Prioritisasi Zona Mitigasi Kenaikan Muka Air Laut Berbasis Kerentanan Pesisir di Kota Semarang : Pendekatan Spasial Geographic Information System (GIS) dan Analytical Hierarchy Process (AHP)
Meidita Farah Widodo, Vempi Satriya Adi Hendrawan, S. T., M. Env., Ph. D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PERSETUJUAN iii
HALAMAN PENGESAHAN iv
HALAMAN PERNYATAAN v
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI viii
GLOSARIUM xvi
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Batasan Masalah 5
1.5 Manfaat Penelitian 6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 Studi Terdahulu 7
2.1.1 Tren Kenaikan Muka Air Laut di Kawasan Pesisir 7
2.1.2 Kajian Dampak Banjir Rob di Wilayah Pesisir Perkotaan 7
2.1.3 Perkembangan Analisis Kerentanan Wilayah Pesisir terhadap Kenaikan Muka Air Laut 8
2.1.4 Implementasi Infrastruktur Hijau (*Green Infrastructure*) sebagai Strategi Adaptasi Kenaikan Muka Air Laut 8
2.1.5 Integrasi Sistem Informasi Geografis (SIG) dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dalam Analisis Spasial Kerentanan 9
2.2 Keaslian Penelitian 13
BAB 3 LANDASAN TEORI 14
3.1 Representasi Kenaikan Muka Air Laut (*Sea Level Rise*) melalui Nilai *Highest High Water Level* 14
3.2 Konsep Kerentanan (*Vulnerability*) 15
3.3 Infrastruktur Hijau (*Green Infrastructure)* 17
3.4 Teori Analisis Spasial dan Sistem Informasi Geografis 36
3.4.1 Konsep Penilaian Multi-Kriteria (*Multi-Criteria Evaluation)* 37
3.4.2 Teori Integrasi Atribut dan Entitas Geospasial 38
3.5 *Analytical Hierarchy Process* (AHP) 38
3.5.1 Prinsip Perbandingan Berpasangan *(Pairwise Comparison*) 38
3.5.2 Teori Konsistensi Logis 39
3.5.3 Jumlah Narasumber Ahli 40

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Prioritisasi Zona Mitigasi Kenaikan Muka Air Laut Berbasis Kerentanan Pesisir di Kota Semarang : Pendekatan Spasial Geographic Information System (GIS) dan Analytical Hierarchy Process (AHP)
Meidita Farah Widodo, Vempi Satriya Adi Hendrawan, S. T., M. Env., Ph. D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.6 Teori Prioritisasi Zona dan Analisis Kesesuaian Tipe Mitigasi 40
3.6.1 Konsep Prioritisasi Berbasis Risiko (*Risk-Based Priority*) 41
3.6.2 Teori Kesesuaian Tipe Infrastruktur Hijau (*Suitability of Mitigation Type*) 41
BAB 4 METODE PENELITIAN 42
4.1 Lokasi penelitian 42
4.2 Kerangka Pemikiran Penelitian 47
4.3 Prosedur Penelitian 48
4.3.1 Identifikasi Masalah dan Studi Awal 51
4.3.2 Pengumpulan dan Validasi Data 51
4.3.3 Pra-Pengolahan Data Spasial 52
4.3.4 Penentuan Parameter dan Reklasifikasi 52
4.3.5 Pembobotan dengan Metode AHP 54
4.3.6 Pemodelan Kerentanan Wilayah 55
4.3.7 Sintesis Rekomendasi Mitigasi 57
4.4 Alat dan Data Penelitian 59
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN 63
5.1 Analisis Tingkat Kerentanan Wilayah Pesisir Kota Semarang 63
5.1.1 Profil Keterpaparan (*Exposure*) 63
5.1.2 Karakteristik Sensitivitas Wilayah 91
5.1.3 Evaluasi Kapasitas Adaptif Eksisting 104
5.1.4 Analisis Penentuan Bobot Parameter *Analytical Hierarchy Process* (AHP) 139
5.1.5 Tingkat dan Kelas Kerentanan Pesisir 143
5.2 Penentuan Zona Prioritas Mitigasi 149
5.2.1 Analisis Tipologi Wilayah Zona Prioritas I (Sangat Tinggi) 152
5.2.2 Analisis Tipologi Wilayah Zona Prioritas II (Tinggi) 153
5.2.3 Analisis Tipologi Wilayah Zona Prioritas III (Sedang) 155
5.2.4 Analisis Tipologi Wilayah Zona Prioritas IV (Rendah) 157
5.2.5 Analisis Tipologi Wilayah Zona Prioritas V (Sangat Rendah) 158
5.3 Rekomendasi Infrastruktur Hijau Berdasarkan Tipologi dan Zona Prioritas 159
5.3.1 Tipologi A : Kawasan Terproteksi Struktural (Pusat Urban) 159
5.3.2 Tipologi B : Kawasan Terbuka Minim Proteksi (Kritis, Tergenang, Depopulasi) 161
5.3.3 Tipologi C : Kawasan Terbuka Proteksi Alami (Lahan Terbuka Produktif) 165
BAB 6 BENANG MERAH KERENTANAN DAN ARAHAN IMPLEMENTASI MITIGASI 168
6.1 Benang Merah Kerentanan dan Konteks Wilayah 168
6.2 Arahan Implementasi Mitigasi Strategis 172
BAB 7 PENUTUP 176
7.1 Simpulan 176

