

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan aspek penting yang berkaitan dengan langkah melakukan penelitian. Metode memegang peranan penting dalam sebuah penelitian karena menjadi pedoman bagi peneliti dalam menyelesaikan permasalahan dalam penelitian. Metode penelitian di bidang geografi mencakup seluruh proses yang kompleks, mulai dari pengumpulan data, survei lapangan, pemrosesan dan analisis, klasifikasi dan interpretasi, serta uji akurasi data. Semua proses tersebut bertujuan untuk menentukan tingkat kaitan kritis dengan berbagai variabel geografis yang heterogen. Maka dari itu, setiap proses dalam metode penelitian berbasis geografi perlu diintegrasikan agar tujuan dan hasilnya menjadi terkoordinasi dengan akurat.

Pendekatan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan campuran atau gabungan yang menggabungkan unsur-unsur pendekatan penelitian kuantitatif yang memfokuskan data angka dengan instrumen tertentu dan penelitian kualitatif yang menjelaskan data analisis secara naratif. Metode campuran atau gabungan berfokus pada pengumpulan, pengukuran, dan analisis data. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Sistem Informasi Geografis (SIG). Metode Sistem Informasi Geografis merupakan suatu kerangka kerja untuk mengumpulkan, mengelola, dan menganalisis data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Analisa potensi penurunan tanah dilakukan melalui prosedur analisa Sistem Informasi Geografi berupa metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP),

Sistem Informasi Geografi memiliki kemampuan untuk menganalisis berbagai data spasial, salah satunya adalah metode *Analytical Hierarchy Process*. Metode AHP dipakai dalam penelitian ini untuk mendukung analisis data kerawanan penurunan tanah. Metode ini digunakan karena tergolong dalam teknik MCDA (*Multicriteria Decision Analysis*), MCDA sendiri merupakan bidang ilmu yang membantu dalam proses pengambilan keputusan ketika menghadapi banyak kriteria yang saling berkonflik. Metode AHP menyajikan suatu kerangka kerja untuk

mengambil keputusan dengan memanfaatkan analisis Sistem Informasi Geografi (SIG) membantu memberikan keputusan yang tepat mengenai tingkat kerawanan penurunan tanah di wilayah Jakarta Utara berdasarkan kriteria yang di prioritaskan yang dimana hasil dari parameter-parameter potensi penurunan tanah yang sudah dibuat kemudian dilakukan skoring dan pembobotan menggunakan metode AHP sehingga dapat menunjukkan peta potensi penurunan tanah.

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian mengenai pemodelan spasial bencana penurunan tanah ini dilakukan di Jakarta Utara yang merupakan salah satu wilayah administratif Provinsi DKI Jakarta. Secara astronomis Jakarta Utara terletak pada $106^{\circ}42'51''$ - $106^{\circ}58'13''$ BT dan $06^{\circ}5'46''$ - $06^{\circ}10'6''$ LS, dengan ketinggian 0 sampai dengan 20 meter di atas permukaan laut. Letak geografis administratif Jakarta Utara adalah sebagai berikut:

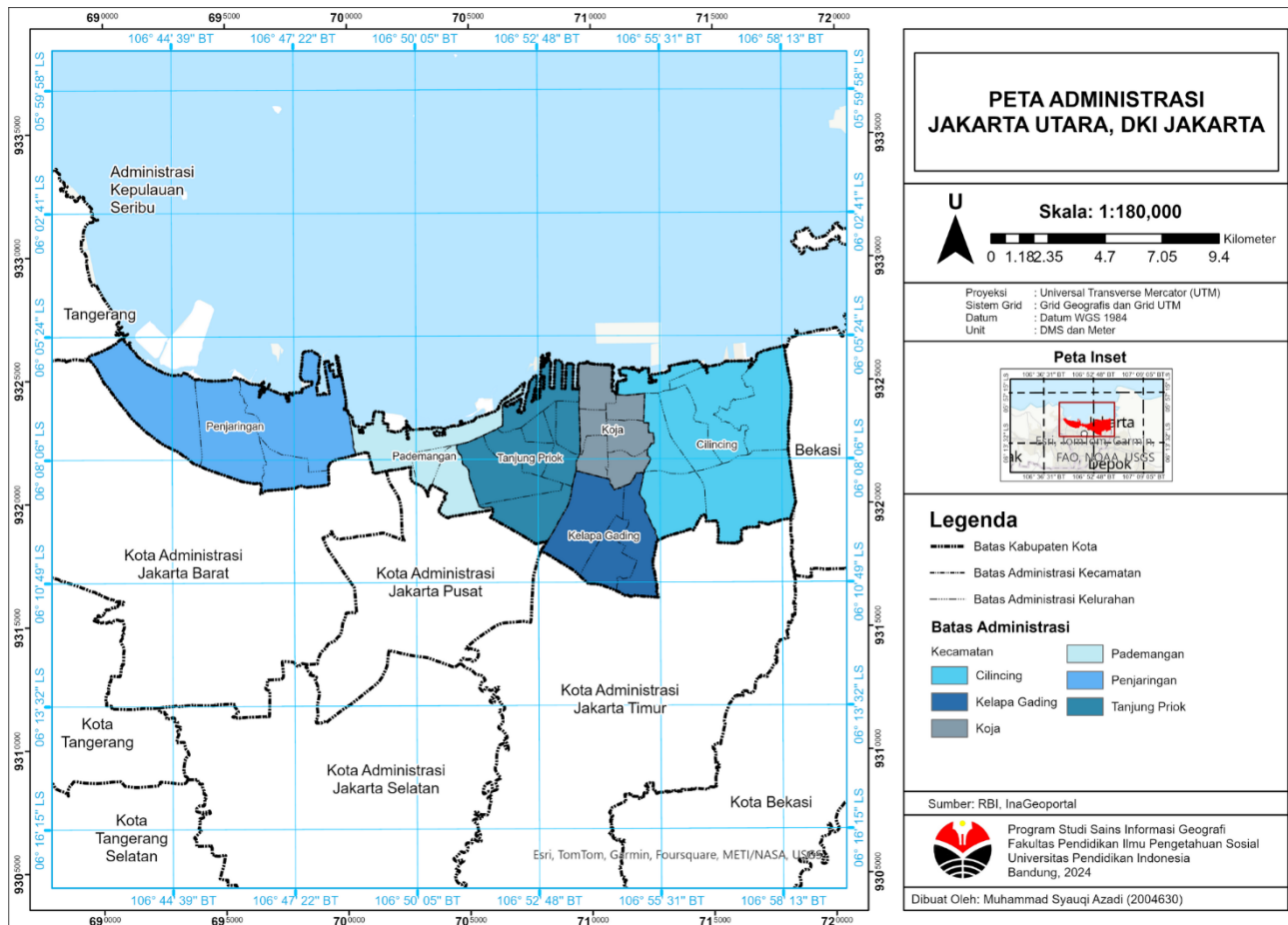
1. Utara : Laut Jawa, Kepulauan Seribu
2. Timur : Jakarta Timur dan Kabupaten Bekasi
3. Selatan: Jakarta Pusat, Jakarta Timur, dan Jakarta Barat
4. Barat : Kabupaten Tangerang dan Jakarta Barat

