasi davidson. Kemudian seluruh hasil perkalian tersebut dijumlahkan untuk menghasilkan nilai kerentanan total pada setiap kalurahan.

$$\begin{aligned} R &= (0,90 \times -10,6) + (0,10 \times -4,58) + (0,68 \times 2,66) + (0,32 \times -3,23) + \\ &\quad (0,32 \times -7,08) + (0,32 \times -2,01) + (0,16 \times 3,49) \\ R &= -9,54 + -0,46 + 1,81 + -1,03 + -2,27 + -0,64 + 0,56 \\ R &= -11,57 \end{aligned}$$

Kalurahan Srigading memiliki nilai kerentanan yang tinggi dibandingkan wilayah lainnya yaitu 15,43. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi wilayah maupun masyarakat di Kalurahan Srigading relatif lebih rentan terhadap dampak bencana dibandingkan kalurahan lainnya. Karena nilai kerentanan jika semakin tinggi artinya kerentanan semakin besar maka dapat ditimbulkan kerugian yang sangat besar apabila terjadi bencana. Rincian perhitungan nilai faktor sebagai berikut:

$$R = (\text{Bobot AHP dari indikator} \times \text{nilai baku indikator})$$

Nilai kerentanan bencana (R) diperoleh dari hasil perkalian antara bobot masing-masing indikator dengan nilai baku hasil standarisasi davidson. Kemudian seluruh hasil perkalian tersebut dijumlahkan untuk menghasilkan nilai kerentanan total pada setiap kalurahan.

$$\begin{aligned}
 R &= (0,90 \times 15,04) + (0,10 \times 2,76) + (0,68 \times 2,63) + (0,32 \times -0,44) + (0,32 \\
 &\quad + -0,09) + (0,32 \times -1,99) + (0,16 \times 1,80) \\
 R &= 13,54 + 0,28 + 1,79 + 0,14 + 0,03 + -0,64 + 0,29 \\
 R &= 15,43
 \end{aligned}$$

Untuk Kalurahan Murtigading berdasarkan hasil perhitungan faktor kerentanan bencana memiliki nilai kerentanan sebesar -7,45. Nilai tersebut menunjukkan bahwa tingkat kerentanan di Kalurahan Murtigading relative lebih rendah dibandingkan Kalurahan Srigading, namun masih lebih tinggi dibandingkan Kalurahan Gadingharjo. Dengan demikian, apabila terjadi gempa bumi, potensi dampak dan kerugian yang ditimbulkan diperkirakan berada pada tingkat sedang dibandingkan kalurahan lainnya pada wilayah kajian.

$$R = (\text{Bobot AHP dari indikator} \times \text{nilai baku indikator})$$

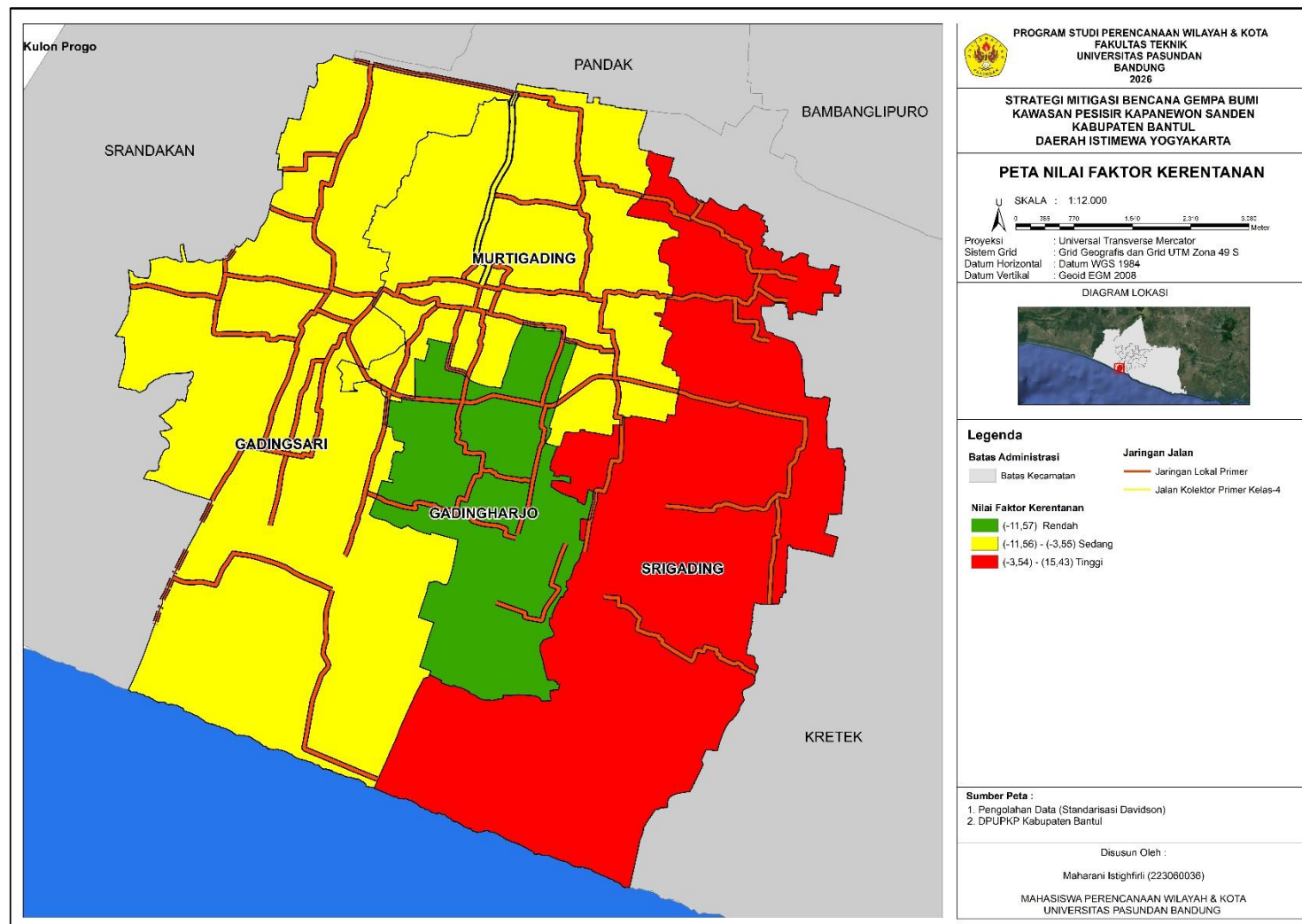
Nilai kerentanan bencana (R) diperoleh dari hasil perkalian antara bobot masing-masing indikator dengan nilai baku hasil standarisasi davidson. Kemudian seluruh hasil perkalian tersebut dijumlahkan untuk menghasilkan nilai kerentanan total pada setiap kalurahan

$$\begin{aligned}
 R &= (0,90 \times -6,37) + (0,10 \times -4,72) + (0,68 \times 0,27) + (0,32 \times -2,11) + \\
 &\quad (0,32 \times -1,36) + (0,32 \times -1,99) + (0,16 \times 2,02) \\
 R &= -5,73 + -0,47 + 0,18 + -0,68 + -0,44 + -0,64 + 0,33 \\
 R &= -7,45
 \end{aligned}$$

Tabel 5 11 Nilai Faktor Kerentanan Perkalurahan

No	Kalurahan	Nilai Faktor Kerentanan
1.	Gadingsari	-3,55
2.	Gadingharjo	-11,57
3.	Srigading	15,43
4.	Murtigading	-7,45

Sumber: Hasil Analisis, 2026



Gambar 5 14 Peta Nilai Faktor Kerentanan

Sumber: Hasil Analisis, 2026

B. Perhitungan Faktor Kapasitas

Penilaian faktor kapasitas wilayah dilakukan melalui integrasi antara nilai faktor yang telah dinormalisasi dengan bobot yang diperoleh dari hasil analisis *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Melalui Perhitungan ini, dapat diukur sejauh mana kesiapan masing-masing kalurahan dalam menghadapi potensi bencana gempa bumi, yang dilihat dari aspek ketersediaan sumberdaya buatan, hingga kesiapsiagaan masyarakat dan kelembagaan. Selanjutnya capaian nilai ini menjadi parameter untuk mengidentifikasi mitigasi bencana melalui kapasitas suatu wilayah dalam meminimalkan dampak buruk akibat bencana. Secara prinsip, besaran nilai kapasitas ini semakin tinggi nilai yang diperoleh suatu kalurahan, maka secara optimal pula kemampuan daerah tersebut dalam melakukan mitigasi, tanggap darurat dan pemulihan pascabencana.

