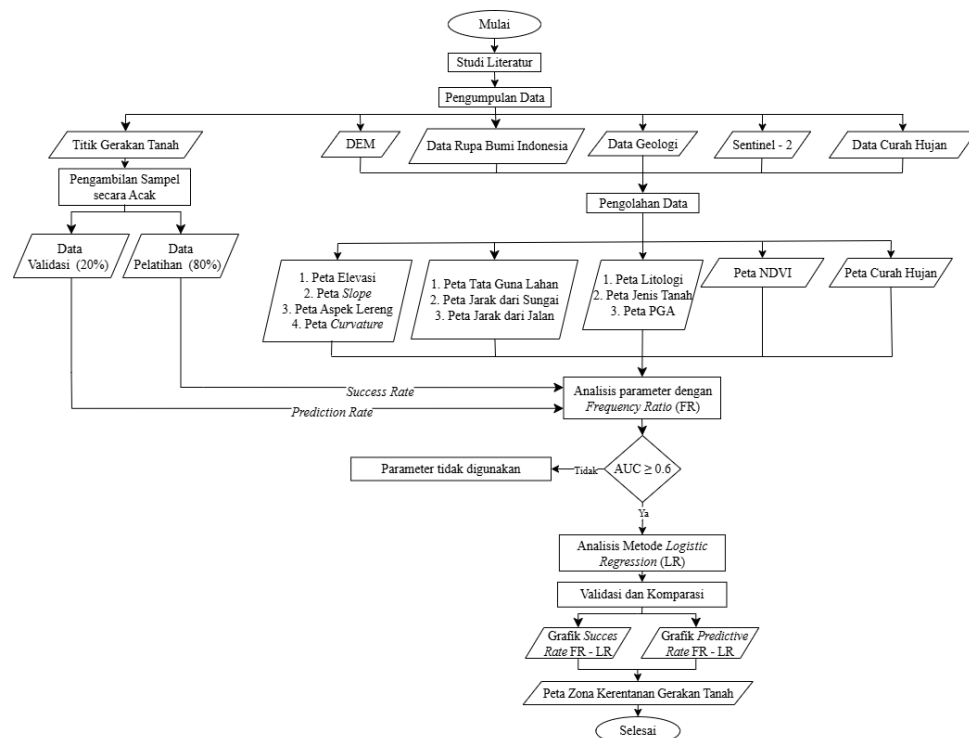


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Alur penelitian dalam penelitian ini dirancang untuk menunjukkan tahapan – tahapan sistematis yang dilakukan dalam proses pembuatan peta zona kerentanan gerakan tanah dengan mengombinasikan metode *Frequency Ratio* (FR) dan *Logistic Regression* (LR). Alur penelitian disusun secara terstruktur untuk menggambarkan setiap langkah penting yang dilalui, mulai dari tahap awal pengumpulan data spasial dan non – spasial, pemilihan dan pengolahan parameter – parameter penentu, hingga analisis statistik dan validasi model. Berikut disajikan diagram alir pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Software dan Tools

Penelitian ini menggunakan *software* Sistem Informasi Geografis (SIG) dan statistik untuk mengolah serta menganalisis data spasial. Berikut merupakan *software* dan *Tools* yang digunakan dalam penelitian ini.

1. ArcGIS versi 10.8

Software ArcGIS 10.8 merupakan perangkat lunak utama yang digunakan dalam pengolahan data spasial. Beberapa *Tools* penting yang paling sering digunakan dalam penelitian ini yaitu :

- *Subset Features* digunakan untuk membagi data titik gerakan tanah menjadi dua kategori, yaitu data latih (*training*) dan data validasi (*testing*).
- *Surface* digunakan untuk menghasilkan peta *Slope*, aspek lereng, elevasi, dan *Curvature* dari data DEM.
- *Raster Calculator* digunakan untuk melakukan operasi matematis antar *Layer raster*, seperti menghitung NDVI, nilai *Z Logistic Regression*, serta perhitungan matematis lainnya.
- *Mosaic To New Raster* digunakan untuk menggabungkan beberapa *Layer raster* menjadi satu *Layer raster* baru, terutama saat data DEM atau citra yang diperoleh terdiri dari lebih dari satu *tile*.
- *Reclassify* digunakan untuk mengelompokkan nilai-nilai *raster* ke dalam kelas atau kategori tertentu berdasarkan rentang nilai yang ditentukan.
- *Euclidean Distance* digunakan untuk menghitung jarak setiap piksel terhadap fitur terdekat, seperti sungai dan jalan yang kemudian dihasilkan dalam bentuk peta *raster* jarak.
- *Extract by Mask* digunakan untuk memotong data *raster* sesuai dengan batas administrasi wilayah penelitian, sehingga hanya area yang relevan yang dianalisis lebih lanjut.

- *Resample* digunakan untuk menyamakan resolusi spasial seluruh *Layer raster* agar memiliki *cell size* sebesar 10 untuk konsistensi dalam analisis spasial.
- *Lookup* digunakan untuk menggabungkan nilai FR ke *raster* parameter berdasarkan atribut tertentu, sehingga setiap kelas *raster* dapat terhubung ke nilai bobotnya.
- *Conversion Tools* seperti *Polygon to Raster*, *Raster to ASCII*, dan *Point to Raster* digunakan untuk mengonversi format data antara vektor, *raster*, dan ASCII, tergantung kebutuhan analisis.
- *3D Analyst Tools* dengan metode *Inverse Distance Weighting (IDW)* digunakan untuk mengolah data curah hujan menjadi peta distribusi spasial berdasarkan titik pengamatan.
- *Project Raster* digunakan untuk menyelaraskan sistem koordinat data *raster* ke sistem proyeksi WGS UTM Zone 47N agar seluruh data memiliki referensi spasial yang sama.
- *Fill* digunakan untuk mengisi kekosongan nilai (*sink*) pada permukaan DEM, sehingga menghasilkan permukaan topografi yang lebih halus dan bebas dari depresi tiruan.
- *Erase* digunakan untuk menghilangkan bagian data yang berada di luar batas administrasi penelitian.
- *Merge* digunakan untuk menggabungkan dua *Layer shapefile* menjadi satu *Layer* baru, seperti ketika menggabungkan hasil *Erase* dengan peta asli jenis tanah.
- *Multipart to Singlepart* digunakan untuk memecah objek *polygon* yang kompleks (*multipart*) menjadi objek *polygon* tunggal (*singlepart*), sehingga setiap fitur dapat dianalisis secara lebih rinci.
- *Clip* juga digunakan sebagai alternatif atau pelengkap *Extract by Mask* dalam proses pemotongan data *raster* atau vektor agar hanya mencakup wilayah penelitian.

2. IBM SPSS *Statistics*

Analisis statistik dilakukan menggunakan IBM SPSS *Statistics*, khususnya untuk metode *Binary Logistic Regression*. Analisis ini digunakan untuk memodelkan hubungan antara parameter – parameter independen dengan variabel dependen berupa kejadian gerakan tanah (1 = terjadi, 0 = tidak terjadi). Fitur yang digunakan adalah *Analyze > Regression > Binary Logistic* dengan metode pemilihan variabel *Forward: LR*. Analisis dilakukan terhadap data pelatihan (*train set*) untuk menghasilkan nilai koefisien β dari masing-masing parameter terpilih. Selain untuk pemodelan, IBM SPSS digunakan untuk menghasilkan *Receiver Operating Characteristic (ROC)* dan menghitung nilai *Area Under Curve (AUC)*.