Luas wilayah Jakarta Utara adalah $146,66 \text{ km}^2$ atau 22,06% dari total luas wilayah DKI Jakarta. Jakarta Utara terdiri dari 6 kecamatan, dengan tabel luas seluruh kecamatan disajikan sebagai berikut.

Tabel 3.1 Luas Kecamatan di Jakarta Utara

No.	Kecamatan	Luas (km ²)	Persentase (%)
1	Koja	12,25	8,36
2	Kelapa Gading	14,87	10,14
3	Tanjung Priok	22,52	15,35
4	Pademangan	11,92	8,13
5	Penjaringan	45,41	30,96
6	Cilincing	39,70	27,07
Total		146,66	100

Sumber: Hasil Analisis (2023)



Gambar 3.1 Peta Administrasi Jakarta Utara

3.3 Alat dan Bahan

Dalam penelitian mengenai pemodelan spasial wilayah terdampak bencana penurunan tanah di Jakarta Utara ini tentunya diperlukan alat dan bahan untuk mengefektifkan proses penelitian. Alat dan bahan tersebut meliputi perangkat lunak serta alat survei untuk memverifikasi hasil pemodelan dan analisis spasial. Berikut rincian alat dan bahan yang diperlukan selama berlangsungnya kegiatan penelitian ini.

3.3.1 Alat Penelitian

Terdapat beberapa alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini untuk keperluan perolehan data dan pemrosesan data. Alat-alat penelitian tersebut terdiri dari:

Tabel 3.2 Alat Penelitian

No.	Alat	Spesifikasi	Fungsi	Penyedia
1	Hardware (Laptop)	Asus VivoBook 14 X441MA	Merupakan komponen utama yang mendukung dalam kelancaran kegiatan penelitian ini	Asus
2	Software	Software ArcGIS Pro 3.0 & ArcMap 10.8	Merupakan perangkat lunak yang mendukung dalam pengolahan data spasial serta visualisasi dalam bentuk peta	ESRI
		Microsoft Office	Merupakan perangkat lunak yang membantu dalam kegiatan analisis dan penyusunan laporan	Microsoft
4	Alat tulis	-	Merupakan alat yang digunakan untuk mencatat hasil yang diperoleh ketika di lapangan	-
5	Instrumen penelitian	-	Merupakan acuan dalam kegiatan penelitian di lapangan	

3.3.2 Bahan Penelitian

Adapun beberapa bahan yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini untuk menunjang keperluan kegiatan penelitian. Bahan-bahan penelitian tersebut terdiri dari instrumen lapangan yang dapat dilihat secara rinci :

Tabel 3.3 Bahan Penelitian

No	Bahan	Bentuk Data		Sumber data
		Tabuler	Spasial	
1	DEM (<i>Digital Elevation Model</i>)	Data Raster: Resolusi spasial 0.27 <i>arcsecond</i>	Pembuatan peta kemiringan lereng	Badan Informasi Geospasial
2	Data Penggunaan Lahan	Data Vektor: Data digital penggunaan lahan	Analisis Faktor Bangunan	Jakarta One Map
3	Data Bangunan	Data Vektor: Data digital sebaran bangunan	Analisis Faktor Bangunan	Jakarta One Map
4	Data Geologi	Data Vektor: Data digital geologi	Analisis Faktor Alami	Badan Geologi
5	Peta Sebaran Patahan	Data Raster: Resolusi skala 1:5.000.000	Analisis Faktor Alami	Badan Geologi
6	Data Kedalaman Air Tanah	Data Atribut: Data sebaran kedalaman air tanah	Analisis Faktor Air Tanah	Balai Konservasi Air Tanah
7	Data Kualitas Muka Air Tanah	Data Atribut: Data sebaran kualitas zona muka air tanah	Analisis Faktor Air Tanah	Balai Konservasi Air Tanah