Prioritisasi Zona Mitigasi Kenaikan Muka Air Laut Berbasis Kerentanan Pesisir di Kota Semarang : Pendekatan Spasial Geographic Information System (GIS) dan Analytical Hierarchy Process (AHP)
Meidita Farah Widodo, Vempi Satriya Adi Hendrawan, S. T., M. Env., Ph. D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

7.2 Saran.....176
DAFTAR PUSTAKA.....178
LAMPIRAN 1 DATA-DATA *INPUT*.....185
LAMPIRAN 2 DOKUMENTASI PENELITIAN.....209
LAMPIRAN 3 KUESIONER AHLI PENENTUAN BOBOT INDEKS KERENTANAN.....211
LAMPIRAN 4 CONTOH PENGOLAHAN DATA KUESIONER.....217

Prioritisasi Zona Mitigasi Kenaikan Muka Air Laut Berbasis Kerentanan Pesisir di Kota Semarang : Pendekatan Spasial Geographic Information System (GIS) dan Analytical Hierarchy Process
(AHP)
Meidita Farah Widodo, Vempi Satriya Adi Hendrawan, S. T., M. Env., Ph. D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Data *Sea Level Rise* IPCC 2

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu 10

Tabel 4. 1 Kelurahan dan Kecamatan Area Studi 42
Tabel 4. 2 Kriteria Delineasi Wilayah Studi 47
Tabel 4. 3 Reklasifikasi Skor, Klasifikasi Risiko, dan Keterangan terhadap Mitigasi 54
Tabel 4. 4 Rekomendasi Penentuan Jenis Infrastruktur Hijau Berdasarkan Kategori Zona 57
Tabel 4. 5 Penentuan Kerentanan Wilayah terhadap Kenaikan Muka Air Laut dan Banjir Rob 60

Tabel 5. 1 Data Pasang Surut Kota Semarang (cm) 63
Tabel 5. 2 Data *Sea Level Rise* IPCC 66
Tabel 5. 3 *Reclass* Skor SLR Hasil Simulasi Genangan Dampak *Sea Level Rise* 71
Tabel 5. 4 Rekapitulasi Perhitungan Skor Indeks Kerentanan Parameter *Sea Level Rise* 72
Tabel 5. 5 Keterangan Warna Kelas pada Skor SLR Keseluruhan (Nilai Maks Indeks dari Tahun 2025 – 2100) 75
Tabel 5. 6 *Reclass Population Close to Coastline* 79
Tabel 5. 7 Hasil Skor *Population Close to Coastline* 79
Tabel 5. 8 Keterangan Warna Kelas pada Skor 81
Tabel 5. 9 *Reclass* Parameter *Growth of Coastal Population* (GCP) 82
Tabel 5. 10 Rekapitulasi Penilaian Indeks Kerentanan Parameter *Growth of Coastal Population* 83
Tabel 5. 11 Keterangan Warna Kelas pada Skor 86
Tabel 5. 12 *Reclass* Parameter *Coastline Length* 89
Tabel 5. 13 Hasil Skor Indeks Kerentanan Parameter *Coastline Length* 89
Tabel 5. 14 Keterangan Warna Kelas pada Skor 90
Tabel 5. 15 *Reclass* Skor *Land Elevation* 94
Tabel 5. 16 Hasil Skor *Land Elevation* 94
Tabel 5. 17 Keterangan Warna Kelas pada Skor 96
Tabel 5. 18 *Reclass* Persentase Penduduk Non Produktif 98
Tabel 5. 19 Data Parameter Persentase Penduduk Non Produktif 98
Tabel 5. 20 Keterangan Warna Kelas pada Skor 100
Tabel 5. 21 *Reclass* Parameter Penduduk Ekonomi Rendah 102
Tabel 5. 22 Data Parameter Penduduk Ekonomi Rendah 102
Tabel 5. 23 Keterangan Warna Kelas pada Skor 104
Tabel 5. 24 *Reclass* Infrastruktur Abu : Rumah Pompa 108
Tabel 5. 25 *Reclass Density* Drainase 108