3. *Microsoft Excel*

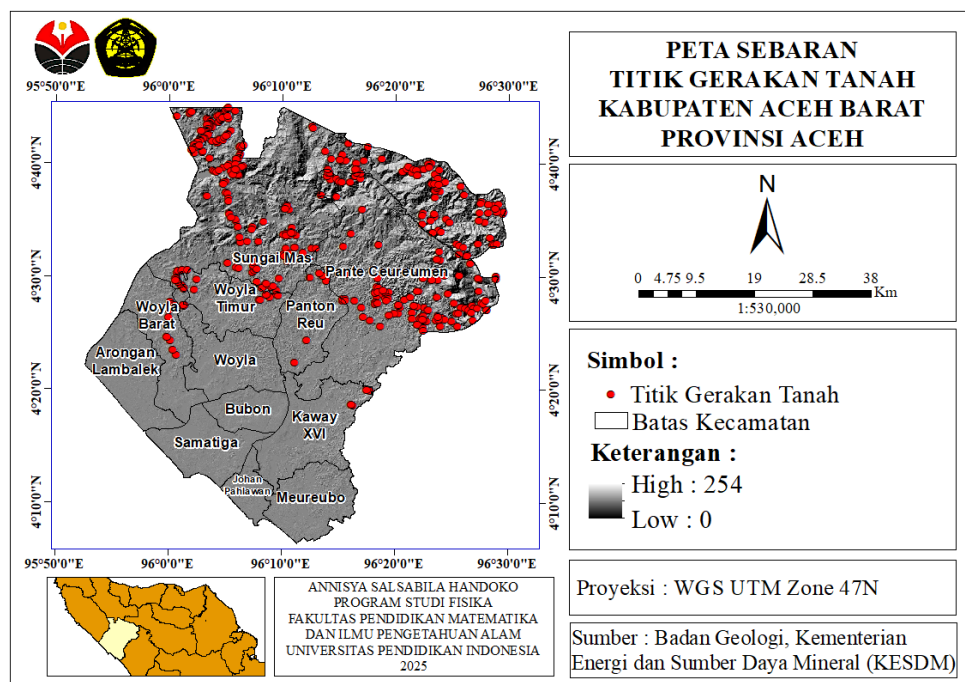
Microsoft Excel digunakan sebagai media tabulasi dan penyusunan data sebelum diintegrasikan ke perangkat lunak lainnya. Di dalam Excel, dihitung rasio antara jumlah piksel kejadian gerakan tanah dengan jumlah total piksel dalam setiap kelas parameter. Selain itu, *Excel* juga dimanfaatkan dalam menghitung nilai *Area Under Curve (AUC)* untuk masing – masing parameter.

3.3 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan berbagai jenis data yang dikumpulkan dari lembaga-lembaga resmi untuk mendukung analisis parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kejadian gerakan tanah di Kabupaten Aceh Barat. Masing-masing data diperoleh melalui tahapan pengumpulan yang berbeda, sesuai dengan karakteristik dan jenisnya. Penjelasan mengenai sumber dan metode pengambilan tiap data disampaikan pada bagian berikut, sedangkan ilustrasi berupa gambar pengumpulan data dapat dilihat pada Lampiran 1.

3.3.1 Data Titik Gerakan Tanah

Data utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah data inventarisasi kejadian gerakan tanah sebanyak 448 titik yang diperoleh secara langsung dari Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Data ini memuat informasi mengenai lokasi-lokasi spesifik kejadian gerakan tanah yang telah terjadi di masa lalu dan digunakan sebagai dasar dalam pemodelan serta validasi kerentanan. Sebaran titik gerakan tanah tersebut ditampilkan pada Gambar 3.2.

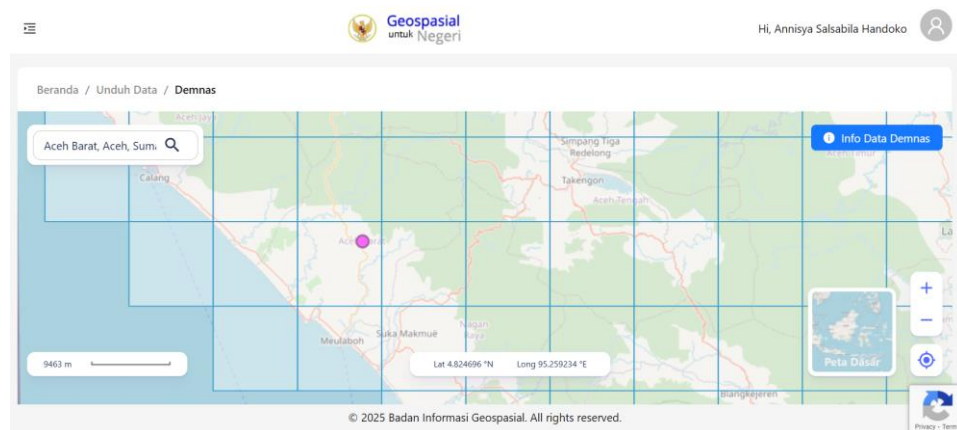


Gambar 3.2 Sebaran Titik Gerakan Tanah pada Wilayah Administrasi Kabupaten Aceh Barat

Gambar 3.2 di atas menampilkan distribusi titik – titik gerakan tanah di Kabupaten Aceh Barat berdasarkan data dari Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Sebaran ini menjadi dasar dalam analisis spasial untuk menentukan keterkaitan antara kejadian gerakan tanah dengan berbagai parameter penyebab gerakan tanah.

3.3.2 Data *Digital Elevation Model* (DEM)

Informasi topografi yang meliputi elevasi, kemiringan lereng (slope), aspek lereng, dan kelengkungan lereng (*curvature*). Data topografi tersebut diperoleh dari peta *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS) yang disediakan oleh Badan Informasi Geospasial (BIG) melalui Portal Tanah Air Indonesia. DEMNAS dipilih karena memiliki cakupan nasional dengan resolusi yang cukup baik, sehingga dapat menggambarkan variasi bentuk permukaan lahan di wilayah penelitian secara detail. Data yang diunduh tersedia dalam format raster dan selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk menurunkan berbagai parameter turunan topografi melalui proses analisis spasial. Portal Tanah Air Indonesia yang menjadi sumber data ditampilkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Tampilan *grid* pengunduhan data *Digital Elevation Model* (DEM)

(Sumber : <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/unduh/demnas>.

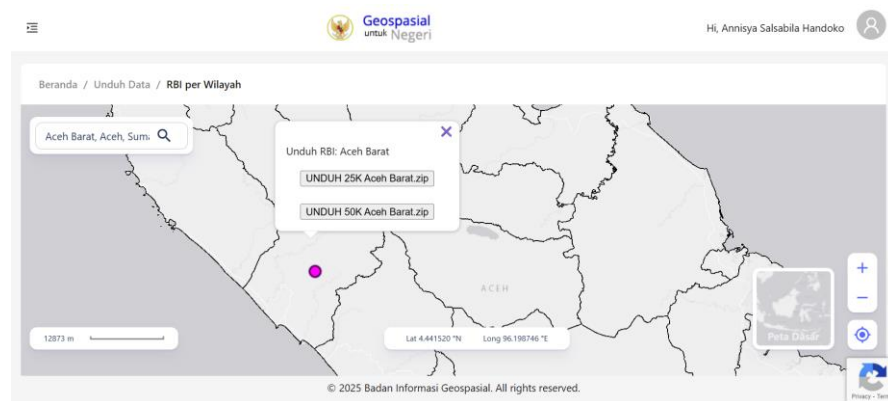
Diakses pada : 22 April 2025)

Data DEM diunduh berdasarkan *tile-tile* yang mencakup wilayah administrasi Kabupaten Aceh Barat. Proses pengunduhan dilakukan dengan memperhatikan cakupan spasial agar seluruh wilayah administratif Kabupaten Aceh Barat terwakili secara menyeluruh tanpa adanya celah data. Dalam penelitian ini, sebanyak 12 *tile* DEM diunduh untuk mewakili

seluruh area penelitian. Data tersebut diperoleh dalam format *raster* (.tif) yang selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk menghasilkan parameter topografi seperti elevasi, *Slope*, aspek lereng, dan *Curvature*.

3.3.3 Data Tata Guna Lahan, Jarak dari Sungai, dan Jarak dari Jalan

Informasi mengenai tata guna lahan (*land use*), jarak dari sungai, dan jarak dari jalan diambil dari peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) yang juga bersumber dari Badan Informasi Geospasial (BIG) melalui Portal Tanah Air Indonesia. Data ini dimanfaatkan untuk mengetahui pengaruh aktivitas manusia dan tata ruang terhadap tingkat kerentanan gerakan tanah di wilayah Kabupaten Aceh Barat.



Gambar 3.4 Tampilan Rupa Bumi Indonesia Pengunduhan Data Tata Guna Lahan, Jarak dari Sungai, dan Jarak dari Jalan

(Sumber : <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/unduh/rbi-wilayah>.

