

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring meningkatnya jumlah penduduk Kabupaten Pasuruan yang mencapai sekitar 1,69 juta jiwa menurut data BPS tahun 2025, aktivitas masyarakat turut meningkat sehingga volume timbunan sampah juga semakin besar. Berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pasuruan, timbunan sampah pada tahun 2025 mencapai 428.850,11 ton dengan sampah masuk *landfill* sebesar 73.000 ton (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional, 2025). Kondisi tersebut menunjukkan meningkatnya beban pengelolaan sampah yang membutuhkan sistem pengolahan akhir yang memadai, karena aktivitas *landfill* berpotensi meningkatkan risiko pencemaran terhadap media lingkungan di sekitarnya akibat aktivitas penimbunan limbah tersebut (Chen et al., 2019).

Air lindi merupakan cairan yang terbentuk akibat infiltrasi air hujan ke dalam timbunan sampah dan proses degradasi bahan organik, sehingga membawa senyawa pencemar dalam konsentrasi tinggi. Keberadaan lindi menjadi perhatian apabila tidak dikendalikan dan dikelola secara memadai dapat meresap ke dalam tanah dan bermigrasi menuju air tanah dangkal, yang pada akhirnya menurunkan kualitas air tanah di wilayah sekitar TPA (Chen et al., 2019).

Beban operasional utama dalam pelayanan persampahan ini bertumpu pada Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Wonokerto yang beroperasi sejak tahun 2021 dengan luas *landfill* aktif sebesar 2.250 m² dan kapasitas desain mencapai 1.152 ton per hari (DLH Kab. Pasuruan, 2025). Fasilitas ini melayani zona domestik padat demografi yang meliputi Kecamatan Pandaan, Gempol, Bangil, dan Sukorejo. Akibat fasilitas penunjang TPA yang masih terbatas dan pengadaan yang bertahap, memicu risiko proses perkolasi yang mempercepat pembentukan air lindi. Kondisi ini menjadi sangat kritis bagi kesehatan lingkungan sekitar karena manifestasi sosiologis masyarakat di koridor TPA masih bergantung pada pemanfaatan air tanah melalui sumur gali dan sumur bor untuk kebutuhan sanitasi harian (DLH Kab. Pasuruan, 2025).

Potensi pencemaran air tanah akibat lindi tidak terjadi secara merata, melainkan dipengaruhi karakteristik hidrogeologi dan fisik lingkungan lokal. Faktor-faktor intrinsik seperti jenis tanah, litologi batuan, kemiringan lereng, penggunaan lahan, dan kedalaman muka air tanah bertindak sebagai media penyaring alami yang menentukan tingkat ketahanan akuifer terhadap kontaminasi eksternal (Marković et al., 2025). Karakteristik parameter yang heterogen ini menyebabkan tingkat sensitivitas risiko antar-wilayah berbeda, sehingga memerlukan instrumen analisis yang mampu memetakan zona kerentanan tersebut secara sistematis.

Pemantauan dampak lingkungan TPA umumnya mengandalkan pengujian kualitas air tanah di laboratorium secara parsial pada beberapa titik sumur aktual. Pendekatan konvensional ini memiliki keterbatasan informasi spasial yang kontinu, karena hasil laboratorium hanya mampu menjelaskan status mutu air pada titik dan waktu tertentu tanpa bisa menggambarkan zona risiko wilayah yang tidak memiliki sumur pantau. Penerapan pemodelan spasial terintegrasi berbasis *Geographic Information System* (GIS) dan *Multi-Criteria Decision Analysis* (MCDA) dapat menjadi solusi untuk menyatukan multi-parameter fisik lahan menjadi satu peta proyeksi kerentanan air tanah berskala mikro yang komprehensif (Tufail et al., 2025).

Guna meminimalkan subjektivitas penentuan bobot parameter fisik model, penelitian ini mengintegrasikan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan melibatkan justifikasi ilmiah dari para pakar (*expertis*) di bidang Teknik Hidrologi dan Geoteknik (Maghribi et al., 2022). Hasil pemodelan ini selanjutnya divalidasi silang menggunakan data kualitas air tanah aktual melalui perhitungan Indeks Pencemaran (IP) dan analisis statistik korelasi non-parametrik. Melalui pendekatan integratif ini, peta zona kerentanan yang dihasilkan ditargetkan menjadi data dasar (*baseline*) strategis bagi Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pasuruan dalam merencanakan pemantauan jangka panjang, menentukan lokasi prioritas sumur pantau baru, serta menyusun regulasi mitigasi perlindungan sumber daya air tanah secara akurat.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan yang akan dibahas dalam tugas penelitian ini ialah:

1. Bagaimana zona kerentanan air tanah di sekitar TPA Wonokerto, Kabupaten Pasuruan yang ditentukan melalui integrasi parameter hidrogeologi dan karakteristik fisik wilayah menggunakan pendekatan GIS–MCDA (*Multi Criteria Decision Analysis*)?
2. Bagaimana sebaran spasial kualitas air tanah masyarakat serta status mutu air tanah di sekitar TPA Wonokerto, Kabupaten Pasuruan berdasarkan parameter fisika-kimia dan Indeks Pencemaran (IP)?
3. Bagaimana hubungan antara Indeks Kerentanan hasil GIS–MCDA dengan status mutu air tanah, serta parameter kerentanan yang paling dominan mempengaruhi tingkat pencemaran air tanah di sekitar TPA Wonokerto, Kabupaten Pasuruan?