Sumber: Hasil Analisis (2024)

3.4 Desain Penelitian

Penelitian ini terdiri dari 3 tahapan, yaitu pra-penelitian, pelaksanaan penelitian, dan pasca penelitian. Masing-masing tahapan akan dilaksanakan selama 3 bulan, sehingga total pelaksanaan secara keseluruhan akan berlangsung selama 9 bulan. Berikut ini merupakan rincian waktu pelaksanaan berdasarkan tahapan:

3.4.1 Pra-Penelitian

Tahapan pada pra penelitian merupakan langkah awal saat akan melakukan penelitian. Pada tahapan ini mencakup beberapa langkah sebagai berikut.

a) Penentuan Permasalahan dan Judul

Pada tahapan menentukan permasalahan merupakan tahap mengumpulkan permasalahan - permasalahan yang ada di suatu lokasi yang kemudian perlu dilakukan suatu penelitian. Setelah permasalahan ditentukan selanjutnya yaitu pembuatan judul yang mencakup dari permasalahan tersebut.

b) Pencarian Sumber Literatur

Sumber-sumber literatur yang sesuai dengan judul atau permasalahan dikumpulkan sebagai bahan bacaan dan rujukan dalam penyusunan laporan. Selain mengacu pada judul, literatur dapat berawal dari tema dan masalah yang

diangkat. Sumber literatur dapat berupa artikel ilmiah pada jurnal, buku, skripsi, tesis, dan sebagainya.

c) Pembuatan Proposal Penelitian

Proposal penelitian dapat disusun dari hasil studi literatur agar dapat menjabarkan secara rinci tentang hal – hal yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan, mulai dari latar belakang hingga metode penelitian.

d) Menyusun Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merujuk kepada rangkaian cara yang akan dipakai sebagai instrumen dalam pengumpulan data untuk melakukan pemetaan wilayah terdampak bencana penurunan tanah.

Tabel 3.4 Pra-Penelitian

No	Kegiatan	Januari				Februari				Maret				April			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Mendalami permasalahan yang akan dikaji	■	■														
2	Menentukan judul dan variabel penelitian	■	■	■	■												
3	Mengumpulkan literatur	■	■	■	■	■	■	■	■								
4	Menyusun metode penelitian			■	■	■	■	■	■								
5	Menyusun proposal					■	■	■	■	■	■						
6	Menyusun instrumen penelitian									■	■	■	■	■	■	■	■

3.4.2 Pelaksanaan Penelitian

Tahapan ini berfokus pada pemrosesan data yang telah disiapkan pada tahap pra penelitian. Data diproses berdasarkan literatur yang telah diakses untuk menghasilkan produk penelitian. Berikut adalah rincian dari tahapan pelaksanaan penelitian:

1) Tahap Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini mencakup data observasi langsung di lapangan, informasi dari instansi pemerintah terkait, serta studi literatur berupa buku, jurnal dan peraturan perundang-undangan.

2) Tahap Pengolahan Data dan Pembuatan Peta

Setelah data terkumpul, peneliti melakukan tabulasi untuk memastikan kesesuaian data dengan kebutuhan penelitian. Selanjutnya, data diolah pada peta dasar yang telah diperoleh, seperti pembuatan data kriteria dan juga memberikan skor dan bobot pada data yang terkait dengan kriteria faktor penurunan tanah. Setelah penskoran dan pembobotan pada setiap kriteria telah selesai, tahap selanjutnya adalah melakukan *overlay* data dan memvisualisasikan data tersebut menjadi peta terdampak bencana penurunan tanah

3) Tahap Analisis Data

Tahap ini dilakukan dengan mengurangi jumlah data dengan merangkum data yang telah ditabulasi serta data peta kriteria yang telah diolah pada tahap sebelumnya. Data tersebut diproses menggunakan Software ArcGIS dengan metode *overlay* setiap kriteria yang diperlukan sehingga menghasilkan peta akhir berupa peta terdampak bencana penurunan tanah menggunakan metode AHP. Peta tersebut akan di *overlay* dengan data penurunan tanah eksisting

Tabel 3.5 Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Desember				Januari				Februari				Maret				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Mengumpulkan data sekunder	■	■	■	■	■	■											
2	Mengumpulkan data primer							■	■	■	■							
3	Mengolah data							■	■	■	■	■	■					
4	Validasi lapangan												■	■				
5	Analisis dan pembuatan peta												■	■	■	■	■	■

3.4.3 Pasca Penelitian

Pasca penelitian merupakan tahap terakhir dari seluruh rangkaian tahapan penelitian. Tahap ini termasuk menyusun laporan penelitian dari pengolahan data yang telah dianalisis. Laporan ini dapat digunakan untuk menambah sumber data penurunan tanah dan memberikan informasi terhadap masyarakat sekitar maupun instansi terkait sebaran area yang terdampak bencana penurunan di Jakarta Utara. Laporan ini juga dapat menjadi dasar untuk

penelitian lebih lanjut tentang tema yang sama sehingga dapat memberikan rekomendasi kebijakan yang lebih baik.