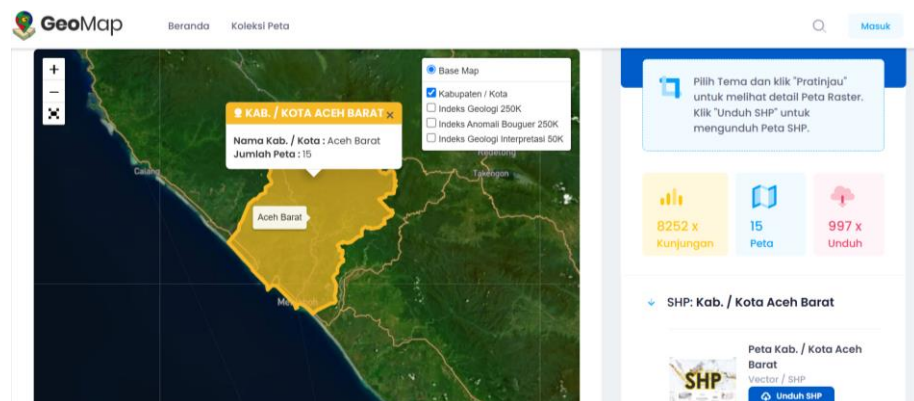
Diakses pada : 22 April 2025)

Pada Gambar 3.4, proses pengunduhan data RBI menyediakan dua pilihan resolusi, yaitu skala 1:25.000 dan 1:50.000. Dalam penelitian ini dipilih skala 1:50.000 karena cakupannya dianggap lebih representatif terhadap kebutuhan spasial di Kabupaten Aceh Barat, serta mampu memberikan keseimbangan antara ketelitian data dan luas area yang dianalisis. Data RBI yang diunduh disajikan dalam format kompresi (.zip) dan di dalamnya telah tersedia berbagai *layer* dalam bentuk *shapefile*, antara

lain jaringan jalan, jaringan sungai, batas administrasi, serta informasi penutup lahan. Keberagaman layer tersebut sangat penting karena menjadi sumber utama dalam penyusunan parameter penelitian yang berkaitan dengan kondisi fisik dan lingkungan wilayah penelitian.

3.3.4 Data Litologi

Data litologi diperoleh dari Peta Geologi lembar Aceh Barat yang bersumber dari *Geomap* milik Pusat Survei Geologi dapat dilihat pada Gambar 3.5. Peta ini dipilih karena cakupannya sesuai dengan batas administrasi Kabupaten Aceh Barat sehingga mampu merepresentasikan kondisi geologi di wilayah penelitian secara akurat. Peta ini diunduh berdasarkan lembar peta yang mencakup wilayah administrasi Kabupaten Aceh Barat. Proses pengunduhan dilakukan dengan memilih lembar peta yang relevan, kemudian data disimpan dalam format digital yang siap digunakan untuk analisis spasial.



Gambar 3.5 Tampilan *Geomap* Pengunduhan Data Litologi

(Sumber : <https://geologi.esdm.go.id/geomap/pages/district/11.05>.

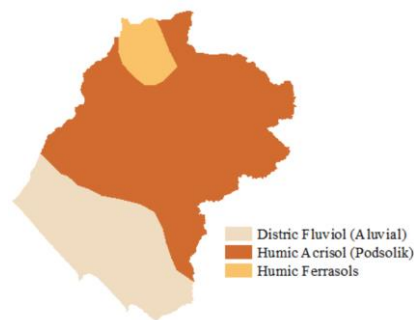
Diakses pada : 4 Maret 2025)

Pada Gambar 3.5 ditampilkan proses pengunduhan data litologi yang digunakan dalam penelitian ini. Data tersebut diperoleh dari Peta Geologi Indonesia skala 1:100.000 yang tersedia melalui portal *GeoMap* milik Pusat Survei Geologi, Badan Geologi. Data diunduh dalam format

shapefile (.shp) yang memuat informasi spasial mengenai sebaran satuan batuan di wilayah Kabupaten Aceh Barat.

3.3.5 Data Jenis Tanah

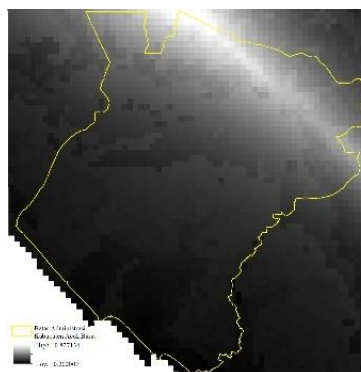
Data jenis tanah diperoleh dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Aceh. Data ini memuat informasi mengenai klasifikasi jenis tanah di Kabupaten Aceh Barat. Data tersebut diperoleh dalam format *shapefile* (.shp) yang disajikan pada Gambar 3.6 berikut.



Gambar 3.6 Tampilan Data Jenis Tanah dari Bappeda Aceh

3.3.6 Data *Peak Ground Acceleration* (PGA)

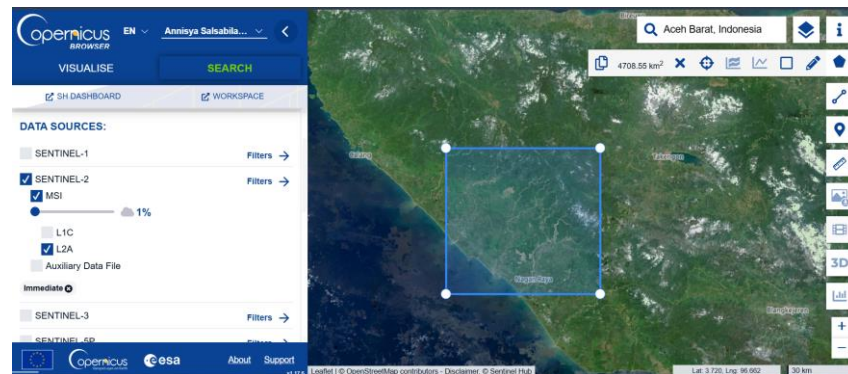
Data *Peak Ground Acceleration* (PGA) diperoleh dari Badan Geologi yang memuat informasi mengenai distribusi nilai percepatan tanah maksimum yang diperkirakan dapat terjadi akibat aktivitas seismik di wilayah Kabupaten Aceh Barat. Data disediakan dalam format *raster* (.tif) dan ditampilkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Tampilan Data PGA dari Badan Geologi

3.3.7 Data *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)

Data vegetasi diperoleh dari citra satelit *Landsat 8 Sentinel – 2* yang diunduh melalui situs resmi *Copernicus Data Space Ecosystem*. Citra ini digunakan untuk menghitung *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) sebagai representasi tingkat kerapatan vegetasi pada permukaan lahan di wilayah Kabupaten Aceh Barat.



Gambar 3.8 Laman Pengambilan Data citra Sentinel – 2 melalui *Copernicus Data Space Ecosystem*

(Sumber : <https://browser.dataspace.copernicus.eu/>. Diakses pada : 22 April 2025)

Tahapan dalam proses pengunduhan citra melalui portal *Copernicus Data Space Ecosystem* dilakukan untuk memperoleh data yang sesuai dengan wilayah penelitian. Langkah pertama yaitu pencarian lokasi Kabupaten Aceh Barat menggunakan fitur pencarian. Pembuatan *Area of Interest* (AOI) berbentuk persegi panjang yang mencakup seluruh wilayah studi dilakukan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.8 di atas.

Selanjutnya, menu pencarian (*Search*) diatur dengan memilih sumber data Sentinel-2 dengan sensor MSI. Tahap ini dilakukan dengan menetapkan batas tutupan awan serendah mungkin untuk memperoleh citra yang bersih serta menentukan rentang waktu akuisisi data. Setelah hasil pencarian ditampilkan, *Band 8 (Near Infrared/NIR)* dan *Band 4 (Red)*

dipilih untuk diunduh karena kedua *band* tersebut digunakan dalam perhitungan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI).

3.3.8 Data Curah Hujan

Data curah hujan diperoleh dari basis data *Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Station* (CHIRPS). Data ini memberikan informasi spasial dan temporal mengenai distribusi curah hujan yang dapat memicu terjadinya gerakan tanah, terutama pada wilayah dengan curah hujan tinggi atau intensitas hujan yang ekstrem. Tampilan laman unduhan CHIRPS ditunjukkan pada Gambar 3.9 berikut.