Untuk Kalurahan Gadingsari, berdasarkan hasil perhitungan faktor kapasitas bencana memiliki nilai sebesar 2,86. Nilai tersebut menunjukkan bahwa Kalurahan Gadingsari memiliki kapasitas paling rendah dibandingkan Kalurahan lainnya pada wilayah kajian. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kemampuan wilayah untuk menghadapi, merespon, dan mengurangi dampak bencana gempa bumi tergolong perlu diperkuat sehingga potensi yang ditimbulkan dapat diminimalkan.

$$R = (\text{Bobot AHP dari indikator} \times \text{nilai baku indikator})$$

Nilai kerentanan bencana (R) diperoleh dari hasil perkalian antara bobot masing-masing indikator dengan nilai baku hasil standarisasi davidson. Kemudian seluruh hasil perkalian tersebut dijumlahkan untuk menghasilkan nilai kerentanan total pada setiap kalurahan

$$R = (0,19 \times 1,15) + (0,81 \times 2,13) + (0,32 \times 2,83)$$

$$R = 0,22 + 1,73 + 0,91$$

$$R = 2,86$$

Kalurahan Gadingharjo, berdasarkan hasil perhitungan kapasitas bencana memiliki nilai kapasitas sebesar 2,9. Nilai tersebut berada pada tingkat menengah dibandingkan dengan kalurahan lainnya sehingga dapat dikatakan kalurahan gadingharjo memiliki kemampuan yang cukup baik dalam mendukung upaya penanggulangan bencana gempa bumi.

$$R = (\text{Bobot AHP dari indikator} \times \text{nilai baku indikator})$$

Nilai kerentanan bencana (R) diperoleh dari hasil perkalian antara bobot masing-masing indikator dengan nilai baku hasil standarisasi davidson. Kemudian seluruh hasil perkalian tersebut dijumlahkan untuk menghasilkan nilai kerentanan total pada setiap kalurahan.

$$R = (0,19 \times 3,68) + (0,81 \times 2,13) + (0,32 \times 1,48)$$

$$R = 0,70 + 1,73 + 0,47$$

$$R = 2,9$$

Kalurahan Srigading memiliki nilai 2,97 nilai tersebut sedikit lebih tinggi kedua dibandingkan kalurahan Murtigading, Kondisi ini bahwa kalurahan srigading masih memiliki kemampuan yang cukup baik dalam menghadapi bencana gempa bumi.

$$R = (\text{Bobot AHP dari indikator} \times \text{nilai baku indikator})$$

Nilai kerentanan bencana (R) diperoleh dari hasil perkalian antara bobot masing-masing indikator dengan nilai baku hasil standarisasi davidson. Kemudian seluruh hasil perkalian tersebut dijumlahkan untuk menghasilkan nilai kerentanan total pada setiap kalurahan

$$R = (0,19 \times 1,36) + (0,81 \times 2,13) + (0,32 \times 3,06)$$

$$R = 0,26 + 1,73 + 0,98$$

$$R = 2,97$$

Berdasarkan perhitungan faktor nilai kapasitas bencana gempa bumi di kalurahan murtigading memiliki nilai 3,98 nilai tersebut menunjukkan bahwa kalurahan murtigading memiliki kapasitas yang paling tinggi dibandingkan

kalurahan lainnya, kondisi ini diartikan bahwa kemampuan wilayah baik dalam menghadapi dan mengurangi dampak bencana gempa bumi. Semakin tinggi nilai faktor kapasitas yang diperoleh, maka semakin baik kemampuan suatu wilayah dalam mempersiapkan, merespon dan melakukan pemulihan pasca bencana.

$$R = (\text{Bobot AHP dari indikator} \times \text{nilai baku indikator})$$

Nilai kerentanan bencana (R) diperoleh dari hasil perkalian antara bobot masing-masing indikator dengan nilai baku hasil standarisasi davidson. Kemudian seluruh hasil perkalian tersebut dijumlahkan untuk menghasilkan nilai kerentanan total pada setiap kalurahan

$$R = (0,19 \times 1,79) + (0,81 \times 4,25) + (0,32 \times 0,61)$$

$$R = 0,34 + 3,44 + 0,20$$

$$R = 3,98$$

Tabel 5 12 Nilai Faktor Kapasitas perKalurahan

No	Kalurahan	Nilai Faktor Kapasitas
1.	Gadingsari	2,86
2.	Gadingharjo	2,9
3.	Srigading	2,97
4.	Murtigading	3,98

Sumber: Hasil Analisis,2026

Selanjutnya perhitungan nilai/indeks risiko bencana dengan cara menjumlahkan seluruh hasil perhitungan sebelumnya. Sesuai dengan model perhitungan berdasarkan standarisasi Davidson yang telah dimodifikasi, yaitu:

$$\text{HDRI} = W_H H + W_V V + W_C C$$

Dimana. HDRI : Nilai Risiko Bencana (*Hazard Disaster Risk Indeks*)

$W_H H$: Nilai Faktor Bahaya (*Wight Hazard*)

$W_V V$: Nilai Faktor Kerentanan (*Wight Vulnerability*)

$W_C C$: Nilai Faktor Ketahanan (*Wight Capacity*)

Dalam perhitungan Indeks risiko bencana ini komponen faktor bahaya tidak dihitung melalui proses analisis baru, melainkan menggunakan data

sekunder yang sudah tersedia dari Inarisk yang dikelola oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana.

Pada Kalurahan Gadingsari, hasil perhitungan menunjukkan nilai HDR sebesar -0,69. Nilai ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan tingkat risiko bencana di wilayah tersebut cenderung rendah hingga sedang, karena nilai negatif mengindikasikan bahwa faktor ketahanan atau kondisi lain masih mampu menekan pengaruh faktor bahaya dan kerentanan yang ada

Sementara itu, Kalurahan Gadingharjo memiliki nilai HDR sebesar -8,67 yang menunjukkan bahwa tingkat risiko yang relative lebih rendah dibandingkan Gadingsari. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pengaruh bahaya dan kerentanan di wilayah tersebut masih dapat diimbangi oleh faktor lain sehingga risiko bencana secara keseluruhan cenderung lebih terkendali.

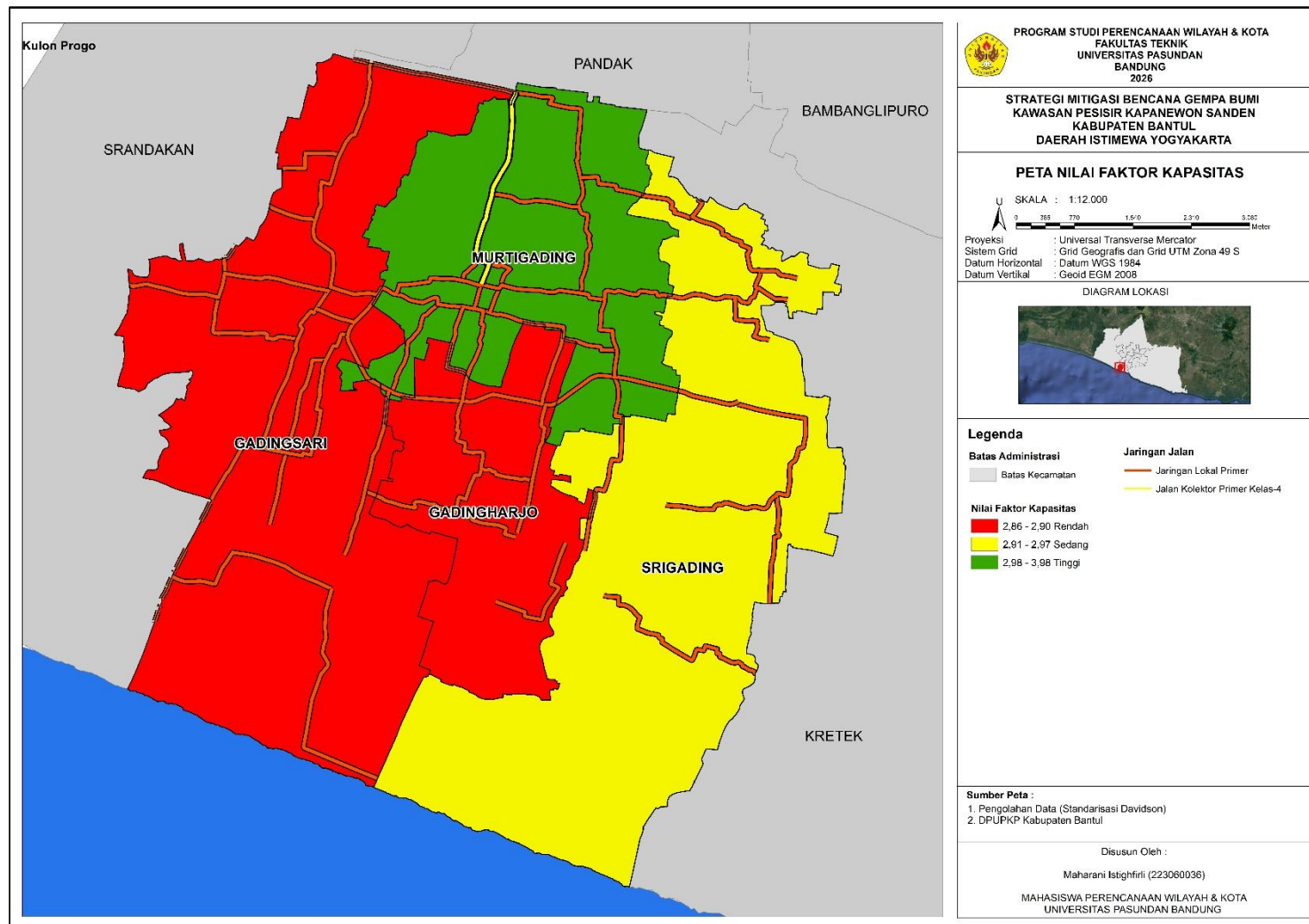
Berbeda dengan dua wilayah sebelumnya, Kalurahan Srigading memiliki nilai HDRI sebesar 18,4 nilai tersebut dikatakan nilai positif yang cukup tinggi menunjukkan bahwa nilai tersebut memiliki tingkat risiko bencana yang relative tinggi, karena pengaruh faktor bahaya dan kerentanan lebih dominan dibandingkan kapasitas atau ketahanan wilayah dalam mengurangi dampak bencana