Prioritisasi Zona Mitigasi Kenaikan Muka Air Laut Berbasis Kerentanan Pesisir di Kota Semarang : Pendekatan Spasial Geographic Information System (GIS) dan Analytical Hierarchy Process
(AHP)
Meidita Farah Widodo, Vempi Satriya Adi Hendrawan, S. T., M. Env., Ph. D.
Universitas Gadjah Mada, 2022 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Tabel 5. 26 Data Parameter Rerata Pasang Surut dan Distribusi 109
Tabel 5. 27 Keterangan Warna Kelas pada Skor 112
Tabel 5. 28 *Reclass* Infrastruktur Hijau 115
Tabel 5. 29 Data Infrastruktur Hijau Eksisting 116
Tabel 5. 30 Keterangan Warna Kelas pada Skor 119
Tabel 5. 31 *Reclass* Tingkat Pendidikan 121
Tabel 5. 32 Data Tingkat Pendidikan 122
Tabel 5. 33 Keterangan Warna Kelas pada Skor 125
Tabel 5. 34 *Reclass* Parameter Literasi Bencana 126
Tabel 5. 35 Hasil *Reclass* Parameter Literasi Bencana 126
Tabel 5. 36 Keterangan Warna Kelas pada Skor 128
Tabel 5. 37 *Reclass* Parameter Kelurahan Tangguh Bencana 130
Tabel 5. 38 Hasil *Reclass* Parameter Kelurahan Tangguh Bencana 130
Tabel 5. 39 Keterangan Warna Kelas pada Skor 132
Tabel 5. 40 *Reclass* Parameter Kelompok Siaga Bencana 133
Tabel 5. 41 Hasil *Reclass* Parameter Kelompok Siaga Bencana 133
Tabel 5. 42 Keterangan Warna Kelas pada Skor 135
Tabel 5. 43 *Reclass* Parameter Kelompok Konservasi Mangrove 136
Tabel 5. 44 Hasil *Reclass* Parameter Kelompok Konservasi Mangrove 136
Tabel 5. 45 Profil Narasumber Ahli Pembobotan Parameter 140
Tabel 5. 46 Hasil Pembobotan Parameter Kerentanan Wilayah Pesisir terhadap Risiko Kenaikan Muka Air Laut 141
Tabel 5. 47 Hasil Skor Setiap Parameter di Seluruh Kecamatan dan Kelurahan Studi 145
Tabel 5. 48 Pembagian Zona Prioritas Mitigasi Risiko Kenaikan Muka Air Laut 149
Tabel 5. 49 Tipologi Kerentanan Pesisir Kota Semarang 151
Tabel 5. 50 Urutan Prioritas Zona Mitigasi Tipologi A 161
Tabel 5. 51 Urutan Prioritas Zona Mitigasi Tipologi B 164
Tabel 5. 52 Urutan Prioritas Zona Mitigasi Tipologi C 167