Index of /products/CHIRPS-2.0/indonesia_monthly/bils/

File Name ↓	File Size ↓	Date ↓
Parent directory/	-	-
sub/	-	2019-Aug-22 18:09
chirps-v2.0_198101.tar.gz	181.6 KiB	2016-Nov-21 22:33
chirps-v2.0_198102.tar.gz	200.3 KiB	2016-Nov-21 22:33
chirps-v2.0_198103.tar.gz	211.2 KiB	2016-Nov-21 22:33
chirps-v2.0_198104.tar.gz	223.0 KiB	2016-Nov-21 22:33
chirps-v2.0_198105.tar.gz	242.0 KiB	2016-Nov-21 22:33
chirps-v2.0_198106.tar.gz	239.8 KiB	2016-Nov-21 22:34
chirps-v2.0_198107.tar.gz	241.7 KiB	2016-Nov-21 22:34
chirps-v2.0_198108.tar.gz	226.8 KiB	2016-Nov-21 22:34
chirps-v2.0_198109.tar.gz	238.4 KiB	2016-Nov-21 22:34
chirps-v2.0_198110.tar.gz	238.7 KiB	2016-Nov-21 22:34
chirps-v2.0_198111.tar.gz	236.6 KiB	2016-Nov-21 22:34
chirps-v2.0_198112.tar.gz	212.3 KiB	2016-Nov-21 22:34

Gambar 3.9 Laman Pengunduhan Data Curah Hujan melalui Portal CHIRPS

(Sumber : https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/indonesia_monthly/bils/. Diakses pada : 22 April 2025)

Gambar 3.9 memperlihatkan tampilan portal CHIRPS yang digunakan untuk memperoleh data curah hujan di wilayah Indonesia. Data yang diunduh dipilih dalam bentuk data bulanan dengan rentang waktu tahun 2005 hingga 2025 yang selanjutnya digunakan untuk menghitung rata – rata curah hujan tahunan di wilayah Kabupaten Aceh Barat. Pemilihan data dari portal CHIRPS didasarkan pada ketersediaan jangka waktu yang panjang dan cakupan spasial yang luas.

3.4 Pengolahan Data Parameter

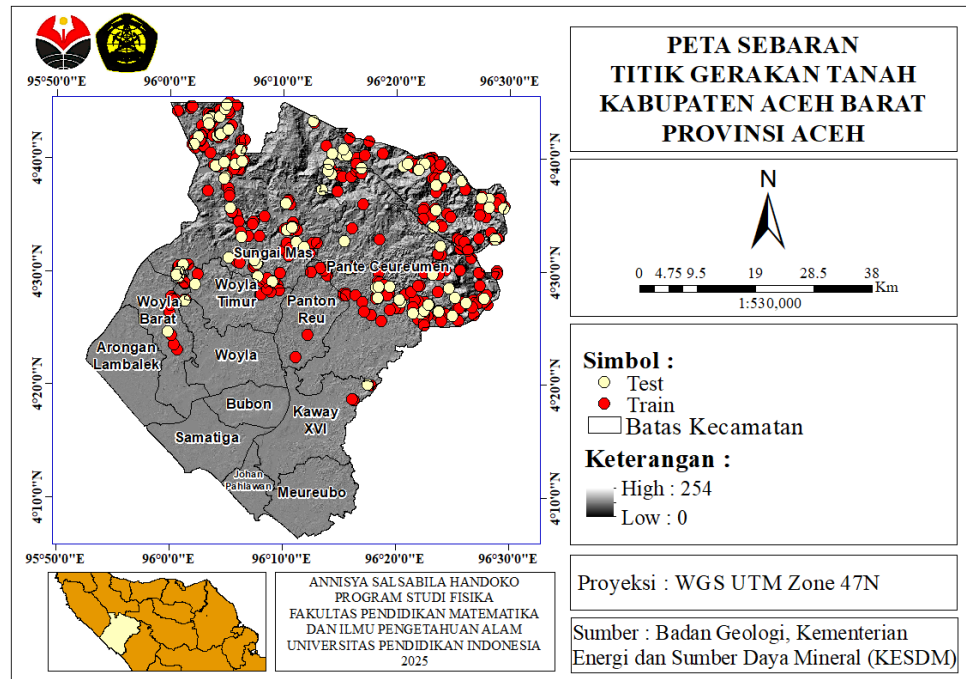
Pengolahan data parameter dilakukan sebagai tahap lanjutan setelah proses pengumpulan data. Setiap parameter yang digunakan dalam analisis kerentanan gerakan tanah diproses sesuai dengan karakteristik dan jenis datanya masing-masing. Seluruh *layer* raster parameter disesuaikan agar memiliki resolusi spasial (*cell size*) yang seragam yaitu 10 meter serta jumlah piksel yang sama. Selain itu, semua data diproyeksikan ke sistem koordinat WGS 1984 UTM *Zone* 47N agar berada dalam referensi spasial sesuai dengan zona waktu Kabupaten Aceh Barat. Tahapan pengolahan meliputi pemotongan wilayah, konversi format data, serta klasifikasi ke dalam beberapa kelas tertentu sesuai kebutuhan setiap parameter. Penjelasan rinci mengenai proses pengolahan masing-masing parameter disampaikan pada bagian berikut, sedangkan ilustrasi berupa gambar tahapan pengolahan data dapat dilihat pada Lampiran 2.

3.4.1 Titik Gerakan Tanah

Titik gerakan tanah yang telah diunduh dibagi menjadi dua dataset, yaitu data pelatihan (*training*) sebesar 80% dan data validasi (*testing*) sebesar 20%. Pembagian dilakukan secara acak menggunakan *Tool Subset Features* pada perangkat lunak ArcGIS, sehingga distribusi data pelatihan dan data validasi merata. Pada proses ini, *input features* berupa *layer* seluruh titik gerakan tanah, kemudian direktori dan nama *file* ditentukan untuk *output training feature class* yang menampung 80% titik, serta *output test feature class* yang menampung 20% sisanya. Parameter *size of training feature subset* diisi dengan nilai 80, dengan satuan *percentage of input* yang menandakan bahwa 80% dari total titik digunakan sebagai data pelatihan, sedangkan sisanya sebagai data validasi.

Gambar 3.10 menampilkan sebaran titik gerakan tanah hasil pembagian data pelatihan (*train*) dan data validasi (*test*). Data pelatihan digunakan untuk membangun dan melatih model agar dapat mengenali pola hubungan antara parameter penyebab dengan kejadian longsor. Sementara

itu, data validasi berfungsi untuk menguji kinerja model secara independen sehingga hasil yang diperoleh tidak hanya sesuai dengan data latih, tetapi juga mampu memprediksi kejadian pada data baru.



Gambar 3.10 Sebaran Titik Gerakan Tanah Hasil Pembagian Data Pelatihan (*train*) dan Data Validasi (*test*)

Rincian jumlah titik pada masing – masing dataset hasil pembagian menggunakan *Tool Subset Features* dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Jumlah Titik Gerakan Tanah pada Setiap Dataset

Dataset	Jumlah Titik Gerakan Tanah
Data Pelatihan (<i>train</i>)	358
Data Validasi (<i>test</i>)	90

Setelah pembagian dataset, data pelatihan dan data validasi masing-masing dikonversi ke format raster menggunakan *Tool Point to Raster*. Konversi ini dilakukan agar data titik dapat diproses bersama dengan *layer* parameter lain yang berbentuk raster. Selanjutnya, data raster hasil konversi diolah menggunakan *Tool Raster Calculator* untuk menghasilkan raster

boolean. Pada raster boolean ini, piksel yang merepresentasikan titik gerakan tanah bernilai 1, sedangkan piksel lainnya menjadi *NoData*. Raster *boolean* tersebut berfungsi sebagai *masking layer* yang hanya menampilkan nilai pada lokasi titik pelatihan dan digunakan untuk mengekstrak nilai parameter pada tahap analisis spasial berikutnya.