Tabel 3.6 Pasca Penelitian

No	Kegiatan	April				Mei				Juni				Juli			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Penyusunan laporan																

3.5 Populasi dan Sampel

3.5.1 Populasi

Populasi merupakan suatu kesatuan individu atau sebuah kumpulan dari komponen-komponen yang terdiri dari lokasi yang akan diteliti. Populasi dapat dipahami sebagai suatu kelompok elemen yang memiliki karakteristik dasar dan ukuran yang sama (Somantri, 2022). Populasi adalah kumpulan dari semua elemen atau objek yang memiliki satu atau lebih karakteristik yang menarik perhatian peneliti untuk dijadikan objek penelitian. (Cooper, 2014)

Populasi pada penelitian ini mencakup wilayah Kota Administrasi Jakarta Utara yang merupakan lokasi penelitian dan juga terdapat populasi manusia yang berupa wawancara serta kuesioner untuk para ahli dalam menentukan skala prioritas parameter dan mengetahui kondisi terkait pengaruh serta potensi dalam terjadinya penurunan tanah di wilayah Jakarta Utara.

3.5.2 Sampel

Sampel adalah bagian atau anggota dari populasi dengan karakteristik yang dapat mewakili populasi yang akan diteliti (Somantri, 2022). Metode pengambilan sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu *stratified random sampling* yang merupakan teknik sampling dengan mengambil sample secara acak dengan dasar pembagian populasi ke dalam strata sesuai tingkatan yang ada. Sampel pada penelitian ini digunakan untuk validasi hasil dari analisis potensi penurunan tanah yang terdiri dari kelas potensi terdampak rendah, terdampak sedang, terdampak tinggi dan terdampak sangat tinggi di wilayah Kota Administrasi Jakarta Utara.

Penentuan titik sampel diambil dengan cara *plotting* setiap kelas tingkat potensi penurunan tanah yang kemudian titik sampel tersebut digunakan dalam memvalidasi tingkat terjadinya penurunan di Jakarta Utara. Jumlah sampel yang diambil disesuaikan dengan populasi penelitian. Pada sampel manusia yang akan diambil yaitu sampel para ahli atau dinas terkait untuk menentukan skala prioritas parameter potensi terjadinya penurunan tanah di Jakarta Utara.

3.6 Variabel Penelitian

Variabel penelitian diartikan sebagai ragam dari sesuatu yang menjadi indikasi penelitian, sasaran penelitian yang mempunyai nilai beragam untuk dipelajari atau ditarik kesimpulan oleh peneliti. Berdasarkan definisi tersebut, maka variabel penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.7 Variabel Penelitian

Variabel	Faktor	Parameter	Sumber Data
<i>Land Subsidence</i>	Faktor Alami	Geologi	Badan Geologi
		Jarak dari Patahan	Primer
	Faktor Air Tanah	Kedalaman Air Tanah	Balai Konservasi Air Tanah
		Kualitas Muka Air Tanah	Balai Konservasi Air Tanah
	Faktor Massa Bangunan	Penggunaan Lahan	Primer
		Klasifikasi Massa Bangunan	Primer

Sumber: Hasil analisis (2024)

Berdasarkan tabel variabel penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa diperlukan beberapa data untuk setiap rumusan masalah yang dikaji. Untuk mengetahui potensi wilayah terdampak bencana penurunan tanah di Jakarta Utara menggunakan tiga faktor pengaruh penurunan tanah yaitu faktor alami, faktor bangunan, dan faktor air tanah yang terdiri dari enam jenis indikator, yaitu geologi, jarak dari patahan, kedalaman air tanah, kualitas muka air tanah, penggunaan lahan, dan klasifikasi massa bangunan. Setelah itu untuk analisis faktor yang sangat berpengaruh dalam penurunan tanah di Jakarta Utara menggunakan metode statistik untuk melihat bagaimana variabel tersebut sangat berpengaruh dalam terjadinya penurunan tanah. Berikut penjelasan dari tiap variabel yang digunakan dalam penelitian ini:

a) Geologi

Muhammad Syauqi Azadi, 2024

PEMODELAN SPASIAL WILAYAH TERDAMPAK BENCANA LAND SUBSIDENCE MENGGUNAKAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) DI JAKARTA UTARA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Jenis tanah memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap penurunan tanah. Tanah dengan karakteristik tertentu memiliki tingkat kerentanan yang berbeda terhadap fenomena ini, yang dipengaruhi oleh komposisi fisik, kemampuan retensi air, dan perilaku mekanis tanah tersebut. Jenis tanah yang lebih lunak, lebih berpori, atau lebih mudah terkompresi menunjukkan kerentanan yang lebih tinggi terhadap penurunan tanah.

b) Jarak dari Patahan

Patahan adalah retakan besar di kerak bumi yang terjadi akibat pergerakan lempeng tektonik, dan wilayah di sekitar patahan cenderung lebih rentan terhadap aktivitas geologis. Area yang dekat dengan patahan dapat lebih rentan terhadap penurunan tanah karena aktivitas patahan menyebabkan deformasi yang merusak struktur tanah atau batuan di sekitarnya. Gerakan yang terjadi pada patahan bisa menyebabkan retakan atau pergeseran yang mengarah pada penurunan tanah lokal.

Aktivitas seismik yang terjadi di patahan dapat menyebabkan pergeseran tanah dan pelemahan struktur tanah di sekitarnya, yang pada akhirnya mempercepat penurunan tanah. Pada daerah sekitar patahan, tanah dapat mengalami kompaksi atau pergeseran yang lebih cepat, terutama jika patahan tersebut aktif. Aktivitas gempa yang terjadi di patahan juga dapat menginduksi penurunan tanah secara mendadak.

c) Kedalaman air tanah

Kedalaman air tanah dapat mempengaruhi risiko penurunan tanah karena air dapat mempengaruhi stabilitas tanah. Ketika air tanah diekstraksi secara berlebihan, volume air dalam akuifer berkurang, menyebabkan penurunan tekanan air dalam pori-pori tanah. Hal ini mengakibatkan butiran tanah saling mendekat dan tanah menjadi lebih padat, yang akhirnya menyebabkan penurunan permukaan tanah.