Adapun Kalurahan Murtigading memiliki nilai HDRI sebesar -3,47 hal ini menunjukkan bahwa tingkat risiko bencana di wilayah tersebut tergolong rendah karena nilai akhir yang negatif mengindikasikan bahwa kapasitas dan kondisi eksisting wilayah masih mampu menekan potensi risiko bencana yang ada.

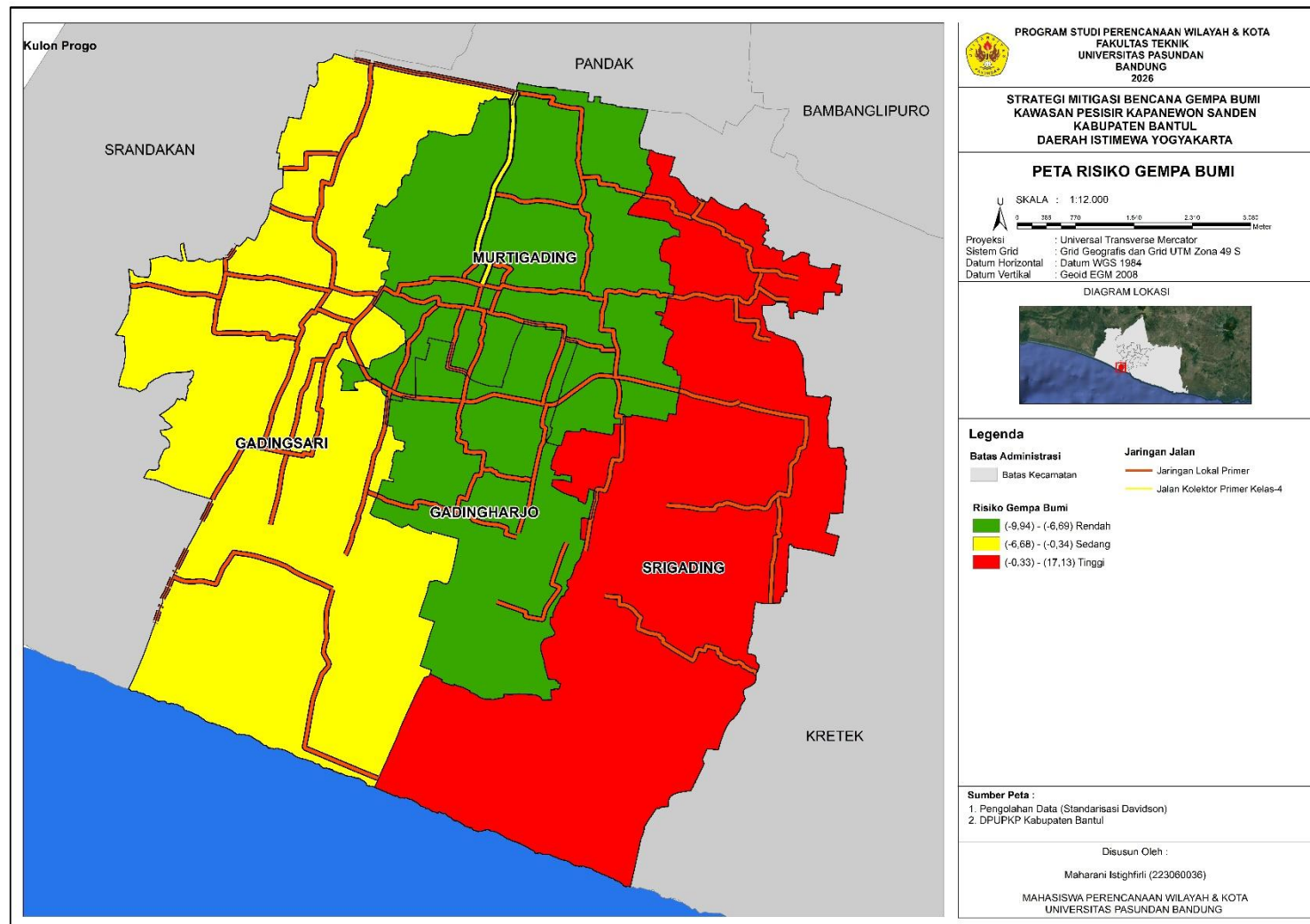
Tabel 5 13 Nilai HDRI Pada setiap Kalurahan

No	Kalurahan	Nilai HDRI
1.	Gadingsari	-0,69
2.	Gadingharjo	-8,67
3.	Srigading	18,4
4.	Murtigading	-3,47

Sumber: Hasil Analisis, 2026



Gambar 5 15 Peta Nilai Faktor Kapasitas
Sumber: Hasil Analisis, 2026



Gambar 5 16 Peta Risiko Gempa Bumi

Sumber: Hasil Analisis, 2026

BAB VI

KESIMPULAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis mengenai risiko bencana gempa bumi di Kawasan pesisir Kapanewon Sanden menggunakan metode Standarisasi Davidson dan Pembobotan *Analytic Hierarchy Process* (AHP), diperoleh kesimpulan bahwa tingkat risiko bencana gempa bumi pada masing-masing Kalurahan dipengaruhi oleh faktor bahaya, kerentanan, dan kapasitas wilayah. Faktor bahaya dalam penelitian ini menggunakan data sekunder InaRisk yang kemudian diintegrasikan dengan faktor kerentanan dan kapasitas untuk menghasilkan nilai *Hazard Disaster Risk Index* (HDRI).

Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat Kalurahan Srigading memiliki tingkat kerentanan tertinggi dibandingkan kalurahan lainnya dengan nilai kerentanan sebesar 15,43. Nilai tersebut dipengaruhi oleh tingginya nilai baku pada indikator kepadatan penduduk (2,63) dan tingkat kemiskinan (1,80), yang mengindikasikan bahwa wilayah ini memiliki kondisi masyarakat dan lingkungan yang relative lebih rentan terhadap dampak gempa bumi. Tingginya nilai kerentanan tersebut berkontribusi terhadap tingginya nilai indeks risiko bencana (HDRI) Kalurahan Srigading, yaitu sebesar 18,40, sehingga wilayah ini menjadi daerah yang tingkat risiko tertinggi diantara seluruh wilayah kajian.