3.4.2 Parameter Elevasi, Kemiringan Lereng (*Slope*), Aspek Lereng, dan Kelengkungan (*Curvature*)

Data *Digital Elevation Model* (DEM) yang digunakan terdiri dari 12 *tile* raster yang mencakup seluruh wilayah Kabupaten Aceh Barat. Seluruh *tile* digabungkan menjadi satu raster utuh menggunakan *Tool Mosaic To New Raster* pada ArcGIS agar lebih mudah diolah pada tahap selanjutnya. Resolusi spasial ditetapkan sebesar 10 meter untuk menjaga konsistensi dengan parameter lain, sedangkan tipe piksel diatur sebagai *32_BIT_FLOAT* agar nilai elevasi tersimpan secara presisi. Raster hasil mosaik kemudian dipotong sesuai batas administrasi Kabupaten Aceh Barat menggunakan *Tool Extract by Mask*.

3.4.2.1 Parameter Elevasi

Data DEM yang telah dipotong sesuai batas wilayah kemudian diklasifikasi menggunakan *Tool Reclassify*. Proses klasifikasi ini dilakukan untuk mengelompokkan nilai elevasi ke dalam kelas-kelas tertentu sehingga distribusi ketinggian wilayah dapat dipetakan secara lebih terstruktur dan mudah dianalisis. Dengan adanya pengelompokan kelas, pola keragaman elevasi dapat terlihat jelas serta mempermudah dalam menghubungkan kondisi topografi dengan faktor kerentanan gerakan tanah.

Dalam penelitian ini digunakan metode *Defined Interval*, yaitu metode yang membagi rentang nilai elevasi ke dalam interval yang sama besar. Metode *Defined Interval* digunakan untuk membagi elevasi menjadi 10 kelas dengan interval sekitar 175 meter. Pengaturan batas kelas dilakukan langsung pada kolom *Break Values* di jendela *Reclassify* sehingga

penentuan interval sesuai dengan kebutuhan analisis. Hasil *reclassify* ini kemudian menjadi dasar untuk tahap analisis berikutnya, terutama dalam mengidentifikasi hubungan antara kelas elevasi dengan distribusi kejadian gerakan tanah di Kabupaten Aceh Barat.

Menurut Sinčić dkk. (2025), klasifikasi elevasi ke dalam 10 kelas diketahui memberikan performa model yang stabil dan akurat, namun pada penelitian ini interval kelas dimodifikasi agar sesuai dengan kondisi wilayah penelitian. Klasifikasi elevasi ditampilkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Klasifikasi Parameter Elevasi

No.	Elevasi (m)
1.	$0 \leq x < 175$
2.	$175 \leq x < 350$
3.	$350 \leq x < 525$
4.	$525 \leq x < 700$
5.	$700 \leq x < 875$
6.	$875 \leq x < 1050$
7.	$1050 \leq x < 1225$
8.	$1225 \leq x < 1400$
9.	$1400 \leq x < 1575$
10.	$x \geq 1575$

3.4.2.2 Parameter Kemiringan Lereng (*Slope*)

Parameter kemiringan lereng (*slope*) diperoleh menggunakan *Tool Slope* pada menu *Surface* yang menghitung tingkat kecuraman wilayah dalam satuan derajat. Klasifikasi lereng mengacu pada Van Zuidam (1985) yang membagi lereng ke dalam tujuh kelas, yaitu datar, sangat landai, landai, agak curam, curam, sangat curam, dan terjal. Pengelompokan nilai dilakukan melalui menu *Classify* pada jendela *Reclassify* dengan penetapan batas kelas pada kolom *Break Values*.

3.4.2.3 Parameter Aspek Lereng

Parameter aspek lereng diolah menggunakan *Tool Aspect* dalam *Surface* berdasarkan data DEM yang sama. Pada tahapan ini, *raster* hasil pembuatan peta aspek lereng diklasifikasikan ke dalam 10 kelas dengan metode klasifikasi *Natural Breaks (Jenks)*. Pengelompokan nilai dilakukan melalui menu *Classify* pada jendela *Reclassify*. Klasifikasi parameter aspek lereng disajikan pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Klasifikasi Parameter Aspek Lereng

No.	Aspek Lereng (°)	Klasifikasi
1.	$-1 \leq x < 0$	Datar
2.	$0 \leq x < 22,5$	Utara
3.	$22,5 \leq x < 67,5$	Timur Laut
4.	$67,5 \leq x < 112,5$	Timur
5.	$112,5 \leq x < 157,5$	Tenggara
6.	$157,5 \leq x < 202,5$	Selatan
7.	$202,5 \leq x < 247,5$	Barat Daya
8.	$247,5 \leq x < 292,5$	Barat
9.	$292,5 \leq x < 337,5$	Barat Laut
10.	$337,5 \leq x < 360$	Utara

3.4.2.4 Parameter Kelengkungan Lereng (*Curvature*)

Parameter kelengkungan lereng (*curvature*) diperoleh menggunakan *Tool Curvature* pada menu *Surface* yang menghasilkan dua output raster, yaitu *profile curvature* dan *plan curvature*. *Profile curvature* menggambarkan kelengkungan permukaan pada arah vertikal (searah aliran) yang memengaruhi percepatan atau perlambatan aliran air, sedangkan *plan curvature* menunjukkan kelengkungan permukaan secara horizontal (tegak lurus aliran) yang memengaruhi arah penyebaran aliran air. Menurut Gholami dkk. (2019), kedua parameter ini diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu cekung (*concave*) dengan nilai negatif,

cembung (*convex*) dengan nilai positif, dan datar (*flat*) dengan nilai mendekati nol.

Klasifikasi tersebut memudahkan dalam interpretasi bentuk permukaan lereng, di mana lereng cekung cenderung mengumpulkan aliran air sehingga berpotensi meningkatkan kejenuhan tanah, lereng cembung lebih rentan terhadap pelepasan material karena konsentrasi gaya gravitasi, sedangkan kondisi datar relatif lebih stabil karena tidak banyak memengaruhi pergerakan aliran permukaan. Hasil klasifikasi menghasilkan raster baru untuk *profile curvature* dan *plan curvature* yang masing-masing ditampilkan pada Tabel 3.4 dan Tabel 3.5.

Tabel 3.4 Klasifikasi Parameter *Profile Curvature*

No.	<i>Profile Curvature</i> (°)	Klasifikasi
1.	$-111,50 \leq x < -33,03$	<i>Concave</i>
2.	$-33,03 \leq x < 45,42$	<i>Flat</i>
3.	$45,42 \leq x < 123,89$	<i>Convex</i>

Tabel 3.5 Klasifikasi Parameter *Plan Curvature*

No.	<i>Plan Curvature</i> (°)	Klasifikasi
1.	$-56,48 \leq x < -0,99$	<i>Concave</i>
2.	$-0,99 \leq x < 0,44$	<i>Flat</i>
3.	$0,44 \leq x < 84,15$	<i>Convex</i>

3.4.3 Parameter Tata Guna Lahan, Jarak dari Sungai, dan Jarak dari Jalan

Setelah *file* kompresi (.zip) data Rupa Bumi Indonesia (RBI) diekstrak, diperoleh sejumlah *Layer shapefile* yang merepresentasikan berbagai elemen geografis di wilayah penelitian. *Layer – layer* tersebut kemudian dipilih dan diproses sesuai dengan parameter yang dibutuhkan, yaitu tata guna lahan, jarak dari sungai, dan jarak dari jalan, sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut dalam bentuk *raster*.

3.4.3.1 Parameter Tata Guna Lahan

Parameter tata guna lahan diperoleh dari peta RBI yang terlebih dahulu dipotong sesuai batas administrasi wilayah penelitian. Data ini mencakup berbagai klasifikasi penggunaan lahan, seperti permukiman, hutan, sawah, dan semak belukar. Peta hasil pemotongan masih berbentuk poligon (.shp), sehingga dikonversi menjadi raster menggunakan *Tool Polygon to Raster*. Hasil klasifikasi tata guna lahan ditampilkan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Klasifikasi Parameter Tata Guna Lahan

No.	Klasifikasi
1.	Pasir / Bukit Pasir Darat
2.	Perkebunan / Kebun
3.	Tegalan / Ladang
4.	Sawah
5.	Danau / Situ
6.	Empang
7.	Tanah Kosong / Gundul
8.	Hutan Rimba
9.	Semak Belukar
10.	Rawa
11.	Sungai
12.	Tambak
13.	Permukiman dan Tempat Kegiatan

3.4.3.2 Parameter Jarak dari Jalan

Parameter jarak dari jalan diperoleh dengan memotong jaringan jalan menggunakan *Tool Clip* sesuai batas administrasi Kabupaten Aceh Barat, kemudian diproyeksikan ke zona WGS UTM 47N. Jarak tiap lokasi terhadap jalan terdekat dihitung menggunakan *Tool Euclidean Distance*, lalu hasilnya diklasifikasikan ke dalam 10 kelas dengan interval 2.500 meter menggunakan *Tool Reclassify* dan metode *Defined Interval*.