Semakin dalam air tanah yang diambil, semakin besar kemungkinan terjadinya penurunan tanah, terutama di daerah dengan lapisan tanah yang terdiri dari material lepas seperti pasir atau lempung. Penurunan ini bisa terjadi

secara perlahan-lahan atau bahkan secara tiba-tiba, tergantung pada kecepatan dan volume ekstraksi air tanah.

d) Kualitas muka air tanah

Kualitas muka air tanah menjadi salah satu faktor penyebab penurunan tanah. Muka air tanah yang rusak terjadi akibat ekstraksi air tanah yang berlebihan. Ketika air tanah diekstraksi secara berlebihan, tekanan air yang ada di dalam pori-pori tanah berkurang. Tekanan air ini dapat membantu mendukung berat lapisan tanah di atasnya. Tanpa tekanan air yang cukup, partikel-partikel tanah mulai saling mendekat karena tidak adanya penyangga dari air yang ada di antara mereka sehingga menyebabkan tanah menjadi lebih padat dan volume tanah berkurang, yang secara langsung menyebabkan penurunan permukaan tanah.

Lapisan tanah tertentu, terutama tanah lempung atau tanah yang kaya akan bahan organik seperti gambut, sangat rentan terhadap perubahan kadar air, ketika kualitas muka air tanah menurun, lapisan-lapisan ini mulai mengempis karena air yang menahan strukturnya berkurang. Proses dari kompaksi ini bisa menyebabkan penurunan tanah yang signifikan, terutama di area yang telah mengalami penurunan muka air tanah dalam jangka waktu yang lama.

e) Klasifikasi Massa Bangunan

Klasifikasi massa bangunan atau beban bangunan dapat mempengaruhi risiko penurunan tanah karena semakin padat bangunan, semakin besar kemungkinan penurunan tanah. Bangunan dengan massa yang besar dibangun di atas tanah, beban dari struktur tersebut akan diteruskan ke lapisan tanah di bawahnya. Tanah yang tidak cukup padat atau yang terdiri dari material yang mudah terkompresi cenderung mengalami penurunan volume ketika dikenai beban.

Massa bangunan juga dapat mempengaruhi lapisan tanah yang lebih dalam, terutama jika tanah permukaan tidak cukup kuat untuk menahan beban. Hal ini dapat menyebabkan deformasi pada lapisan tanah yang lebih dalam, yang pada gilirannya dapat memicu penurunan tanah di permukaan. Beban bangunan juga dapat berakibat terhadap kestabilan struktur serta konsolidasi tanah tersebut.

f) Penggunaan lahan

Penggunaan lahan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penurunan tanah. Berbagai aktivitas manusia yang terkait dengan penggunaan lahan dapat memicu, mempercepat, atau memperparah penurunan tanah tergantung pada cara lahan tersebut digunakan dan karakteristik tanah di bawahnya.

Salah satunya seperti penggunaan lahan untuk pembangunan infrastruktur dan gedung-gedung bertingkat tinggi menambah beban yang harus ditanggung oleh lapisan tanah di bawahnya. Tanah yang tidak cukup kuat atau yang belum terkonsolidasi sepenuhnya dapat mengalami penurunan tanah akibat kompresi di bawah beban tersebut.

3.7 Teknik Pengumpulan Data

3.7.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan ringkasan komprehensif dari penelitian sebelumnya terkait topik tertentu. Tinjauan ini mencakup artikel ilmiah, buku, dan sumber-sumber lain yang relevan dengan area penelitian yang spesifik. Studi literatur memberikan deskripsi, ringkasan, serta evaluasi kritis terhadap karya-karya tersebut dalam konteks permasalahan penelitian yang sedang diteliti (Jesson dkk., 2011). Studi literatur digunakan ketika penulis sudah menentukan topik penelitian dan rumusan masalah, di mana studi literatur digunakan dalam membantu pengumpulan data selama di lapangan (Darmadi, 2011 dalam Kartiningrum, 2015)

Kegiatan studi pustaka melibatkan pencarian data sekunder yang berkaitan dengan penelitian berupa jurnal, makalah, maupun informasi dari instansi yang terkait dan relevan. Studi pustaka memiliki tujuan untuk memperkaya referensi peneliti dalam melaksanakan penelitian. Data yang diambil dari studi pustaka pada penelitian ini mencangkup kriteria yang digunakan dalam menganalisis penurunan tanah, karakteristik dan kondisi fisik lokasi penelitian.

3.7.2 Interview

Interview atau wawancara adalah teknik pengumpulan data melalui proses tanya jawab lisan yang berlangsung satu arah, artinya pertanyaan datang dari

pihak yang mewawancarai dan jawaban diberikan oleh yang diwawancarai. Komunikasi berlangsung dalam bentuk tanya-jawab dalam hubungan tatap muka, sehingga gerak dan mimik responden merupakan pola media yang melengkapi kata-kata secara verbal. Teknik wawancara melibatkan interaksi langsung antara peneliti dan responden, di mana peneliti mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang telah disiapkan sebelumnya atau yang muncul selama wawancara berlangsung untuk memperoleh informasi yang mendalam dan detail tentang subjek penelitian (Rachmawati, 2007).