Sebaliknya, untuk kalurahan Gadingharjo memiliki nilai kerentanan paling rendah, yaitu sebesar -8,67. Rendahnya tingkat kerentanan ini dipengaruhi oleh nilai baku yang tinggi pada indikator bangunan non permanen (-4,58), penduduk disabilitas (-3,23). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa potensi kerugian akibat gempa bumi relative lebih kecil dibandingkan wilayah lainnya. Meskipun nilai kapasitas kalurahan Gadingharjo berada pada tingkat sedang 1,63 rendahnya tingkat kerentanan mampu menekan nilai risiko sehingga menghasilkan HDRI -9,94, yang merupakan tingkat risiko terendah di wilayah penelitian

Kalurahan Gadingsari memiliki nilai kerentanan sebesar -3,55 yang menunjukkan bahwa kerentanannya relative rendah. Selain itu, kalurahan Gadingsari juga memiliki kapasitas tertinggi dibandingkan kalurahan lain, yaitu sebesar 3,21. Tingginya kapasitas tersebut dipengaruhi oleh rasio panjang jalan terhadap luas wilayah (2,83). Meskipun demikian, nilai HDRI yang diperoleh sebesar -0,69 menunjukkan bahwa pengaruh faktor bahaya dan kerentanan masih cukup berperan sehingga risiko bencana di wilayah ini masih menjadi terendah.

Sementara itu, Kalurahan Murtigading memiliki nilai kerentanan sebesar -3,47 dan kapasitas sebesar 0,76. Nilai kerentanan yang relative rendah dipengaruhi oleh rendahnya nilai baku pada indikator bangunan non permanen (-4,72), bangunan permanen (-6,37) dan penduduk disabilitas (-2,11). Namun redahnya kapasitas wilayah, yang ditunjukan oleh nilai baku tenaga Kesehatan dan panjang jalan terhadap luas wilayah yang juga rendah, menyebabkan kemampuan wilayah dalam menghadapi bencana masih terbatas. Meskipun demikian, tingkat risiko bencana di kalurahan murtigading masih tergolong rendah dengan nilai HDRI sebesar -6,69.

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa isu kerawanan gempa bumi di wilayah pesisir Kabupaten Bantul sebagaimana diuraikan pada latar belakang penelitian masih sangat relevan dengan kondisi eksisting di Kapanewon Sanden. Temuan ini sekaligus menguatkan dampak gempa bumi tidak hanya ditentukan oleh keberadaan sumber bahaya, tetapi juga kemampuan wilayah dalam melakukan penanggulangan bencana. Mengingat berdasarkan hasil wawancara hanya kalurahan Murtigading yang telah memiliki status Kalurahan Tangguh Bencana, sedangkan informasi mengenai implementasi program Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB) maupun program tangguh bencana pada kalurahan lainnya masih terbatas.

6.2 Arahan Mitigasi Bencana Gempa Bumi

Berdasarkan hasil analisis Kerentanan dan kapasitas terlihat bahwa setiap Kalurahan di Kapanewon Sanden memiliki karakteristik risiko yang berbeda. Kalurahan Srigading menunjukkan tingkat risiko paling tinggi, sedangkan Kalurahan Gadingharjo dan Murtigading cenderung memiliki risiko lebih rendah dan Kalurahan gadingsari berada pada kondisi menengah. Perbedaan ini bisa saja dipengaruhi oleh kondisi fisik wilayah, tetapi juga oleh faktor non structural seperti kesiapsiagaan masyarakat, kelembagaan kebencanaan serta regulasi desa yang berlaku. Oleh karena itu, strategi mitigasi bencana dalam penelitian ini disesuaikan dengan hasil analisis sebelumnya yaitu :

1. Kalurahan Srigading memiliki nilai risiko tertinggi (HDRI = 18,40) sehingga menjadikan wilayah prioritas utama dalam upaya mitigasi bencana gempa bumi. Tingginya risiko dipengaruhi oleh tingginya kerentanan fisik, dimana nilai bangunan non permanen sebesar 2,76 selain itu, wilayah ini juga memiliki nilai penduduk miskin sebesar 1.80 yang menunjukkan masih adanya kelompok masyarakat yang berpotensi mengalami kesulitan dalam proses pemulihan pascabencana.
2. Kalurahan Gadingsari memiliki nilai HDRI sebesar -0,69 yang menunjukkan tingkat risiko bencana tinggi kedua setelah kalurahan srigading hingga sedang. Meskipun demikian, wilayah ini memiliki kapasitas sarana Kesehatan terendah 1,15 dibandingkan kalurahan lainnya. Kondisi tersebut dapat menjadi hambatan dalam penanganan korban apabila terjadi gempa bumi..
3. Kalurahan murtigading memiliki nilai HDRI sebesar -3,47 yang menunjukkan tingkat risiko bencana relative rendah/sedang. Namun, wilayah ini memiliki keterbatasan jaringan jalan dengan nilai kapasitas terendah yaitu 0,61. Kondisi ini dapat menghambat proses evakuasi maupun distribusi bantuan Ketika terjadi bencana.
4. Kalurahan Gadingharjo memiliki nilai risiko terendah yakni -8,67 rendahnya risiko tersebut didukung oleh kapasitas Kesehatan 3,68 dan tingkat kepadatan penduduk yang relative rendah. Namun demikian,

Gadingharjo memiliki nilai penduduk miskin tertinggi 3,49, yang menunjukkan adanya kerentanan ekonomi yang cukup besar.

Tabel 5 14 Arahan Mitigasi Gempa Bumi Daerah Pesisir Kapanewon Sanden

No	Kalurahan	Masalah prioritas	Mitigasi	
			Struktural	Non-Struktural
1.	Srigading	a) Memiliki nilai risiko tertinggi (HDRI = 18,40) b) Bangunan non-permanen 2,76 c) Kepadatan penduduk 2,63 d) Kemiskinan 1,80 e) Penduduk Disabilitas -0,44 f) Belum termasuk kedalam Kalurahan tangguh bencana sesuai dengan Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB) dan Kalurahan Tangguh Bencana (Kaltana) Kabupaten Bantul Tahun 2019-2023	Peningkatan kualitas bangunan tahan gempa pada rumah tinggal maupun fasilitas umum sedangkan bangunan eksisting yang berada dalam radius 10 km dari proyeksi permukaan sesar aktif dan termasuk dalam kriteria situs dekat sesar berdasarkan SNI 1726:2019 perlu dilakukan evaluasi terhadap kinerja struktur. Bangunan yang berdasarkan hasil evaluasi tidak memenuhi persyaratan ketahanan gempa selanjutnya diprioritaskan untuk dilakukan perkuatan atau rehabilitasi di prioritaskan pada titik-titik wilayah tinggi gempa bumi.	memperkuat kelembagaan penanggulangan bencana melalui pengembangan Kalurahan Tangguh Bencana (Kaltana), penerapan Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB), dalam pelaksanaan sosialisasi, pelatihan, simulasi evakuasi, serta koordinasi penanggulangan bencana di tingkat kalurahan.
			Meningkatkan kesiapsiagaan sarana kesehatan melalui penyediaan posko kesehatan/shelter sementara untuk penanganan dan identifikasi awal korban, serta sistem rujukan ke fasilitas kesehatan terdekat bagi korban yang memerlukan	memprioritaskan masyarakat berpenghasilan rendah dalam penyediaan akses terhadap hunian yang aman, fasilitas evakuasi, dan layanan kebencanaan untuk mengurangi kerentanan sosial-ekonomi terhadap gempa bumi

No	Kalurahan	Masalah prioritas	Mitigasi	
			Struktural	Non-Struktural
			penanganan lebih lanjut.	
				Mengendalikan kepadatan permukiman melalui pembatasan KDB dengan luas bidang tanah minimum 60 m ² , serta mempertahankan ruang terbuka hijau seluas 16,65% sesuai dengan RDTR Wilayah perencanaan pantai selatan tahun 2024-2044.
2.	Gadingsari	a) Memiliki tingkat risiko tertinggi kedua setelah Kalurahan Srigading hal ini dikarenakan HDRI -0,69 b) Kepadatan bangunan non permanen -1,45 c) Kapasitas sarana Kesehatan yang terendah dibandingkan kalurahan lainnya d) Belum termasuk kedalam Kalurahan tangguh bencana sesuai dengan Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB) dan Kalurahan Tangguh Bencana (Kaltana) Kabupaten Bantul Tahun 2019-2023	Peningkatan kualitas bangunan tahan gempa pada rumah tinggal maupun fasilitas umum sedangkan bangunan eksisting yang berada dalam radius 10 km dari proyeksi permukaan sesar aktif dan termasuk dalam kriteria situs dekat sesar berdasarkan SNI 1726:2019 perlu dilakukan evaluasi terhadap kinerja struktur. Bangunan yang berdasarkan hasil evaluasi tidak memenuhi persyaratan ketahanan gempa selanjutnya diprioritaskan untuk dilakukan perkuatan atau rehabilitasi di prioritaskan pada titik-titik wilayah tinggi gempa bumi.	Mengendalikan kepadatan permukiman melalui pembatasan KDB dengan luas bidang tanah minimum 60 m ² , serta mempertahankan ruang terbuka hijau seluas 16,65% sesuai dengan RDTR Wilayah perencanaan pantai selatan tahun 2024-2044.
			Meningkatkan kesiapsiagaan sarana	memperkuat kelembagaan