Proses klasifikasi ini menghasilkan peta raster yang menunjukkan nilai jarak dari setiap titik di wilayah penelitian terhadap jaringan jalan terdekat. Nilai jarak tersebut kemudian diklasifikasikan ke dalam 10 kelas dengan interval 2.500 meter menggunakan *Tool Reclassify* dengan metode *Defined Interval*. Menurut Tehrany dkk. (2019), klasifikasi jarak dari jalan ke dalam 10 kelas dapat meningkatkan akurasi model, namun pada penelitian ini rentang kelas dimodifikasi agar sesuai dengan kondisi wilayah penelitian. Hasil klasifikasi jarak dari jalan ditampilkan pada Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Klasifikasi Parameter Jarak dari Jalan

No.	Jarak dari Jalan (m)
1.	$0 \leq x < 2500$
2.	$2500 \leq x < 5000$
3.	$5000 \leq x < 7500$
4.	$7500 \leq x < 10000$
5.	$10000 \leq x < 12500$
6.	$12500 \leq x < 15000$
7.	$15000 \leq x < 17500$
8.	$17500 \leq x < 20000$
9.	$20000 \leq x < 22500$
10.	$x \geq 22500$

3.4.3.3 Parameter Jarak dari Sungai

Parameter jarak dari sungai diperoleh dengan memotong jaringan sungai menggunakan *Tool Clip* sesuai batas administrasi Kabupaten Aceh Barat, kemudian diproyeksikan ke zona WGS UTM 47N. Jarak tiap lokasi terhadap sungai terdekat dihitung menggunakan *Tool Euclidean Distance*, lalu hasilnya diklasifikasikan ke dalam 10 kelas dengan interval 1.600 meter menggunakan *Tool Reclassify* dan metode *Defined Interval*.

Proses klasifikasi ini menghasilkan peta raster yang menunjukkan nilai jarak dari setiap titik di wilayah penelitian terhadap sungai terdekat.

Nilai jarak tersebut kemudian diklasifikasikan ke dalam 10 kelas dengan interval 1.600 meter menggunakan *Tool Reclassify* dengan metode *Defined Interval*. Menurut Tehrany dkk. (2019), klasifikasi jarak dari sungai ke dalam 10 kelas dianggap dapat merepresentasikan variasi spasial secara lebih proporsional, namun pada penelitian ini rentang kelas dimodifikasi agar sesuai dengan kondisi wilayah studi. Hasil klasifikasi jarak dari sungai ditampilkan pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Klasifikasi Parameter Jarak dari Sungai

No.	Jarak dari Sungai (m)
1.	$0 \leq x < 1600$
2.	$1600 \leq x < 3200$
3.	$3200 \leq x < 4800$
4.	$4800 \leq x < 6400$
5.	$6400 \leq x < 8000$
6.	$8000 \leq x < 9600$
7.	$9600 \leq x < 11200$
8.	$11200 \leq x < 12800$
9.	$12800 \leq x < 14400$
10.	$x \geq 14400$

3.4.4 Parameter Jenis Tanah

Parameter jenis tanah diperoleh dari data Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Aceh yang sudah tersedia dalam format raster, sehingga tidak diperlukan proses konversi dari poligon. Data ini terlebih dahulu disesuaikan dengan batas administrasi Kabupaten Aceh Barat serta diproyeksikan ke sistem koordinat WGS UTM *Zone 47N* menggunakan *Tool Project* agar konsisten dengan data lain. Selanjutnya, proses pengolahan dilakukan dengan *Tool Erase* dan *Tool Merge* untuk memastikan cakupan wilayah sesuai dengan area penelitian.

Tahap berikutnya menggunakan *Tool Multipart to Singlepart* untuk memisahkan poligon majemuk menjadi poligon tunggal sehingga setiap unit spasial memiliki atribut sendiri. Kolom atribut “jenis_tanah” yang kosong kemudian dilengkapi secara manual dengan merujuk pada poligon terdekat melalui *Identify Tool* agar seluruh data bersifat lengkap dan konsisten. Setelah itu, *Tool Clip* digunakan untuk memotong data sesuai batas administrasi Kabupaten Aceh Barat sehingga area di luar wilayah penelitian dieliminasi. Hasil akhir peta kemudian diklasifikasikan berdasarkan kolom “jenis_tanah” yang ditampilkan pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Klasifikasi Parameter Jenis Tanah

No.	Jenis Tanah
1.	<i>Distric Fluviol (Alluvial)</i>
2.	<i>Humic Acrisol (Podsolik)</i>
3.	<i>Humic Ferrasols</i>

3.4.5 Parameter Litologi

Parameter litologi diperoleh dari Peta Geologi lembar Aceh Barat yang bersumber dari *Geomap* Pusat Survei Geologi dalam format *shapefile* (.shp). Peta ini menggambarkan sebaran satuan batuan sedimen, vulkanik, dan metamorf yang memiliki karakteristik berbeda dalam kaitannya dengan kestabilan lereng. Sebelum digunakan dalam analisis, data litologi terlebih dahulu diproyeksikan ke sistem koordinat WGS 1984 UTM Zone 47N menggunakan *Tool Project* untuk menyeragamkan sistem koordinat dengan data lainnya serta meminimalkan kesalahan spasial. Proses selanjutnya dilakukan dengan *Tool Erase* dan *Tool Merge* agar batas peta litologi sesuai dengan batas administrasi Kabupaten Aceh Barat, sehingga area analisis benar-benar mencerminkan kondisi geologi wilayah penelitian. Setelah itu, *Tool Multipart to Singlepart* digunakan untuk memisahkan poligon majemuk menjadi poligon tunggal. Langkah ini penting agar setiap unit poligon dapat dianalisis secara individual dan memiliki atribut tersendiri.

Dalam proses pemeriksaan atribut, ditemukan bahwa sebagian kolom atribut “REMARK” masih kosong. Untuk menjaga kelengkapan dan konsistensi data, kolom tersebut kemudian dilengkapi secara manual dengan merujuk pada poligon terdekat melalui *Identify Tool*. Langkah ini dilakukan secara teliti agar tidak terjadi kesalahan pengisian atribut yang dapat memengaruhi hasil analisis. Tahap akhir adalah pemotongan menggunakan *Tool Clip* sehingga peta litologi hanya mencakup wilayah penelitian sesuai dengan batas administrasi Kabupaten Aceh Barat.

Dengan demikian, peta litologi yang dihasilkan telah siap digunakan sebagai salah satu parameter dalam analisis kerentanan gerakan tanah. Klasifikasi litologi selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Klasifikasi Parameter Litologi

No.	Litologi
1.	Formasi Meulaboh
2.	Formasi Gunungapi Sapi
3.	Formasi Lampung
4.	Formasi Gunungapi Calang
5.	Formasi Geumpang
6.	Formasi Kueh
7.	Formasi Batugamping Teunom
8.	Formasi Gume
9.	Serpentinit
10.	Formasi Bale
11.	Alluvium
12.	Formasi Meucampli
13.	Formasi Tangla
14.	Formasi Baong

3.4.6 Parameter *Peak Ground Acceleration* (PGA)

Pembuatan peta parameter PGA yaitu diawali dengan memotong peta hasil unduhan dari PVMBG sesuai dengan batas administrasi wilayah penelitian. Setelah itu, proses klasifikasi dilakukan dengan menggunakan metode klasifikasi *Defined Interval* dengan mengatur agar menjadi 4 kelas dalam interval 0,2 gal berdasarkan Tabel 2.4.

