

SKRIPSI

**ANALISIS ZONA KERENTANAN AIR TANAH
MENGUNAKAN GIS-MCDA (*MULTI CRITERIA DECISION
ANALYSIS*) DI TPA WONOKERTO,
KABUPATEN PASURUAN**



Oleh :

MUHAMMAD GILANG FIRMANSYAH
NPM 22034010094

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA
2026**

**ANALISIS ZONA KERENTANAN AIR TANAH
MENGUNAKAN GIS-MCDA (MULTI CRITERIA
DECISION ANALYSIS) DI TPA WONOKERTO,
KABUPATEN PASURUAN**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T.)
Program Studi Teknik Lingkungan.**

Diajukan Oleh :

MUHAMMAD GILANG FIRMANSYAH

NPM 22034010094

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK DAN SAINS
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
SURABAYA**

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS ZONA KERENTANAN AIR TANAH
MENGUNAKAN GIS-MCDA (MULTI CRITERIA
DECISION ANALYSIS) DI TPA WONOKERTO,
KABUPATEN PASURUAN**

Disusun Oleh :

Muhammad Gilang Firmansyah
NPM. 22034010094

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Penelitian

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Restu Hikmah Ayu M., S.ST., M.Sc.
NIP. 19930416 202506 2005

Nurvita Cundaningsih, S.Si., M.T.
NIP. 19930829 202406 2004

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.
NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS ZONA KERENTANAN AIR TANAH
MENGUNAKAN GIS-MCDA (MULTI CRITERIA
DECISION ANALYSIS) DI TPA WONOKERTO,
KABUPATEN PASURUAN**

Disusun Oleh:

Muhammad Gilang Firmansyah

NPM. 22034010094

Telah diuji kebenaran oleh Tim Penguji dan diterbitkan pada
Jurnal Buana Sains (Terakreditasi Sinta 4)

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Tim Penguji

1. Ketua

Restu Hikmah Ayu M., S.ST., M.Sc.

NIP. 19930416 202506 2005

Dr. Aulia Ulfah F., S.T., M.Sc.

NIP. 19890106 202406 2002

Dosen Pembimbing II

2. Anggota

Nurvita Cundaningsih, S.Si., M.T.

NIP. 19930829 202406 2004

Praditya S. Ardisty S., S.T., M.T.

NIP. 19901001 202406 2001

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik dan Sains

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P.

NIP. 19650403 199103 2 001

LEMBAR REVISI

**ANALISIS ZONA KERENTANAN AIR TANAH
MENGUNAKAN GIS-MCDA (*MULTI CRITERIA
DECISION ANALYSIS*) DI TPA WONOKERTO,
KABUPATEN PASURUAN**

Disusun Oleh :

Muhammad Gilang Firmansyah
NPM. 22034010094

Telah direvisi dan disahkan pada tanggal 27 Agustus 2026

TIM PENILAI

KETUA

ANGGOTA

Dr. Aulia Ulfah F., S.T., M.Sc.
NIP. 19890106 202406 2002

Praditya S. Ardisty S., S.T., M.T.
NIP. 19901001 202406 2001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Gilang Firmansyah
NPM : 22034010094
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dokumen skripsi ini sepenuhnya bebas dari materi karya ilmiah yang pernah diajukan untuk meraih gelar akademik di institusi mana pun. Tidak ada karya atau pendapat pihak lain yang diklaim sebagai milik saya, semua rujukan telah disitasi dengan benar sesuai kaidah penulisan ilmiah dan tercantum pada daftar pustaka.

Dengan demikian, saya menjamin orisinalitas karya ini dan sepenuhnya bebas dari tindakan plagiat. Jika di kemudian hari ditemukan bukti yang bertentangan dengan pernyataan ini, saya siap menerima sanksi akademik maupun hukum yang berlaku.

Surat pernyataan ini disusun secara jujur dan tanpa paksaan dari siapa pun, untuk digunakan sesuai dengan keperluannya.

Surabaya, 27 Agustus 2026

Yang Membuat Pernyataan



Muhammad Gilang Firmansyah

NPM. 22034010094

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Analisis Zona Kerentanan Air Tanah Menggunakan GIS–MCDA (*Multi Criteria Decision Analysis*) di TPA Wonokerto, Kabupaten Pasuruan”**. Tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik tentunya tidak lepas dari peran serta berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