No	Kalurahan	Masalah prioritas	Mitigasi	
			Struktural	Non-Struktural
			kesehatan melalui penyediaan posko kesehatan/shelter sementara untuk penanganan dan identifikasi awal korban, serta sistem rujukan ke fasilitas kesehatan terdekat bagi korban yang memerlukan penanganan lebih lanjut.	penanggulangan bencana melalui pengembangan Kalurahan Tangguh Bencana (Kaltana), penerapan Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB), dalam pelaksanaan sosialisasi, pelatihan, simulasi evakuasi, serta koordinasi penanggulangan bencana di tingkat kalurahan.
3.	Murtigading	a) Memiliki tingkat risiko sedang/menengah HDRI -3,47 b) Kapasitas jalan c) Tenaga Kesehatan	Peningkatan kualitas bangunan tahan gempa pada rumah tinggal maupun fasilitas umum sedangkan bangunan eksisting yang berada dalam radius 10 km dari proyeksi permukaan sesar aktif dan termasuk dalam kriteria situs dekat sesar berdasarkan SNI 1726:2019 perlu dilakukan evaluasi terhadap kinerja struktur. Bangunan yang berdasarkan hasil evaluasi tidak memenuhi persyaratan ketahanan gempa selanjutnya diprioritaskan untuk dilakukan perkuatan atau rehabilitasi di prioritaskan pada titik-titik wilayah tinggi gempa bumi.	Mengendalikan kepadatan permukiman melalui pembatasan KDB dengan luas bidang tanah minimum 72 m ² , serta mempertahankan ruang terbuka hijau seluas 16,65% sesuai dengan RDTR Wilayah perencanaan pantai selatan tahun 2024-2044.
			Peningkatan aksesibilitas untuk mendukung proses	

No	Kalurahan	Masalah prioritas	Mitigasi	
			Struktural	Non-Struktural
			evakuasi dan penyaluran bantuan saat bencana terjadi	
			meningkatkan ketersediaan dan kapasitas tenaga kesehatan melalui penambahan/penguatan tenaga, pelatihan penanganan korban bencana, serta peningkatan kesiapsiagaan pelayanan kesehatan dalam kondisi darurat.	
4.	Gadingharjo	a) Memiliki tingkat risiko terendah yaitu HDRI - 8,67. b) Kepadatan penduduk 2,66 c) Kemiskinan 3,49 d) Belum termasuk kedalam Kalurahan tangguh bencana sesuai dengan Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB) dan Kalurahan Tangguh Bencana (Kaltana) Kabupaten Bantul Tahun 2019-2023	Peningkatan kualitas bangunan tahan gempa pada rumah tinggal maupun fasilitas umum sedangkan bangunan eksisting yang berada dalam radius 10 km dari proyeksi permukaan sesar aktif dan termasuk dalam kriteria situs dekat sesar berdasarkan SNI 1726:2019 perlu dilakukan evaluasi terhadap kinerja struktur. Bangunan yang berdasarkan hasil evaluasi tidak memenuhi persyaratan ketahanan gempa selanjutnya diprioritaskan untuk dilakukan perkuatan atau rehabilitasi di prioritaskan pada titik-titik wilayah tinggi gempa bumi.	Mengendalikan kepadatan permukiman melalui pembatasan KDB dengan luas bidang tanah minimum 90 m ² , serta mempertahankan ruang terbuka hijau seluas 16,65% sesuai dengan RDTR Wilayah perencanaan pantai selatan tahun 2024-2044.
				memperkuat kelembagaan penanggulangan

No	Kalurahan	Masalah prioritas	Mitigasi	
			Struktural	Non-Struktural
				bencana melalui pengembangan Kalurahan Tangguh Bencana (Kaltana), penerapan Satuan Pendidikan Aman Bencana (SPAB), dalam pelaksanaan sosialisasi, pelatihan, simulasi evakuasi, serta koordinasi penanggulangan bencana di tingkat kalurahan.
				Peningkatan ketahanan ekonomi masyarakat melalui penyusunan program bantuan pascabencana bagi kelompok rentan

Sumber: Hasil Analisis, 2026



DAFTAR PUSTAKA

- Agung Dyah L D, M. N. R. A. V. N. (2022). Strategi Mitigasi Bencana Berdasarkan Pemetaan Tingkat Kerentanan Sosial Ekonomi Masyarakat Terdampak Banjir Bandang di Desa Rogo. *Jurnal Of Urban Regional Planning Of Tadulako*, 1, 1–11.
- Alizadeh, M., Zabihi, H., Rezaie, F., Asadzadeh, A., Wolf, I. D., Langat, P. K., Khosravi, I., Pour, A. B., Nataj, M. M., & Pradhan, B. (2021). Earthquake vulnerability assessment for urban areas using an ann and hybrid swot-qspm model. *Remote Sensing*, 13(22). <https://doi.org/10.3390/rs13224519>
- Ananto, A. D., Widodo, E., Universitas, D., & Indonessia, I. (2016). *ANALISIS RESIKO GEMPA BUMI DI KABUPATEN BANTUL*. 12. <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>.
- Badan Koordinasi Nasional Penanganan Bencana. (2007). *Pengenalan karakteristik bencana dan upaya mitigasinya di Indonesia*. Pelaksana Harian, Badan Koordinasi Nasional Penanggulangan Bencana.
- Buchari, Rd. A. (2021). DISASTER MITIGATION BASED ON COMMUNITY INSTITUTIONS IN DISASTER-PRONE AREAS IN GARUT DISTRICT INDONESIA. *Sosiohumaniora*, 23(1), 107. <https://doi.org/10.24198/sosiohumaniora.v23i1.30968>
- Cruz, A., Chieffo, N., Karimzadeh, S., Ortiz, A., Sandoval, E., & Lourenço, P. B. (2025). Earthquake vulnerability assessment of non-engineered URM residential buildings. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 122. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2025.105476>
- Devi L, & Vellyza C. (2024). HUBUNGAN PENGETAHUAN DAN SIKAP DENGAN KESIAPSIAGAAN PETUGAS KESEHATAN DALAM MENGHADAPI BENCANA GEMPA BUMI DI PUSKESMAS SUKAMERINDU KOTA BENGKULU. *Jurnal Kesehatan Saintika Meditory*, 7(1), 1–11.

- Fajri Nugroho Putra, M., Haerudin, N., Sulaeman, C., Sumantri Brojonegoro No, J., Lampung, B., & Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi Jurusan Teknik Geofisika, P. (n.d.). PADA SESAR OPAK, KABUPATEN BANTUL DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA. *IJCCS*, *x*, No.x, 1–5.
- Farah. (n.d.). *Pengaruh Kerentanan Sosial Terhadap Ketangguhan Masyarakat dalam Menghadapi Bencana Erupsi Gunung Merapi di Kabupaten Sleman*.
- Firmansyah, O. , E. T. (2009). IDENTIFIKASI TINGKAT RISIKO BENCANA GEMPA BUMI SERTA ARAHAN TINDAKAN MITIGASI BENCANA DI WILAYAH PESISIR KABUPATEN SUKABUMI. *Jurusan Teknik Planologi Fakultas Teknik - Universitas Pasundan Bandung*, *11*, 1–12.
- Gerry Andrika Rismana, Deri S Rohman, Andi Idham Asman, Despry Nur Annisa Ahmad, Mohd. Abi Rafdi, Norma Andina Gumanti, Aria Mariany, Dyah Bayu Framesthi, Irland Fardani, Amesta Kartika Ramadhani, & Bayu Novianto. (2026). Mitigasi Bencana Berbasis Wilayah dan Keruangan. *Book*, *1*, 1–36.
- Gunawan, R., Brantas Suharyo G, Imer HPS, Ima Damayanti, Hotma RS, Purnomo Yusgiantoro, & I Wayan Medio. (2025). Manajemen Risiko Bencana Gempa Bumi Berbasis Analytical Hierarchy Process Di Wilayah Rawan Gempa Bumi: Studi Kasus Provinsi Banten. *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)*, *9*(2), 330–341. <https://doi.org/10.22236/jgel.v9i2.18576>
- Hallegatte, S., Vogt-Schilb, A., Rozenberg, J., Bangalore, M., & Beaudet, C. (2020). From Poverty to Disaster and Back: a Review of the Literature. *Economics of Disasters and Climate Change*, *4*(1), 223–247. <https://doi.org/10.1007/s41885-020-00060-5>
- Hapsoro, A. W., & Buchori, I. (2015). Kajian Kerentanan Sosial dan Ekonomi.... In *Teknik PWK* (Vol. 4).
- Hayati, A., Bararatin, K., Rizqiyah, F., Defiana, I., & Erwindi, C. (2021). Mitigasi Bencana bagi Masyarakat Penyandang Disabilitas. *SEWAGATI*, *5*(3), 286–294. <https://doi.org/10.12962/j26139960.v5i3.62>

Iba, Z., & Wardhana, A. (n.d.). *METODE PENELITIAN PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA*.