3.4.7 Parameter NDVI

Data citra satelit Sentinel-2 yang digunakan berasal dari portal *Copernicus Data Space Ecosystem* dan terdiri atas *Band 8 (Near Infrared)* serta *Band 4 (Red)*. Kedua *band* dipotong menggunakan *Tool Extract by Mask* agar sesuai dengan batas administrasi Kabupaten Aceh Barat, kemudian dihitung nilai *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) menggunakan *Tool Raster Calculator* berdasarkan persamaan 2.7. Hasil perhitungan menghasilkan peta NDVI yang merepresentasikan tingkat kerapatan vegetasi, dengan dua *layer* raster sesuai jumlah *tile* citra input.

3.4.8 Parameter Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari CHIRPS dengan skala bulanan selama periode 20 tahun, yaitu dari tahun 2005 hingga 2025. Tahap pertama pengolahan dilakukan dengan menjumlahkan curah hujan bulanan (Januari–Desember) untuk masing-masing tahun, sehingga diperoleh total curah hujan tahunan. Selanjutnya, seluruh data curah hujan tahunan selama periode 20 tahun tersebut dirata-ratakan untuk mendapatkan distribusi curah hujan tahunan rata-rata di wilayah penelitian.

Proses perhitungan spasial dilakukan menggunakan *Tool Cell Statistics* pada ArcGIS dengan fungsi *Mean*, sehingga nilai rata-rata dihitung pada posisi piksel yang sama dari setiap tahun. Hasil pengolahan ini berupa peta raster curah hujan rata-rata tahunan yang menggambarkan distribusi spasial intensitas hujan jangka panjang di Kabupaten Aceh Barat.

Untuk memastikan data hanya mencakup area relevan, tahap selanjutnya menggunakan *Raster Calculator* dengan fungsi *SetNull* untuk menyaring nilai-nilai di luar batas wilayah menjadi *NoData*.

Kemudian, titik-titik sampel yang mewakili wilayah penelitian diolah menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) untuk menghasilkan peta distribusi curah hujan secara kontinu. Hasil interpolasi ini selanjutnya dipotong menggunakan *Tool Extract by Mask* berdasarkan batas administrasi Kabupaten Aceh Barat agar sesuai dengan wilayah penelitian. Tahap akhir pengolahan adalah klasifikasi nilai curah hujan ke dalam empat kelas menggunakan metode *Defined Interval* dengan interval 500 mm/tahun.

Melalui proses *Reclassify*, peta curah hujan dikategorikan secara sistematis ke dalam empat kelas interval yang telah ditentukan, sehingga perbedaan tingkat curah hujan di wilayah penelitian dapat diidentifikasi dengan jelas. Hasil akhir dari proses ini berupa peta curah hujan terklasifikasi dengan empat kelas interval yang telah ditentukan, yang selanjutnya disajikan secara detail pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11 Klasifikasi Parameter Curah Hujan

No.	Curah Hujan (mm/tahun)
1.	$0 \leq x < 2500$
2.	$2500 \leq x < 3000$
3.	$3000 \leq x < 3500$
4.	$3500 \leq x < 4000$

3.5 Analisis Metode *Frequency Ratio* (FR)

Analisis dilakukan dengan menggabungkan pengolahan spasial menggunakan *ArcGIS* dan analisis numerik melalui *Microsoft Excel*. Tahap awal melibatkan perkalian antara raster boolean kejadian gerakan tanah pelatihan (*ls_trn.tif*) dengan raster hasil klasifikasi tiap parameter menggunakan *Raster Calculator*. Hasilnya disimpan sebagai

ls_(parameter), misalnya *ls_elevasi* atau *ls_slope*. Perkalian ini bertujuan mempertahankan piksel dengan nilai 1 pada raster *ls_trn.tif* yang menunjukkan kejadian gerakan tanah, sedangkan piksel lainnya bernilai 0.

Setelah itu diamati *open attribute table* untuk melihat distribusi piksel pada setiap kelas parameter. Tabel ini berisi dua kolom utama, yaitu *Value* (kelas parameter) dan *Count* (jumlah piksel kejadian). Perhitungan ini digunakan untuk mengukur peran tiap kelas parameter dalam terjadinya gerakan tanah. Nilai FR lebih besar dari 1 menunjukkan kontribusi di atas rata-rata, sedangkan nilai lebih kecil dari 1 menunjukkan kontribusi di bawah rata-rata. Walaupun FR bersifat statistik, penerapannya pada *ArcGIS* membutuhkan penyesuaian seperti konversi ke bilangan bulat agar sesuai dengan format raster.

Oleh karena itu, pada *Excel* dibuat lembar kerja baru bernama FR yang terdiri dari dua kolom: *Class_ID* dan *x1000*. Tabel ini digunakan untuk proses *join* ke *layer* raster parameter di *ArcGIS* karena hanya kolom ID dan bobot integer FR yang diperlukan. Tabel disimpan dalam format *Microsoft Excel 97–2003 Worksheet (.xls)*. Tabel 3.13 menyajikan daftar kolom – kolom atribut yang diperlukan dalam proses *join* pada *ArcGIS*.

Tabel 3.12 Tabel untuk *Join* di *ArcGIS*

Class_ID	x1000
1	507
2	1261
3	2294
4	1829
5	2479
6	902
7	2317
8	2009
9	671
10	2

Proses berikutnya adalah melakukan *join* antara *raster* parameter misalnya *elevasi_cls*, dengan tabel hasil perhitungan *Frequency Ratio* yang diperoleh dari Excel. Tahap ini bertujuan agar setiap kelas parameter memiliki nilai FR yang sesuai. Setelah proses *join* selesai, nilai bobot FR diterapkan pada setiap piksel parameter menggunakan *Tool Lookup* pada *Spatial Analyst Tools*. Raster input yang digunakan adalah hasil *join*, sedangkan field yang dipilih adalah *x1000*. Hasil dari tahapan ini disimpan dalam bentuk raster dengan nama *fr_elevasi.tif*.

Nilai *x1000* dikenali sebagai tipe data *double* sehingga raster yang dihasilkan tidak memiliki atribut tabel yang dapat digunakan untuk keperluan validasi model. Untuk mengatasi hal tersebut, raster *fr_elevasi.tif* kemudian dikonversi ke bilangan bulat dengan menggunakan fungsi *Int()* pada *Raster Calculator*. Rumus yang digunakan adalah *Int("fr_elevasi.tif")*, dan hasilnya disimpan dengan nama *int_fr_elevasi.tif*.

Tahap selanjutnya yaitu melakukan validasi kontribusi parameter terhadap kejadian gerakan tanah menggunakan metode AUC. Validasi dilakukan dengan cara mengalikan raster *int_fr_elevasi.tif* dengan raster *ls_trn.tif* pada *Raster Calculator* sehingga diperoleh raster baru dengan nama *auc_elevasi*. Hasil perhitungan AUC kemudian direkap dalam *file* Excel, misalnya *elevasi_auc.xlsx*. Parameter dianggap memiliki kontribusi tinggi apabila nilai AUC yang diperoleh mencapai atau melebihi 0,6. Seluruh rangkaian proses ini diterapkan secara berulang untuk parameter lainnya seperti kemiringan lereng, aspek lereng, litologi, tata guna lahan, curah hujan, dan sebagainya.

Setelah semua parameter yang memenuhi kriteria $AUC \geq 0,6$ dianalisis menggunakan metode *Frequency Ratio*, tahap berikutnya yaitu penyusunan peta indeks kerentanan gerakan tanah atau *Landslide Susceptibility Index* (LSI). Proses ini dilakukan di ArcGIS dengan menjumlahkan seluruh raster parameter dominan yang telah diberikan nilai menggunakan nilai *Frequency Ratio* melalui *Tool Raster Calculator*. Hasil

penjumlahan tersebut menghasilkan peta LSI berbasis metode *Frequency Ratio* yang menggambarkan tingkat kerentanan gerakan tanah secara spasial. Selanjutnya, nilai-nilai pada peta LSI diklasifikasikan ke dalam beberapa kelas kerentanan menggunakan metode *Natural Breaks (Jenks)* melalui *Tool Reclassify*.