Tabel 6. 1 Matriks Sinergi Implementasi Mitigasi Berbasis Tipologi dan Musim 173

Prioritisasi Zona Mitigasi Kenaikan Muka Air Laut Berbasis Kerentanan Pesisir di Kota Semarang : Pendekatan Spasial Geographic Information System (GIS) dan Analytical Hierarchy Process
(AHP)
Meidita Farah Widodo, Vempi Satriya Adi Hendrawan, S. T., M. Env., Ph. D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Perbandingan Proyeksi Genangan Kenaikan Muka Air Laut Kota Semarang Tahun 2050 (Atas) dan Tahun 2090 (Bawah) 2

Gambar 3.1 Berbagai Tipe Respon untuk Risiko Pesisir dan *Sea Level Rise* 18
Gambar 3.2 Contoh Struktur *Permeable* di Desa Bedono, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak 18
Gambar 3.3 Contoh Penempatan Struktur *Permeable* 19
Gambar 3.4 Fungsi Struktur Permeabel : Penangkap Sedimen 19
Gambar 3.5 Contoh Lahan Sudah Stabil dan Telah Ditanami Mangrove 20
Gambar 3.6 Jenis-Jenis Tambak *Silvofishery* 20
Gambar 3.7 Contoh Nyata Tambak *Silvofishery* di Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan 21
Gambar 3.8 Pemecah Gelombang Lepas Pantai 21
Gambar 3.9 Proses Pemasangan Hexareef di Papua untuk Mengembalikan Garis Pantai dan Keberadaan Terumbu Karang di Sekitar Lokasi 22
Gambar 3.10 Desain Hexareef 22
Gambar 3.11 Rumah Pompa Kali Tenggang dan Potensi Lokasi *Constructed Wetland* 23
Gambar 3.12 Ilustrasi *Coastal NbS Families* 24
Gambar 3.13 Keluarga *Nature-based Solutions* Pesisir 25
Gambar 3.14 Ilustrasi Proteksi, Biaya, dan *Benefits* dari Setiap NbS 26
Gambar 3.15 Visualisasi Proses dari *Muddy Shores* 27
Gambar 3.16 Visualisasi *Hinterlands* 28
Gambar 3.17 Visualisasi *Mangrove Forests* 29
Gambar 3.18 Visualisasi *Salt Marshes* 30
Gambar 3.19 Visualisasi *Sandy Shores* 31
Gambar 3.20 Visualisasi *Shellfish Reefs* 32
Gambar 3.21 Visualisasi *Coral Reefs* 33
Gambar 3.22 Visualisasi *Seagrass Meadows* 34
Gambar 3.23 *Kelp and Other Seaweeds* 35
Gambar 3.24 Pengembangan *Green Infrastructure* berdasar Sistem informasi Geografis 37

Gambar 4.1 Peta Justifikasi Penentuan Wilayah Studi Pesisir Kota Semarang Berbasis Sebaran Kejadian Rob, Bangunan Terdampak Rob, dan Radius 1 km dari Garis Pantai 46
Gambar 4.2 Kerangka Pemikiran Penelitian 48
Gambar 4.3 Prosedur Penelitian Umum 51

Gambar 5.1 Tampak Depan Alat Ukur Pasang Surut BMKG Maritim Kota Semarang 64

UNIVERSITAS GADJAH MADA
Prioritisasi Zona Mitigasi Kenaikan Muka Air Laut Berbasis Kerentanan Pesisir di Kota Semarang : Pendekatan Spasial Geographic Information System (GIS) dan Analytical Hierarchy Process (AHP)
Meidita Farah Widodo, Vempi Satriya Adi Hendrawan, S. T., M. Env., Ph. D.
Universitas Gadjah Mada, Laporan Penelitian, 2026