Indra Purwanto, N., J P lu an, I. R., & Takumansang, E. D. (n.d.-a). *PERENCANAAN WILAYAH PESISIR BERBASIS MITIGASI BENCANA DI KECAMATAN SANANA KABUPATEN KEPULAUAN SULA PROVINSI MALUKU UTARA*.

Indra Purwanto, N., J P lu an, I. R., & Takumansang, E. D. (n.d.-b). *PERENCANAAN WILAYAH PESISIR BERBASIS MITIGASI BENCANA DI KECAMATAN SANANA KABUPATEN KEPULAUAN SULA PROVINSI MALUKU UTARA*.

Iqbal luthfi nur rais, lili somantri. (2021). ANALISIS BENCANA GEMPA BUMI DAN MITIGASI BENCANA DI DAERAH KERTASARI. *Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi P-ISSN: 2716-2737; E-ISSN: 2716-2001* *Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi P-ISSN: 2716-2737; E-ISSN: 2716-2001*, 4, 1–6.

Jena, R., Pradhan, B., Beydoun, G., Nizamuddin, Ardiansyah, Sofyan, H., & Affan, M. (2020). Integrated model for earthquake risk assessment using neural network and analytic hierarchy process: Aceh province, Indonesia. *Geoscience Frontiers*, 11(2), 613–634. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2019.07.006>

Mera Delima, A. Y. M. P. (n.d.). *Hospital Disaster Plan Dalam Perencanaan Kesiapsiagaan Bencana*.

Moh Nur Sholeh. (2023). *Struktur Bangunan Tahan Gempa Memahami Bencana Alam dan Rekayasa Bangunan lebih Aman di Indonesia Lebih Aman*.

’Muhammad Heri Zulfiar, A. J. N. R. J. S. (n.d.). Kerentanan Bangunan Rumah Cagar Budaya Terhadap Gempa di Yogyakarta. *Jurnal Karkasa*, 4, 1–7.

Nepožitková, P. (2026). Taiwanese settlements vulnerability and risk of earthquakes – Case study of indigenous areas. *Progress in Disaster Science*, 29. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2026.100524>

Nugraha, A. L., Awaluddin, M., Sukmono, A., & Wakhidatus, N. (2022). *Pemetaan dan Penilaian Kerentanan Bencana Alam di Kabupaten Jepara Berbasis Sistem*

Informasi Geografis Mapping and Assessment of Natural Disaster Vulnerabilty in Jepara Regency based on Geographics Information System. 17(2), 185–200.

Nur, D., Ahmad, A., Mardiatno, D., & Hizbaron, D. R. (2021). KULON PROGO DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA. *Journal of Civil Engineering and Planning*, 2(1), 1–19.

Nurul Melani Haifa, Indah Nabilla, Virda Rahmatika, Rully Hidayatullah, & Harmonedi Harmonedi. (2025). Identifikasi Variabel Penelitian, Jenis Sumber Data dalam Penelitian Pendidikan. *Dinamika Pembelajaran : Jurnal Pendidikan Dan Bahasa*, 2(2), 256–270. <https://doi.org/10.62383/dilan.v2i2.1563>

Petrus Subardjo dan Raden Ario. (2015). Uji Kerawanan Terhadap Tsunami Dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) Di Pesisir Kecamatan Kretek, Kabupaten Bantul, Yogyakarta. *Jurnal Kelautan Tropis*, Vol 18(2), 1–16.

Prasetio, A., Makmun, M., & Dwi, M. N. (2023). Analisis Gempa Bumi Di Indonesia Dengan Metode Clustering. *Bulletin of Information Technology (BIT)*, 4(2), 338–343. <https://doi.org/10.47065/bit.v3i1>

Rahman, R. A. (n.d.). *IDENTIFIKASI TINGKAT RESIKO BENCANA LETUSAN GUNUNGAPI SERTA ARAHAN MITIGASI BENCANA DI WILAYAH KOTA TERNATE TUGAS AKHIR.*

Ramadhan, M. R. N., Heriyanto, H., Fredy, A., & Sulistiawati, S. (2024). ANALISIS KERENTANAN LINGKUNGAN MENGGUNAKAN OVERLAY DAN SKORING DAERAH TANI BHAKTI, KECAMATAN LOA JANAN, KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA. *JURNAL TEKNIK GEOLOGI: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi*, 7(1), 12. <https://doi.org/10.30872/jtgeo.v7i1.18218>

Sri wahyuningsi, A. B. R. awalia, R. M. (2024). Arahan Mitigasi Terhadap penurunan tingkat risiko bencana gempabumi pada Permukiman di Sekitar Jalur Sesar Palu-Koro. *Journal Of Urban And Regional Planning Of Tadulako*, 3, 1–4.

- Subandono Diposaptono. (2003). *Mitigasi Bencana Alam di Wilayah Pesisir dalam Kerangka Pengelolaan Wilayah Pesisir terpadu di Indonesia*. 8, 1–8.
- Sulaeman Cecep, Dewi Cendekia Lestari, & Triyoso Wahyu. (2008). Karakteristik sumber gempa Yogyakarta 2006 berdasarkan data GPS. *Jurnal Geologi Indonesia*, 3(1), 1–8.
- Thorlund, H. (2009). *Making Disaster Risk Reduction Gender-Sensitive Policy and Practical Guidelines Making Disaster Risk Reduction Gender-Sensitive: Policy and Practical Guidelines ii Making Disaster Risk Reduction Gender-Sensitive Policy and Practical Guidelines*.
- Tim Pusat Studi Gempa Nasional. (2017). *Peta sumber dan bahaya gempa Indonesia tahun 2017*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Ulinnuha, H., Lestari, D., Widjajanti, N., Pratama, C., Sophia Heliani, L., & Tresna Novianti, S. (2022). *Estimasi Potensi Gempa Tektonik di Wilayah Sesar Opak Berdasarkan Data Pengamatan GPS Estimation of Potential Tectonic Earthquake in the Opak Fault Area Based on GPS Observation Data*. 18(1).
- Umar, T. F. N. N. B. W. (2021). Analisis Indeks Bahaya Gempa Bumi Berdasarkan PGA Permukaan di Kecamatan Sanden Kabupaten Bantul D.I. Yogyakarta. *Sunan Kalijaga Journal of Physics*, 30, 70–78.
- Wahyoe Soepri Hantoro. (2020). Kerentanan-Ketahanan Kawasan Landai Pesisir dan Pulau Kecil. *Book*, 1–164.
- Widodo, P., & Juni Risma Saragih, H. (2024). Rehabilitation and Reconstruction Post-Earthquake, Tsunami and Liquefaction Disaster in Central Sulawesi Province. In *International Journal Of Humanities Education And Social Sciences (IJHESS) E-ISSN* (Vol. 4, Number 1). <https://ijhess.com/index.php/ijhess/>
- Wood, N., Pennaz, A., & Jones, J. (2026). Earthquake-hazard exposure of residents with potential access and functional needs in the United States. *International*



LAMPIRAN

A. KUISIONER

KUISIONER ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

Kuesioner ini bertujuan untuk menentukan tingkat kepentingan relatif antar faktor dan variabel dalam analisis risiko gempa bumi menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang akan digunakan sebagai bahan penelitian tugas akhir dengan judul “Strategi Mitigasi Bencana Gempa Bumi di kapanewon Sanden, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta”. Responden diminta untuk membandingkan dua elemen secara berpasangan dan memilih mana yang lebih penting serta memberikan nilai sesuai tingkat kepentingannya. Tidak ada jawaban benar atau salah dalam kuesioner ini, sehingga diharapkan responden memberikan jawaban sesuai dengan pengetahuan dan pertimbangan masing-masing. Atas bantuan, ketersediaan waktu dan Kerjasama Bapak/Ibu saya ucapkan terima kasih.