3.5.1 Validasi Model AUC Metode *Frequency Ratio*

Untuk melakukan validasi model, peta *Landslide Susceptibility Index (LSI)* hasil pengolahan parameter dominan berbobot *Frequency Ratio* terlebih dahulu dikonversi ke format ASCII menggunakan *Tool Raster to ASCII* pada ArcGIS. Proses konversi serupa juga dilakukan terhadap data raster kejadian gerakan tanah pelatihan (*ls_trn*) dan pengujian (*ls_tst*). Seluruh data dalam format ASCII kemudian diimpor ke perangkat lunak IBM SPSS *Statistics* untuk keperluan analisis validasi. Pada tahap ini, *file ls_trn* digunakan dalam perhitungan *success rate*, sedangkan *file ls_tst* digunakan untuk perhitungan *prediction rate*.

Setelah data berhasil diimpor ke SPSS, setiap kolom diberi nama, misalnya *FR_N* untuk mewakili nilai indeks kerentanan pada tiap piksel. Analisis dilakukan menggunakan metode *Receiver Operating Characteristic (ROC)* melalui menu *Analyze > Classify > ROC Curve*. Pada jendela pengaturan, kolom *FR_N* dimasukkan sebagai *Test Variable*, sedangkan kolom *trn* atau *tst* digunakan sebagai *State Variable*. Nilai *State Value* diisi dengan angka 1 karena angka ini merepresentasikan keberadaan kejadian gerakan tanah. Selanjutnya, opsi *ROC Curve* dan *With Diagonal Reference Line* dicentang untuk menampilkan kurva ROC lengkap dengan garis referensi diagonal sebagai pembanding terhadap model acak.

3.6 Analisis Metode *Logistic Regression (LR)*

Metode *Logistic Regression (LR)* digunakan untuk menyusun model prediksi kerentanan gerakan tanah dengan mempertimbangkan parameter dominan yang sebelumnya teridentifikasi melalui analisis *Frequency Ratio*

($AUC \geq 0,6$). Metode ini dipilih karena mampu menangani hubungan nonlinier antara variabel dependen (kejadian gerakan tanah) dan variabel independen (faktor spasial/fisik), serta menghasilkan model prediktif yang dapat diterapkan pada seluruh area studi.

Sebelum analisis, seluruh parameter dominan dikonversi dari format raster ke ASCII menggunakan *Raster to ASCII* pada ArcGIS. Data yang digunakan adalah hasil raster setelah proses *Lookup* namun sebelum dikonversi ke bilangan bulat. Bagian metadata (ncols, nrows, xllcorner, dll.) dihapus agar tersisa matriks nilai piksel. Nilai -9999 yang merepresentasikan *NoData* dikeluarkan dari analisis. Dengan demikian, setiap baris pada tabel merepresentasikan satu piksel, sedangkan setiap kolom mewakili parameter dominan.

Data pelatihan gerakan tanah (ls_trn.tif) diproses dengan cara yang sama, di mana nilai 0 menunjukkan area tanpa gerakan tanah dan nilai 1 menunjukkan lokasi gerakan tanah. Data ini digunakan sebagai variabel dependen. Seluruh *file* ASCII kemudian diimpor ke IBM SPSS *Statistics* 23 melalui *File > Open > Data*. Opsi *A specific number of variables represents a case* diatur ke angka 1 agar setiap baris dianggap sebagai satu observasi.

Setelah data berhasil diimpor, kolom diberi nama sesuai parameter (misalnya *Elevasi*, *Slope*), lalu digabungkan dengan variabel target menggunakan *Data > Merge Files > Add Variables*. Analisis regresi logistik biner dilakukan melalui *Analyze > Regression > Binary Logistic*, dengan kolom gerakan tanah sebagai variabel dependen dan seluruh parameter dominan sebagai *covariates*. Pada menu *Options*, dipilih *Classification plots*, *Correlations of estimates*, dan *Iteration history* untuk menampilkan hasil tambahan analisis. Setiap parameter diuji dalam model untuk menghasilkan nilai koefisien (*B*), signifikansi (*Sig.*), dan *odds ratio* ($\text{Exp}(B)$). Hasil akhir ditampilkan dalam tabel *Variables in the Equation*.

Variables in the Equation							
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a	ASPEK	.001	.000	16.362	1	.000	1.001
	ELEVASI	.000	.000	.136	1	.712	1.000
	HUJAN	.000	.000	16.219	1	.000	1.000
	JALAN	.000	.000	.009	1	.924	1.000
	LITOLOGI	.001	.000	41.657	1	.000	1.001
	PGA	.000	.000	3.253	1	.071	1.000
	SLOPE	.000	.000	17.101	1	.000	1.000
	TANAH	.001	.000	32.420	1	.000	1.001
	TGL	-.001	.000	11.401	1	.001	.999
	Constant	-14.512	.346	1762.140	1	.000	.000

Gambar 3.11 Tampilan Hasil Pengolahan *Logistic Regression* di SPSS

Perhitungan *Landslide Susceptibility Index* (LSI) dilakukan berdasarkan Persamaan 2.9 dengan formula sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 Z = & -14.511901 + (0.000586 \times \text{aspek lereng}) + \\
 & (0.000036 \times \text{elevasi}) + (0.000271 \times \text{hujan}) + \\
 & (0.000010 \times \text{jalan}) + (0.000380 \times \text{kemiringan lereng}) + \\
 & (0.000537 \times \text{litologi}) + (0.000266 \times \text{PGA}) + (0.001198 \times \text{tanah}) + \\
 & (-0.000663 \times \text{Tata Guna Lahan})
 \end{aligned} \quad (2.9)$$

Semua parameter yang telah melalui tahap pengolahan sebelumnya dimasukkan ke dalam formula Z sesuai dengan nilai koefisien yang diperoleh dari hasil analisis di SPSS. Proses ini menghasilkan raster *Landslide Susceptibility Index (LSI)*, yaitu peta nilai kerentanan yang menggambarkan kemungkinan terjadinya gerakan tanah pada setiap piksel. Tahap perhitungan formula Z dilakukan menggunakan *Raster Calculator*.

Hasil akhir dari proses ini berupa raster peta kerentanan gerakan tanah berdasarkan metode kombinasi *Frequency Ratio* dan *Logistic Regression*. Model tersebut dibangun dari integrasi parameter dominan hasil analisis FR. Selanjutnya, raster peta yang dihasilkan diklasifikasikan menggunakan *Tool Reclassify* dengan metode klasifikasi *Natural Breaks*

(*Jenks*) untuk membagi nilai indeks kerentanan ke dalam kelas-kelas tertentu.

3.6.1 Validasi Model *Logistic Regression* (LR)

Peta hasil perhitungan *Logistic Regression* berdasarkan parameter dominan terlebih dahulu dikonversi ke format ASCII menggunakan *Tool Raster to ASCII*. Tahap ini dilakukan agar data peta dapat diimpor ke dalam IBM SPSS *Statistics* dalam bentuk tabular numerik. Setelah data ASCII diimpor, setiap kolom diberi nama, salah satunya LR_N yang merepresentasikan nilai indeks kerentanan pada tiap piksel hasil model LR.

Selain itu, data raster kejadian gerakan tanah yang digunakan untuk pelatihan (*ls_trn*) dan validasi (*ls_tst*) juga melalui proses konversi ke format ASCII, kemudian dimasukkan ke dalam SPSS. File *ls_trn* digunakan dalam perhitungan *success rate*, sedangkan file *ls_tst* dipakai untuk menghitung *prediction rate* dari model *Logistic Regression*.

Tahap validasi dilakukan dengan pendekatan *Receiver Operating Characteristic* (ROC) melalui menu *Analyze > Classify > ROC Curve* di SPSS. Pada pengaturannya, kolom LR_N dimasukkan sebagai *Test Variable* untuk mewakili nilai probabilitas kerentanan, sedangkan kolom *trn* atau *tst* dimasukkan sebagai *State Variable* untuk menunjukkan keberadaan kejadian gerakan tanah. Nilai *State Value* diisi dengan angka 1 untuk menandai piksel yang mengalami longsor, sementara piksel tanpa kejadian diberi nilai 0. Selain itu, opsi *ROC Curve* dan *With Diagonal Reference Line* diaktifkan agar SPSS menampilkan grafik ROC lengkap dengan garis diagonal sebagai pembanding. Garis diagonal berfungsi sebagai acuan pembanding prediksi acak, sehingga interpretasi nilai AUC lebih jelas.