1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun tujuan dari tugas penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyusun peta zona kerentanan air tanah di sekitar TPA Wonokerto, Kabupaten Pasuruan menggunakan pendekatan GIS–MCDA melalui integrasi parameter kerentanan.
2. Menganalisis sebaran spasial kualitas air tanah masyarakat serta status mutu air tanah di sekitar TPA Wonokerto, Kabupaten Pasuruan berdasarkan parameter fisika-kimia dan perhitungan Indeks Pencemaran (IP).
3. Menganalisis hubungan antara Indeks Kerentanan dan Indeks Pencemaran serta mengidentifikasi parameter kerentanan yang paling dominan mempengaruhi tingkat pencemaran air tanah melalui analisis statistik.

1.4 Manfaat

Adapun manfaat dari tugas penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyediakan gambaran spasial mengenai kontur muka air tanah, arah aliran air tanah, serta tingkat kerentanan wilayah berdasarkan pendekatan GIS–*Multi Criteria Decision Analysis* (MCDA) yang dapat dimanfaatkan dalam

perencanaan tata ruang, monitoring lingkungan, dan pengelolaan air tanah berkelanjutan di sekitar lokasi penelitian.

2. Memberikan informasi mengenai karakteristik hidrogeologi, kualitas air tanah, serta peta zona kerentanan air tanah di sekitar TPA Wonokerto yang dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam perencanaan pengelolaan TPA, pengendalian potensi migrasi lindi, dan upaya perlindungan sumber daya air tanah secara preventif.
3. Menambah wawasan dan pengetahuan bagi penulis, akademisi, dan masyarakat mengenai dampak keberadaan tempat pemrosesan akhir sampah terhadap kualitas air tanah serta metode analisis yang dapat digunakan untuk mengkajinya.

1.5 Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini difokuskan pada analisis kerentanan dan kualitas air tanah pada sistem akuifer bebas (*unconfined aquifer*) atau air tanah dangkal yang dimanfaatkan langsung oleh masyarakat melalui sumur gali di sekitar TPA Wonokerto, Kabupaten Pasuruan (titik T-2 hingga T-8). Data kedalaman muka air tanah dangkal digunakan untuk menyusun peta kontur freatik dan menginterpretasikan arah aliran air tanah (*flownet*) bawah permukaan secara umum. Sementara itu, sumur bor dalam T-1 (40 m) yang menyadap akuifer tertekan (*confined aquifer*) di area internal TPA difungsikan secara khusus sebagai titik kontrol (*control point*) atau data pembanding hidrogeologis, sehingga dieksklusi dari pemodelan spasial dan analisis korelasi populasi akuifer dangkal.

Pengambilan sampel air tanah dan pengukuran parameter in-situ dilaksanakan secara spesifik pada Senin, 22 Juni 2026 pukul 07.15 – 11.00 WIB. Secara klimatologis, periode pengambilan sampel berlangsung pada musim kemarau, dengan kondisi cuaca saat sampling cerah hingga berawan. Namun berdasarkan hasil wawancara dengan warga setempat, hujan dengan intensitas sedang sempat turun pada malam hari sebelum pelaksanaan sampling, yang menjadi catatan konteks dinamika infiltrasi permukaan jangka pendek.

Pengujian kualitas air tanah berfokus pada 6 parameter indikator utama yang meliputi pH, Padatan Terlarut Total (TDS), Klorida, Amonia, Nitrat, dan Kadmium mengacu pada standar metode uji yang berlaku (APHA dan SNI) serta ambang batas Permenkes No. 2 Tahun 2023. Hasil pengujian dianalisis menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) berdasarkan KepmenLH No. 115 Tahun 2003 untuk menentukan sebaran spasial dan status mutu air tanah pada titik-titik pengamatan akuifer dangkal.

Analisis spasial dieksekusi menggunakan perangkat lunak GIS untuk menyusun layer parameter kerentanan fisik alami, meliputi kemiringan lereng (*slope*), jenis tanah/litologi, kedalaman muka air tanah dangkal, *buffer* jarak terhadap TPA, dan kondisi hidrodinamika (posisi relatif arah aliran). Seluruh parameter tersebut diintegrasikan melalui pendekatan *Multi Criteria Decision Analysis* (GIS-MCDA) berbasis pembobotan *Analytic Hierarchy Process* (AHP) ekspertis untuk menghasilkan peta zona *Vulnerability Index* (VI). Selanjutnya, model kerentanan alami akuifer dangkal tersebut divalidasi secara kuantitatif menggunakan analisis statistik korelasi *Rank Spearman* terhadap nilai Indeks Pencemaran (IP) aktual masyarakat.