Gambar 5.2 Tampak Atas Alat Ukur Pasang Surut BMKG Monitim Kota Semarang 64
Gambar 5.3 Verifikasi Lapangan dan Monitoring Alat Ukur Pasang Surut oleh Peneliti 65
Gambar 5.4 Peta Simulasi Genangan Akibat SLR Eksisting 2025 dan Proyeksi 2050, 2075, serta 2100 Berdasarkan *Baseline* Data Rerata Pasang Maksimum BMKG dan Tren Kenaikan Muka Air Laut IPCC 67
Gambar 5.5 Contoh Kejadian Banjir Rob Menutup Akses Jalan Kecamatan Pedurungan 69
Gambar 5.6 Peta Sebaran Kejadian Rob 2024 – 2025 dan Bangunan Terdampak Rob 2022 di Pesisir Kota Semarang 70
Gambar 5.7 Peta Analisis Paparan (*Exposure*) Parameter *Sea Level Rise* di Pesisir Kota Semarang 76
Gambar 5.8 Peta Analisis Paparan (*Exposure*) Aspek Demografi terhadap Risiko Kenaikan Muka Air Laut di Pesisir Kota Semarang 78
Gambar 5.9 Peta Panjang Garis Pantai per Kelurahan di Pesisir Kota Semarang 88
Gambar 5.10 Peta Elevasi Lahan Kelurahan Studi Pesisir Kota Semarang 93
Gambar 5.11 Peta Analisis Sensitivitas (*Sensitivity*) Aspek Demografi terhadap Risiko Kenaikan Muka Air Laut di Pesisir Kota Semarang 97
Gambar 5.12 Peta Analisis Aspek Infrastruktur Abu Eksisting terhadap Risiko Kenaikan Muka Air Laut di Pesisir Kota Semarang 106
Gambar 5.13 Infrastruktur Abu Eksisting (Kombinasi Tanggul, Rumah Pompa, dan Drainase di Unit Rumah Pompa Kali Baru Barat Pelabuhan Tanjung Mas, Semarang Utara) 107
Gambar 5.14 Pompa *Portable* Penanganan Banjir Rob Semarang Barat 108
Gambar 5.15 Peta Analisis Infrastruktur Hijau Eksisting Terhadap Risiko Kenaikan Muka Air Laut di Pesisir Kota Semarang 114
Gambar 5.16 Peta Analisis Kapasitas Adaptif Sosial terhadap Kenaikan Muka Air Laut di Pesisir Kota Semarang 120
Gambar 5.17 Peta Analisis Kapasitas Adaptif Kelembagaan terhadap Kenaikan Muka Air Laut di Pesisir Kota Semarang 129
Gambar 5.18 Peta Indeks Kerentanan Pesisir (*Coastal Vulnerability Index*) terhadap Risiko Kenaikan Muka Air Laut di Pesisir Kota Semarang 2025 144
Gambar 5.19 Skor *Coastal Vulnerability Index* Zona Prioritas I : Sangat Tinggi dan Tipologi per Kelurahan 152
Gambar 5.20 Skor *Coastal Vulnerability Index* Zona Prioritas II : Tinggi dan Tipologi per Kelurahan 153
Gambar 5.21 Skor *Coastal Vulnerability Index* Zona Prioritas III : Sedang dan Tipologi per Kelurahan 155
Gambar 5.22 Skor *Coastal Vulnerability Index* Zona Prioritas IV : Rendah dan Tipologi per Kelurahan 157

Prioritisasi Zona Mitigasi Kenaikan Muka Air Laut Berbasis Kerentanan Pesisir di Kota Semarang : Pendekatan Spasial Geographic Information System (GIS) dan Analytical Hierarchy Process (AHP)
Meidita Farah Widodo, Vempi Satriya Adi Hendrawan, S. T., M. Env., Ph. D.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gambar 5.23 Peta *Coastal Vulnerability Index* Kota Prioritas 3 - Sangat Rendah dan Tipologi per Kelurahan 158
Gambar 5.24 Rekomendasi Infrastruktur Hijau untuk Tipologi A 159
Gambar 5.25 Rekomendasi Infrastruktur Hijau untuk Tipologi B 161
Gambar 5.26 Rekomendasi Infrastruktur Hijau untuk Tipologi C 165

Gambar 6.1 Banjir Rob di Kawasan Urban Kelurahan Terboyo Wetan, Kecamatan Genuk dan Penanganannya 168
Gambar 6.2 Perbandingan Skala Tinggi Tanggul Pelindung dengan Peneliti 169
Gambar 6.3 Tambak dan Hutan Mangrove di Kelurahan Tambakharjo, Kecamatan Semarang Barat 171
Gambar 6.4 Peta Zona Prioritas dan Tipologi Wilayah Mitigasi Terhadap Risiko Kenaikan Muka Air Laut di Kota Semarang 175