Penulis menyadari bahwa tugas perancangan ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bantuan, dukungan, bimbingan, serta saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Dra. Jariyah, M.P. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Sains Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Firra Rosariawari, S.T., M.T, selaku Koordinator Prodi Teknik Lingkungan UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Restu Hikmah Ayu Murti, S.ST., M.Sc. dan Nurvita Cundaningsih, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberi bimbingan, arahan, masukan, semangat dan motivasi yang diberikan kepada penulis.
4. Prof. Euis Nurul Hidayah, MT., PhD. selaku Dosen Mata Kuliah Metodologi Penelitian yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat.
5. Seluruh dosen dan staff pengajar Program Studi Teknik Lingkungan, yang telah meluangkan waktunya dan membagikan ilmu yang bermanfaat untuk penulis.
6. Orang tua, Adik dan keluarga tercinta yang memberikan dukungan baik secara moral maupun materi sehingga penulis bisa melampaui semua ini.
7. Mahasiswa Teknik Lingkungan khususnya angkatan 2022 yang tidak dapat disebutkan satu persatu, telah menjadi teman diskusi sehingga tugas ini berhasil diselesaikan.

8. Jajaran Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pasuruan yang memberikan izin dan kesempatan untuk melaksanakan penelitian di TPA Wonokerto Kabupaten Pasuruan.

Penyusunan tugas akhir ini dilaksanakan dengan usaha maksimal meskipun kurang dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini. Semoga penulisan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan juga para pembaca.

Surabaya, 28 Agustus 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
BAB I	
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Lingkup Penelitian	4
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.1.1 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA).....	6
2.1.2 Pembentukan Air Lindi (<i>Leachate</i>).....	8
2.1.3 Parameter Kualitas Air Tanah.....	10
2.1.4 Konsep Kerentanan Air Tanah (<i>Groundwater Vulnerability</i>)	13
2.2 Landasan Teori.....	14
2.2.1 Hidrogeologi dan Sistem Akuifer	14
2.2.2 Karakteristik Tanah/Litologi sebagai Faktor Kerentanan Air Tanah	15
2.2.3 Gradien Hidraulik dan Jaring Arus (<i>Flownet</i>)	16
2.2.4 Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam Analisis Lingkungan	17
2.2.5 Metode Interpolasi Spasial (<i>Inverse Distance Weighting</i>).....	18
2.2.6 Teknik Pengambilan Sampel dan Penentuan Titik Sampling.....	19
2.2.7 <i>Multi-Criteria Decision Analysis</i> (MCDA) dan <i>Weighted Overlay</i> ..	20
2.2.7.1 Definisi dan Prinsip Dasar GIS-MCDA.....	20

2.2.7.2	Pemilihan Parameter Kerentanan	21
2.2.7.3	Pembobotan dengan <i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP)	24
2.2.8	Standar Baku Mutu dan Indeks Pencemaran (IP)	26
2.2.9	Analisis Statistik Korelasi <i>Spearman</i>	27
2.3	Penelitian Sebelumnya	28

BAB III

METODE PENELITIAN	30
3.1 Kerangka Penelitian	30
3.2 Lokasi Penelitian	31
3.3 Bahan dan Alat	34
3.3.1 Alat Penelitian	34
3.3.2 Bahan Penelitian	35
3.4 Cara Kerja	35
3.4.1 Pengumpulan Data Primer dan Sekunder	35
3.4.2 Pemrosesan Data Spasial Dasar dan Plotting Area Penelitian	36
3.4.3 Penyusunan Layer Parameter Kerentanan Spasial	37
3.4.3.1 Pembuatan Peta Kedalaman Muka Air Tanah (MAT)	37
3.4.3.2 Pembuatan Peta Arah Aliran Air Tanah dan Posisi Hidrogeologi	38
3.4.3.3 Pembuatan Peta Kemiringan Lereng (<i>Slope</i>)	39
3.4.3.4 Pembuatan Peta Jenis Tanah dan Litologi	40
3.4.3.5 Pembuatan Peta Jarak <i>Buffer</i> TPA	40
3.4.4 Uji Laboratorium Kualitas Air Tanah	41
3.4.5 Wawancara Pakar dan Analisis Pembobotan AHP (<i>Analytical Hierarchy Process</i>)	42
3.4.6 Analisis GIS–MCDA untuk Pemetaan Zona Kerentanan Air Tanah	43
3.4.7 Analisis Statistik Validasi Peta Kerentanan Air Tanah	44
3.5 Variabel	45
3.6 Analisis	46
3.6.1 Analisis Spasial Parameter Kerentanan Air Tanah	46
3.6.2 Analisis Kualitas Air Berdasarkan Baku Mutu	47
3.6.3 Analisis Indeks Pencemaran	48