Wawancara diartikan cara menghimpun bahan-bahan keterangan yang dilaksanakan dengan tanya jawab secara lisan, sepihak, bertatap muka secara langsung dan dengan arah tujuan yang telah ditentukan. Proses pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan wawancara terstruktur. wawancara terstruktur adalah pertanyaan-pertanyaan mengarahkan jawaban dalam pola pertanyaan yang dikemukakan. Jadi penulis sudah menyiapkan beberapa pertanyaan mengenai faktor-faktor penyebab *Land Subsidence* di daerah Jakarta Utara.

3.7.3 Angket

Angket merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberikan seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya (Sugiyono, 2014: 142). Angket digunakan untuk mengetahui faktor pengaruh penurunan tanah dari perangkat instansi yang terkait serta dampak yang diakibatkan dari penurunan tanah.

3.7.4 Observasi

Observasi dilakukan untuk memperoleh informasi tentang kondisi kriteria penelitian seperti yang terjadi dalam kenyataan. Data yang diambil melalui observasi lapangan berupa data verifikasi dan akurasi setiap kriteria yaitu data klasifikasi massa bangunan, dan penggunaan lahan.

3.8 Teknik Analisis Data

Analisis data dapat diartikan sebagai satu proses penelitian yang dilakukan setelah semua data yang diperlukan terkumpul hingga dapat memecahkan

permasalahan yang sedang diteliti (Muhson, 2006 dalam Dwi, 2022). Penelitian ini menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif. Teknik pengolahan data yang dilakukan menggunakan metode pembobotan, skoring dan overlay untuk mendapatkan suatu tingkatan risiko tingkat kerawanan penurunan tanah.

3.8.1 Analisis Bencana Penurunan Tanah di Jakarta Utara Menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

Pemodelan spasial wilayah terdampak bencana penurunan tanah menggunakan enam parameter yaitu geologi, jarak dari patahan, kedalaman air tanah, kualitas muka air tanah, penggunaan lahan, dan klasifikasi massa bangunan dengan melakukan pembobotan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Kemudian hasil AHP akan dilakukan klasifikasi untuk mendapatkan tingkat keterdampakan area dalam penurunan tanah dengan dibagi empat kelas.

Tabel 3.8 Kelas Klasifikasi Wilayah Terdampak Penurunan Tanah

Kelas	Indeks Dampak Penurunan Tanah
Terdampak Sangat Tinggi (T1)	Zona wilayah terdampak sangat tinggi
Terdampak Tinggi (T2)	Zona wilayah terdampak tinggi
Terdampak Sedang (T3)	Zona wilayah terdampak Sedang
Terdampak Rendah (T4)	Zona wilayah terdampak rendah

Tahapan dalam pembobotan menggunakan AHP antara lain sebagai berikut.

- 1) Pembuatan *Comparison Matrix* dari hasil wawancara responden berdasarkan nilai skala AHP

Tabel 3.9 Nilai Intensitas AHP

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya (<i>Equal Importance</i>)
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan yang berdekatan (<i>Compromise Value</i>)

Berikut merupakan contoh dari matriks perbandingan

Tabel 3.10 Matriks Perbandingan Kriteria

	Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3
Kriteria 1	X_1	X_2	X_3
Kriteria 2	X_4	X_5	X_6
Kriteria 3	X_7	X_8	X_9
Jumlah	a	b	c

- 2) Menentukan nilai normalisasi matriks dengan cara membagi setiap sel dan kolom dengan jumlah dari setiap kolomnya.

Tabel 3.11 Normalisasi Nilai Matriks Perbandingan

	Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3
Kriteria 1	X_1/a	X_2/b	X_3/c
Kriteria 2	X_4/a	X_5/b	X_6/c
Kriteria 3	X_7/a	X_8/b	X_9/c
Jumlah	a	b	c

- 3) Menentukan nilai *Priority Vector* (PV) dengan cara menjumlahkan nilai rata-rata di setiap kolom matriks yang telah di normalisasi

Tabel 3.12 Perhitungan *Priority Vector* (PV)

	Kriteria 1	Kriteria 2	Kriteria 3	<i>Priority Vector</i>
Kriteria 1	X_1/a	X_2/b	X_3/c	$PV C_1$
	$PV C_1 = \frac{(\frac{X_1}{a}) + (\frac{X_2}{b}) + (\frac{X_3}{c})}{\text{Jumlah Kriteria}}$			
Kriteria 2	X_4/a	X_5/b	X_6/c	$PV C_2$
	$PV C_2 = \frac{(\frac{X_4}{a}) + (\frac{X_5}{b}) + (\frac{X_6}{c})}{\text{Jumlah Kriteria}}$			
Kriteria 3	X_7/a	X_8/b	X_9/c	$PV C_3$
	$PV C_3 = \frac{(\frac{X_7}{a}) + (\frac{X_8}{b}) + (\frac{X_9}{c})}{\text{Jumlah Kriteria}}$			
Jumlah	a	b	c	

- 4) Menghitung nilai estimasi *Consistency Ratio* (CR)
- a) Hitung nilai setiap sel pada *Comparison Matrix* dengan *Priority Vector* (PV) untuk menentukan nilai Vektor Jumlah Bobot (VJB)

$$VJB = \begin{bmatrix} X_1 & X_2 & X_3 \\ X_4 & X_5 & X_6 \\ X_7 & X_8 & X_9 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} PV C_1 \\ PV C_2 \\ PV C_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} VJB C_1 \\ VJB C_2 \\ VJB C_3 \end{bmatrix}$$

- b) Bagi nilai Vektor Jumlah Bobot (VJB) dengan nilai *Priority Vector* (PV) untuk menentukan nilai *Consistency Vector* (CV).

$$CV \begin{bmatrix} \frac{VJB C_1}{PV C_1} & \frac{VJB C_2}{PV C_2} & \frac{VJB C_3}{PV C_3} \end{bmatrix} = [CV C_1 \quad CV C_2 \quad CV C_3]$$

- c) Menghitung nilai rata-rata konsistensi (λ_{max}) dengan membagi jumlah *Consistency Vector* (CV) dengan total kriteria.

$$\lambda_{max} = \frac{CV C_1 + CV C_2 + CV C_3}{\text{Jumlah Kriteria}}$$

- d) Menghitung nilai *Consistency Index* (CI) dengan jumlah elemen atau kriteria yang disimbolkan n .