IDENTITAS RESPONDEN

Nama :
Instansi/Alamat :
Bidang/Jabatan :

PETUNJUK KUISIONER

Pada kuisisioner ini, Bapak/Ibu diminta untuk menentukan tingkat pengaruh faktor yang mempengaruhi. Penilaian menggunakan skala perbandingan 1 sampai 9, dimana nilai 1 menunjukkan kedua elemen sama penting, sedangkan nilai 9 menunjukkan salah satu elemen mutlak lebih penting dibandingkan yang lain. Jawaban pertanyaan dengan memilih nilai perbandingan yang menurut bapak/ibu paling tepat. Berikut untuk penjelasannya :

Nilai	Keterangan
1	Kedua Elemen sama pentingnya
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada elemen lainnya
7	Satu elemen lebih mutlak penting dari elemen lainnya
9	Satu Elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang dekat

KUISIONER

Keterangan : Lingkari kriteria nilai sesuai dengan persepsi Bapak/Ibu mengenai tingkat kepentingan antar aspek berikut :

Contoh :

Variabel A	Kriteria Nilai									Variabel B
Bahaya	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kapasitas

PERTANYAAN 1 : TINGKAT PERBANDINGAN ANTAR FAKTOR

Variabel A	Kriteria Nilai									Variabel B
Bahaya	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kerentanan
Bahaya	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kapasitas
Kerentanan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kapasitas

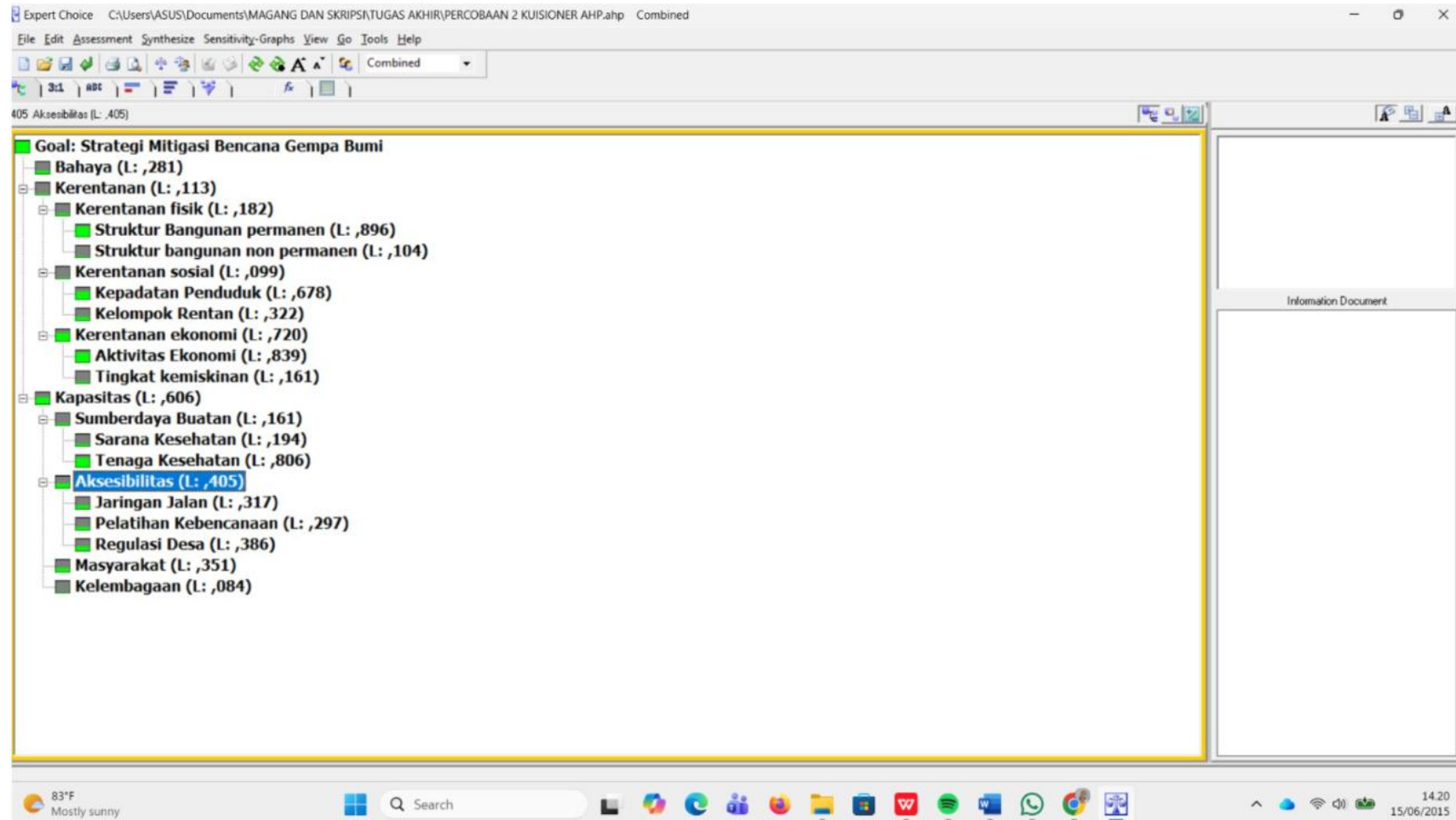
PERTANYAAN 2 : TINGKAT PERBANDINGAN ANTAR VARIABEL

Variabel A	Kriteria Nilai									Variabel B
Kerentanan Fisik	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kerentanan Sosial
Kerentanan Fisik	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kerentanan Ekonomi
Kerentanan Sosial	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kerentanan Ekonomi
Sumber Daya Buatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Aksesibilitas
Sumber Daya Buatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Masyarakat
Sumber Daya Buatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kelembagaan
Aksesibilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Masyarakat
Aksesibilitas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kelembagaan
Masyarakat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kelembagaan

PERTANYAAN 3 : TINGKAT PERBANDINGAN ANTAR SUB-VARIABEL

Variabel A	Kriteria Nilai									Variabel B
Struktur Bangunan Permanen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Struktur Bangunan non Permanen
Kepadatan Penduduk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kelompok Rentan
Aktivitas Ekonomi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Tingkat Kemiskinan
Sarana Kesehatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Jumlah Tenaga Kesehatan
Pelatihan Kebencanaan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Regulasi Desa Tangguh Bencana

B. PROSES ANALITYCAL HIERARCHY PROCESS



C. SURAT BALASAN BMKG KELAS 1 SLEMAN



BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA
STASIUN GEOFISIKA KELAS I SLEMAN
Jalan Wates Km. 8 Jitengan, Balecatur, Gamping, Sleman, D.I. Yogyakarta 55295
Telp/Fax : (0274) 6498382 Email: stageof.yogya@bmkg.go.id

Nomor : e.B/GF.01.01/025/KYGI/IV/2026 Sleman, 21 April 2026
Sifat : Biasa
Lampiran : 1 (satu) lembar
Hal : Peta PGA Wilayah Sanden

Yth. Maharani Istighfirli
Universitas Pasundan
Di
Tempat

Menindaklanjuti Surat permohonan Peta PGA pada tanggal 14 April 2026, bersama ini kami sampaikan peta PGA wilayah Sanden dan sekitarnya, berdasarkan data dari Stasiun Geofisika Sleman.

Demikian surat ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana perlunya.

Kepala,



Ardhianto Septiadhi

Tembusan
1. Kepala Balai Besar MKG Tangerang Selatan,
2. Arsip.

Dokumen ini telah diandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh Balai Besar Sertifikasi Elektronik (BSrE), Badan Siber dan Sandi Negara (BSSN).

E. SURAT BALASAN DINAS PERTANAHAN DAN TATA RUANG



PEMERINTAH KABUPATEN BANTUL
DINAS PERTANAHAN DAN TATA RUANG
(KUNDHA NITI MANDALA SARTA TATA SASANA)

Alamat: Komplek II Perkantoran Pemkab Bantul, Jl. Lingkar Timur, Manding, Bantul

Telepon: (0274) 225 8087, Kode Pos: 55714

E-mail: dptr@bantulkab.go.id Website: <http://www.dptr.bantulkab.go.id>

Bantul, 20 April 2026

Nomor : B/400.14.5.4/00445/DISPERTARU/2026
Sifat : Biasa
Lampiran : -
Hal : Balasan Surat Izin Suvey

Yth. Pimpinan Fakultas Teknik Universitas
Pasundan
di –
Bandung

Menindaklanjuti Surat dari Universitas Pasundan Nomor :
039/Unpas-FT.PWK/K.3/IV/2026 tertanggal 16 April 2026 tentang
Permohonan izin Penelitian, maka bersama ini diberitahukan bahwa
mahasiswa sebagai berikut:

NAMA : Maharani Istighfiri
NRP : 223060036
PRODI : Perencanaan Wilayah dan Kota

Dapat diterima dan diikuti sebagai Mahasiswa yang melakukan
survey / penelitian di Dinas Pertanahan dan Tata Ruang Kabupaten
Bantul. Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terimakasih.