3.6.4	Analisis Pembobotan AHP Ekspertis.....	49
3.6.5	Pemodelan Spasial GIS-MCDA Zona Kerentanan	49
3.6.6	Analisis Statistik Korelasi <i>Rank Spearman</i>	50
3.7	Jadwal Kegiatan	51
3.8	Matriks Penelitian	51
3.8.1	Matriks Hasil Uji Kualitas Air Tanah	52
3.8.2	Matriks Pengamatan Fisik & Hidrogeologi Lapangan.....	52
3.8.3	Matriks Analisis MCDA & <i>Weighted Overlay</i>	52
3.8.4	Matriks Dataset Analisis Statistik	53
BAB IV		
HASIL DAN PEMBAHASAN		54
4.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian	54
4.1.1	Kondisi Eksisting TPA Wonokerto.....	54
4.1.2	Karakteristik Wilayah dan Titik Pengambilan Sampel.....	55
4.2	Analisis Karakteristik Fisik Lingkungan dan Kriteria Kerentanan.....	58
4.2.1	Kedalaman Muka Air Tanah.....	58
4.2.2	Arah Aliran Air Tanah	60
4.2.3	Kemiringan Lereng	62
4.2.4	Jenis Tanah.....	64
4.2.5	Zonasi Jarak dari TPA.....	66
4.3	Pembobotan Parameter Kerentanan dengan Metode AHP	68
4.4	Pemetaan Zona Kerentanan Air Tanah Berbasis GIS-MCDA.....	71
4.5	Analisis Sebaran Spasial Mutu Air Tanah Aktual	75
4.5.1	Analisis Sebaran Spasial Parameter Kualitas Air Tanah	75
4.5.2	Evaluasi Status Mutu Air Tanah Berbasis Indeks Pencemaran (IP). 79	
4.6	Analisis Korelasi Spasial (Statistik <i>Spearman</i>).....	82
BAB V		
KESIMPULAN DAN SARAN		88
5.1	Kesimpulan	88
5.2	Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA.....		91

LAMPIRAN A.....	95
HASIL ANALISIS/PENGUKURAN.....	95
LAMPIRAN B	100
PERHITUNGAN.....	100
LAMPIRAN C	105
DOKUMENTASI PENELITIAN	105
LAMPIRAN D	108
DATA PENDUKUNG.....	108

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah.....	9
Tabel 2. 2 Parameter Penelitian Air Tanah Berdasarkan Baku Mutu Permenkes 2/2023 dan Permenkes 492/2010	10
Tabel 2. 3 Parameter Kerentanan DRASTIC (Aller 1987).....	22
Tabel 2. 4 Klasifikasi Pemanfaatan Lahan Sekitar TPA	23
Tabel 2. 5 Penelitian Sebelumnya.....	28
Tabel 3. 1 Titik Pengambilan Sampel Air Tanah	33
Tabel 3. 2 Analisis Kualitas Air Berdasarkan Baku Mutu dengan Standar Metode Uji yang Berlaku	47
Tabel 3. 3 Jadwal Kegiatan.....	51
Tabel 3. 4 Matriks Hasil Uji Kualitas Air Tanah	52
Tabel 3. 5 Matriks Pengamatan Fisik & Hidrogeologi Lapangan	52
Tabel 3. 6 Matriks Analisis MCDA & <i>Weighted Overlay</i>	52
Tabel 3. 7 Matriks Dataset Analisis Statistik	53
Tabel 4. 1 Tabel Rona Awal Titik Sampling	57
Tabel 4. 2 Hasil Perhitungan Bobot Final Parameter Kerentanan Fisik.....	68
Tabel 4. 3 Tabel Analisis <i>Multi-Criteria Decision Analysis</i> (MCDA)	71
Tabel 4. 4 Distribusi Luas dan Persentase Kelas Kerentanan Air Tanah.....	74
Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran (IP) Air Tanah Dangkal.....	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis TPA Open Dumping.....	7
Gambar 2. 2 Konsep <i>Sanitary Landfill</i>	8
Gambar 2. 3 Lindi dari Tumpukan Sampah	9
Gambar 2. 4 Lapisan Akuifer	14
Gambar 2. 5 Laju Infiltrasi pada Jenis Tekstur Tanah	16
Gambar 2. 6 <i>Waterground Flow Direction</i>	17
Gambar 2. 7 Pemodelan Air Tanah.....	18
Gambar 2. 8 Analisis <i>Overlay</i> berbasis GIS	21
Gambar 3. 1 Diagram Kerangka Penelitian.....	31
Gambar 3. 2 Peta Arah Aliran Air Tanah.....	32
Gambar 3. 3 Peta dan Kontur Lokasi Penelitian	33
Gambar 4. 1 Denah Fasilitas TPA Wonokerto	54
Gambar 4. 2 Lokasi Titik Sampling Penelitian.....	56
Gambar 4. 3 Peta Interpretasi Kedalaman Muka Air Tanah Dangkal	59
Gambar 4. 4 Peta Interpretasi Arah Aliran Air Tanah.....	61
Gambar 4. 5 Peta Interpretasi Kemiringan Lereng.....	63
Gambar 4. 6 Peta Interpretasi Jenis Tanah.....	65
Gambar 4. 7 Peta Interpretasi Zonasi Jarak TPA.....	67
Gambar 4. 8 Peta Zona Kerentanan Air Tanah Sekitar TPA Wonokerto	73
Gambar 4. 9 Peta Sebaran Kualitas Parameter Air Tanah Dangkal.....	76
Gambar 4. 10 Peta Interpretasi Sebaran Mutu Indeks Pencemaran	81
Gambar 4. 11 Grafik Korelasi <i>Spearman</i> Nilai IP terhadap Nilai VI.....	83
Gambar 4. 12 Grafik Korelasi <i>Spearman</i> Nilai IP terhadap Jarak.....	83
Gambar 4. 13 Grafik Korelasi <i>Spearman</i> Nilai IP terhadap Kedalaman MAT ...	84
Gambar 4. 14 Grafik Korelasi <i>Spearman</i> Nilai IP terhadap Arah Aliran	85
Gambar 4. 15 Grafik Korelasi <i>Spearman</i> Nilai IP terhadap Kemiringan Lereng	86

ABSTRAK

Pemanfaatan air tanah dangkal di sekitar TPA Wonokerto berisiko mengalami penurunan kualitas akibat infiltrasi lindi. Pentingnya penelitian ini didasari kebutuhan instrumen spasial untuk memetakan zona risiko hidrogeologis, dengan tingkat kesulitan pada kompleksitas lingkungan lokal serta intervensi pencemaran pemukiman. Penelitian ini bertujuan memetakan zona kerentanan air tanah alami (*intrinsic vulnerability*) berbasis GIS-MCDA, mengevaluasi status mutu air tanah aktual berbasis Indeks Pencemaran (IP), serta menganalisis korelasi statistik keduanya. Pemodelan GIS-MCDA berbasis lima parameter fisik (muka air tanah, *flownet*, lereng, jenis tanah, dan jarak TPA) menghasilkan Peta Kerentanan Air Tanah Desa Oro-Oro Ombo Kulon yang didominasi oleh kelas Tinggi (47,97%) dan Sangat Tinggi (29,32%) di koridor hilir (*downgradient*). Uji laboratorium akuifer dangkal ($n = 7$) menunjukkan status mutu air berkisar antara Memenuhi Baku Mutu hingga Cemar Ringan ($IP = 0,708 - 2,044$), dengan puncak pencemaran di titik T-2 dekat TPA ($IP = 2,044$). Uji Korelasi *Rank Spearman* membuktikan tidak terdapat korelasi linier yang signifikan antara *Vulnerability Index* (VI) dan IP aktual ($r_s = -0,414$; $p = 0,355$). Hal ini menunjukkan peta VI berperan sebagai proyeksi potensi risiko fisik dasar, sedangkan pencemaran air tanah aktual di pemukiman lebih dipengaruhi oleh infiltrasi lindi TPA pada jarak yang sangat dekat dan beban kontaminasi sekunder dari sanitasi domestik (*septic tank*) warga. Penelitian ini berdampak strategis sebagai acuan *baseline* pemerintah daerah dalam mitigasi dan perlindungan sumber daya air tanah.

Kata Kunci: Air Tanah, GIS-MCDA, Indeks Pencemaran, Kerentanan Air Tanah, Tempat Pemrosesan Akhir.

ABSTRACT

Shallow groundwater utilization around the Wonokerto Landfill faces contamination risks from leachate infiltration. The importance of this study relies on the need for a spatial tool to map hydrogeological risk zones, with primary difficulties lying in local environmental complexity and residential pollution interferences. This study aims to map intrinsic groundwater vulnerability zones using GIS-MCDA, evaluate actual groundwater quality status using the Pollution Index (PI), and analyze their statistical correlation. GIS-MCDA modeling incorporating five physical parameters (water table, flownet, slope, soil type, and landfill distance) produced a Groundwater Vulnerability Zone Map for Oro-Oro Ombo Kulon Village dominated by High (47.97%) and Very High (29.32%) classes along the downgradient corridor. Laboratory testing of the shallow aquifer ($n = 7$) revealed water quality status ranging from Meeting Standards to Lightly Polluted ($PI = 0.708 - 2.044$), peaking at point T-2 near the landfill ($PI = 2.044$). Spearman's Rank Correlation Test demonstrated no statistically significant linear relationship between the Vulnerability Index (VI) and actual PI ($r_s = -0.414$; $p = 0.355$). This proves that the VI map serves as a baseline physical risk projection, whereas actual groundwater pollution in residential areas is governed by landfill leachate infiltration at very close range and secondary contamination loads from local domestic sanitation (septic tanks). This research provides a strategic baseline for local authorities in groundwater protection and planning.

Keywords: GIS-MCDA, Groundwater, Groundwater Vulnerability, Pollution Index, Landfill.