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

- e) Menghitung *Consistency Ratio* (CR).

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Nilai *Ratio Index* (RI) didasarkan pada jumlah ordo matriks atau jumlah kriteria. Berikut tabel nilai dari *Ratio Index* (RI).

Tabel 3.13 Nilai *Ratio Index* (RI)

Ordo Matriks	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Ratio Index</i>	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.46	1.49

Jika nilai yang didapat kurang dari 0,1, maka dapat disimpulkan bahwa matriks perbandingan yang dibuat konsisten.

Kriteria-kriteria yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada penelitian terdahulu oleh Ghorbanzadeh, dkk (2018), dan juga studi literatur lainnya. Kriteria tersebut juga digunakan dalam penentuan kerawanan penurunan tanah ditambah dengan beberapa data yang mengondisikan daerah kajian dalam faktor penyebab penurunan tanah. Klasifikasi nilai setiap parameter bencana penurunan tanah adalah sebagai berikut:

1. Kriteria Geologi

Tabel 3.14 Nilai Skor Kriteria Geologi

No.	Jenis Tanah	Nilai Skor
1.	Aluvial, Organosol	5

2.	Tanah Glei, Endapan Dataran Banjir	4
3.	Planosol, Grumosol, Endapan Punggungan Pantai	3
4.	Regosol, Pedsol, Mediteran, Latosol, Laterit	2
5.	Litosol, Renzina, Andosol	1

Sumber: Ghorbanzadeh (2018), Hasil Wawancara (2024)

2. Kriteria Jarak dari Patahan

Tabel 3.15 Nilai Skor Kriteria Jarak dari Patahan

No.	Jarak (km)	Nilai Skor
1.	> 5	5
2.	5 – 10	4
3.	10 – 15	3
4.	15 – 20	2
5.	> 20	1

Sumber: Ghorbanzadeh (2024), Hasil Wawancara (2024)

3. Kriteria Kualitas Muka Air Tanah

Tabel 3.16 Nilai Skor Kriteria Kualitas Muka Air Tanah

No.	Kualitas Muka Air Tanah	Nilai Skor
1.	Subzona Rusak	5
2.	Subzona Kritis	4
3.	Subzona Rawan	3
4.	Subzona Aman	2
5.	Daerah Imbuhan Air Tanah	1

Sumber: Hasil Wawancara (2024)

4. Kriteria Kedalaman Air Tanah

Tabel 3.17 Nilai Skor Kriteria Kedalaman Air Tanah

No.	Kedalaman (Mbmt)	Klasifikasi	Nilai Skor
1.	> 35	Sangat Dalam	5
2.	25 - 35	Dalam	4
3.	15 - 25	Menengah	3
4.	8 - 15	Dangkal	2
5.	< 8	Sangat Dangkal	1

Sumber: Ghorbanzadeh (2018), Hasil Wawancara (2024)

5. Kriteria Penggunaan Lahan

Tabel 3.18 Nilai Skor Kriteria Penggunaan Lahan

No.	Jenis Lahan	Nilai Skor
1.	Pertambangan	5
2.	Industri, Permukiman	4
3.	Fasilitas Infrastruktur, Lahan Terbangun	3
4.	Jalan, Lahan Terbuka, Persawahan, Perkebunan	2
5.	Badan Air, Hutan Lahan Basah, Lahan Hijau, Semak Belukar, Tambak, Ladang	1

Sumber: Ghorbanzadeh (2018), dan Hasil Wawancara (2014)

6. Kriteria Klasifikasi Massa Bangunan

Tabel 3.19 Nilai Skor Kriteria Klasifikasi Massa Bangunan

No.	Bangunan	Nilai Skor
1.	Gedung, Rumah Susun, Hotel	5
2.	Industri, Gudang	4
3.	Rumah Besar, Pusat Perbelanjaan	3
4.	Rumah Kecil, Terminal Transportasi, Jalan	2
5.	Lahan Kosong, Lahan Hijau, Lahan Basah	1

Sumber: Hasil Wawancara (2014)

Setelah proses dari pembobotan *analytical hierarchy process* selesai, tahap selanjutnya yaitu *overlay* keseluruhan kriteria atau parameter yang sudah memiliki nilai skor dan bobot. Data vektor yang sudah menjadi kesatuan kemudian diklasifikasikan dengan rentang nilai yang sama ke dalam empat tingkat klasifikasi untuk memvisualisasikan Peta Pemodelan Spasial Wilayah Terdampak Bencana *Land Subsidence* di Jakarta Utara.