Dinas Pertanahan dan Tata Ruang Kabupaten Bantul berkomitmen tidak menerima suap
dan atau gratifikasi dalam bentuk apapun, serta menjunjung tinggi integritas pelayanan. Jika
terdapat bukti penyimpangan dan/atau pelanggaran kode etik oleh pegawai kami, silahkan
laporkan melalui wbs.bantulkab.go.id (Wistleblowing System Bantul). Identitas pelapor
dijamin kerahasiannya.

KEPALA,



Drs. KURNIANTARA, M.Si
Pembina Utama Muda, IV/c
NIP. 196707141996031002



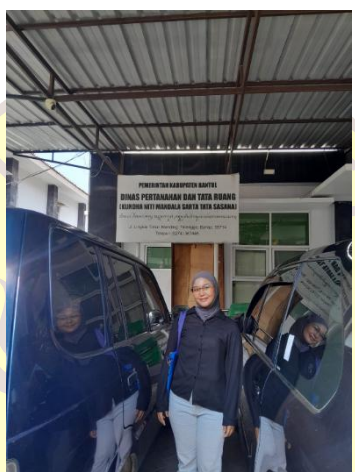
Badan
Sertifikasi
Elektronik

- Pasal 5 ayat (1) UU ITE 11/2008.
"Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan **sertifikat elektronik** yang diterbitkan **BSrE**.

F. DOKUMENTASI LAPANGAN KE KECAMATAN



G. DOKUMENTASI LAPANGAN KE DINAS



H. SCRIPT *GOOGLE EARTH ENGINE*

PETA INDIKATIF BANGUNAN PERMANEN & NON PERMANEN

Gadingharjo

Metode:

- Sentinel-2
- Sentinel-1
- Rule Based Classification

Kelas:

1 = Permanen

2 = Non Permanen

Catatan:

Hasil bersifat indikatif dan perlu validasi lapangan.

*****/

```
//=====
// AOI Gadingharjo
//=====
```

```
var aoi = ee.FeatureCollection(
  'projects/bangunan-rani/assets/Gadingharjo'
);
```

```
Map.centerObject(aoi, 13);
```

```
Map.addLayer(aoi, {color:'red'}, 'Batas Sanden');
```

```
//=====
```

```
// SENTINEL-2
```

```
//=====
```

```
var s2 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED')  
  .filterBounds(aoi)  
  .filterDate('2025-01-01', '2025-12-31')  
  .filter(ee.Filter.lt('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 10))  
  .median()  
  .clip(aoi);
```

```
Map.addLayer(  
  s2,  
  {  
    bands:['B4','B3','B2'],  
    min:0,  
    max:3000  
  },  
  'Sentinel-2 RGB'  
);
```

```
//=====
```

```
// SENTINEL-1
```

```
//=====
```

```
var s1 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S1_GRD')  
  .filterBounds(aoi)  
  .filterDate('2025-01-01', '2025-12-31')  
  .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode','IW'))  
  .filter(ee.Filter.listContains(  
    'transmitterReceiverPolarisation',  
    'VV'
```

```

))
.select('VV')
.median()
.clip(aoi);

```

```

Map.addLayer(
  s1,
  {
    min:-20,
    max:0
  },
  'Sentinel-1 VV'
);

```

```

//=====
// NDBI
//=====

```

```

var ndbi = s2.normalizedDifference(
  ['B11','B8']
).rename('NDBI');

```

```

Map.addLayer(
  ndbi,
  {
    min:-0.5,
    max:0.5,
    palette:['blue','white','red']
  },
  'NDBI'
);

```

```
//=====
// IDENTIFIKASI AREA TERBANGUN
//=====

var builtup = ndbi.gt(0.10);

Map.addLayer(
    builtup.selfMask(),
    {palette:['red']},
    'Built-up'
);

//=====
// KLASIFIKASI BANGUNAN
//=====

var permanen = builtup.and(
    s1.gt(-9)
);

var nonpermanen = builtup.and(
    s1.lte(-9)
);

//=====
// HASIL KLASIFIKASI
//=====

var result = ee.Image(0)
    .where(permanen,1)
```

```

.where(nonpermanen,2)
.updateMask(builtup);

Map.addLayer(
  result,
  {
    min:1,
    max:2,
    palette:[
      '006400', // permanen
      'FFD700' // non permanen
    ]
  },
  'Bangunan Permanen-Non Permanen'
);

//=====
// LUAS PER KELAS
//=====

var areaImage =
  ee.Image.pixelArea()
  .addBands(result);

var areaStats =
  areaImage.reduceRegion({
    reducer:
      ee.Reducer.sum().group({
        groupField:1,
        groupName:'kelas'
      }),
  },

```

```

    geometry:aoi,
    scale:10,
    maxPixels:1e13
  });

print('Luas Kelas (m²)', areaStats);

//=====
// LUAS DALAM HEKTAR
//=====

var luasHa = ee.List(areaStats.get('groups'))
  .map(function(item){

    item = ee.Dictionary(item);

    return ee.Dictionary({
      kelas: item.get('kelas'),
      luas_ha: ee.Number(
        item.get('sum')
      ).divide(10000)
    });

  });

print('Luas Kelas (Ha)', luasHa);

//=====
// LEGEND
//=====

```

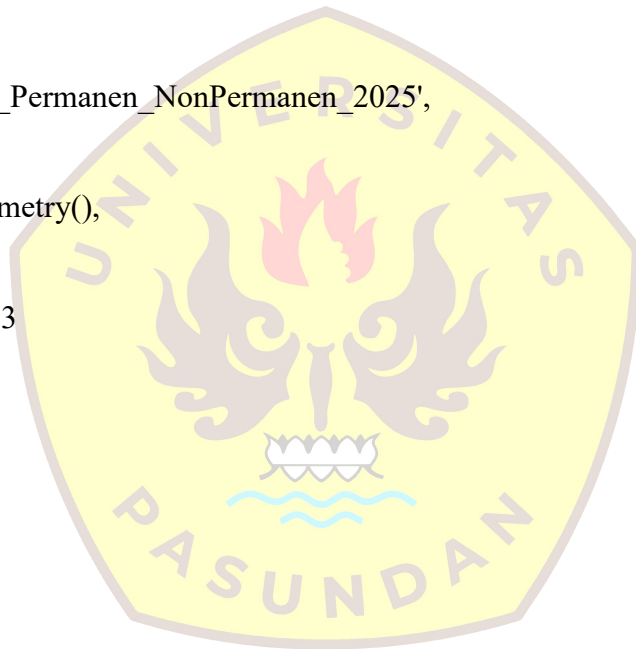
```
print('KELAS');  
print('1 = Permanen');  
print('2 = Non Permanen');
```

```
//=====
```

```
// EXPORT
```

```
//=====
```

```
Export.image.toDrive({  
  image: result,  
  description:  
    'Gadingharjo_Permanen_NonPermanen_2025',  
  folder:'GEE',  
  region:aoi.geometry(),  
  scale:10,  
  maxPixels:1e13  
});
```



TABEL KENDALI

No	Masukan	Tindak Lanjut	Status
1.	Arahan Mitigasi untuk wilayah pesisir belum dimasukkan lalu kaitkan dengan tata ruang.	Telah dilakukan perbaikan pada halaman 137-139	Selesai
2.	Pada metode analisis belum cukup jelas menjabarkanya	Telah dilakukan perbaikan pada halaman 55-56 yang menjelaskan metode analisis pada penelitian ini.	Selesai
3.	Memperjelas Batasan studi pada penelitian	Telah dilakukan perbaikan pada halaman 20-21	Selesai
4.	Menambahkan teori mengenai mitigasi bencana terhadap tata ruang	Telah dilakukan penambahan teori mengenai Penataan ruang dalam mitigasi kebencanaan pada halaman 35-36	Selesai
5.	Masukan Kuisisioner kedalam lampiran.	Telah ditambahkan lampiran kuisisioner halaman 147	Selesai
6.	Semua hasil analisis di tabel kan	Telah dilakukan perbaikan pada halaman 121 dan 125.	Selesai