3.8.2 Faktor Paling Berpengaruh dalam Penurunan Tanah di Jakarta Utara

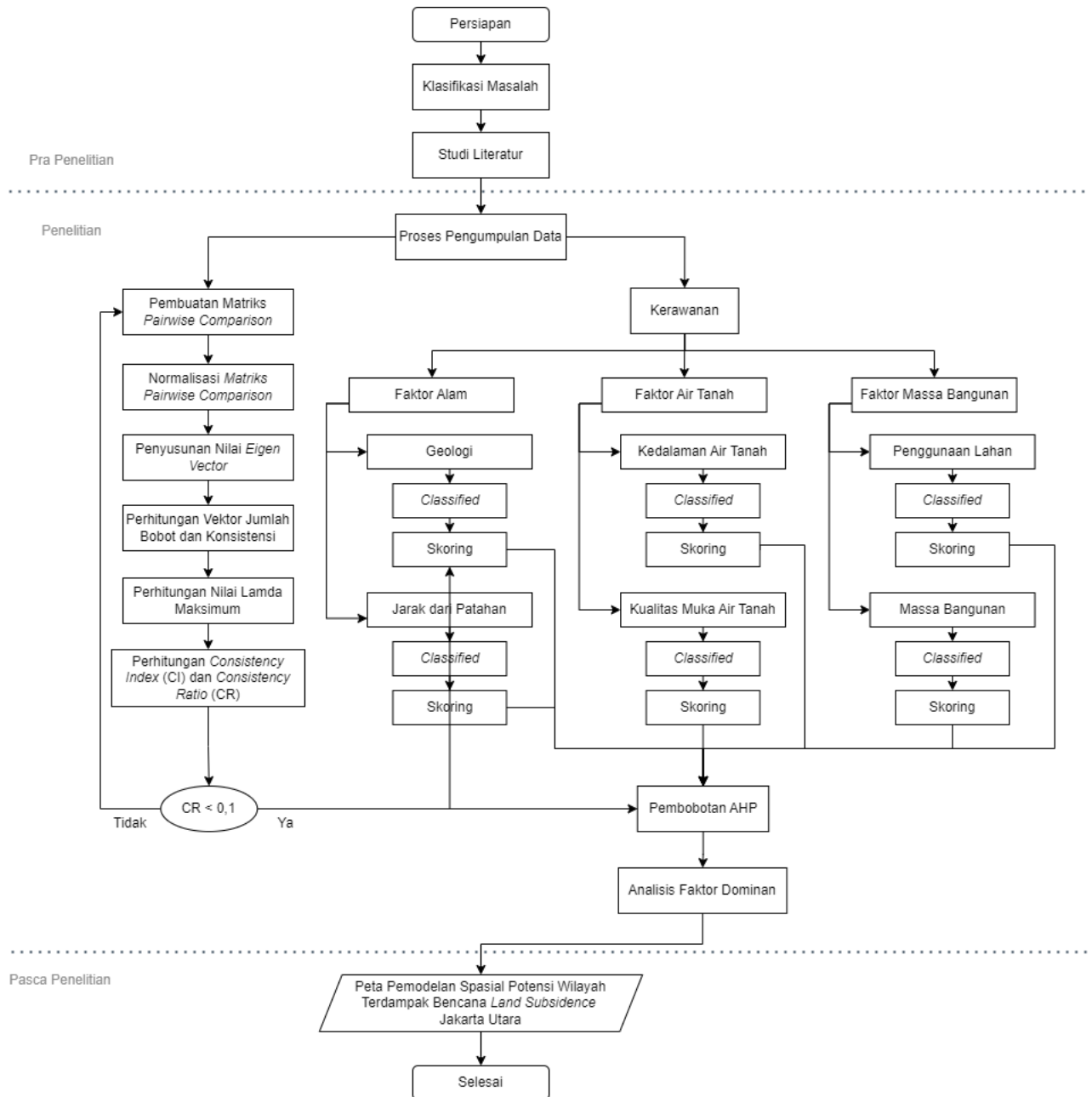
Analisis faktor yang paling berpengaruh dalam penurunan tanah di Jakarta Utara menggunakan nilai bobot dari perhitungan *Analytical Hierarchy Process* yang dimana merupakan langkah penting dalam memahami dinamika terjadinya fenomena penurunan tanah. Dimulai dari mengumpulkan sampel populasi dari para ahli dan menganalisis data yang tepat, maka dapat diketahui

faktor-faktor utama yang menyebabkan penurunan tanah dan mengembangkan strategi mitigasi yang efektif.

Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dapat digunakan dalam menentukan hubungan antara variabel-variabel yang diamati dengan penurunan tanah. Digunakannya statistik dapat berguna untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang paling berpengaruh dalam penurunan tanah. Faktor-faktor atau parameter yang memiliki pengaruh signifikan terhadap penurunan tanah dapat diidentifikasi dan diprioritaskan untuk jadi acuan adanya tindakan mitigasi selanjutnya.

Hasil analisis pembobotan tersebut kemudian di validasi untuk memastikan tingkat keakuratannya. Validasi ini dilakukan dengan membandingkan hasil analisis dengan data penurunan tanah eksisting. Hasil dari perhitungan AHP ini dapat digunakan untuk memperdalam pemahaman mengenai interaksi kompleks antara berbagai faktor penyebab penurunan tanah, sehingga memungkinkan pengambil kebijakan, peneliti, dan pemangku kepentingan mengidentifikasi prioritas tindakan yang diperlukan secara lebih komprehensif. Analisis ini juga membuka peluang untuk melakukan penelitian lanjutan terkait kondisi geoteknis dan perubahan lingkungan yang berkontribusi terhadap penurunan tanah di wilayah tersebut.

3.9 Alur Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian