

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kabupaten Barru memiliki potensi yang cukup tinggi terhadap bencana tanah longsor, yaitu sebesar 61.786 ha dari seluruh total luas wilayah atau sekitar 52,5% (BNPB 2020; Arsyad et al, 2023). Bencana tanah longsor sangat rentan terjadi pada daerah topografi yang curam, terutama pada saat hujan dengan intensitas tinggi yang berlangsung selama beberapa hari. Hal ini menyebabkan kondisi material batuan menjadi lapuk (Byiringiro et al., 2024). Tanah longsor salah satu fenomena alam yang terjadi ketika pergerakan massa tanah atau batuan yang tidak stabil di lereng atau material lainnya bergerak turun ke bawah akibat pengaruh gaya gravitasi (Yazdanpanah et.al, 2024). Salah satu wilayah yang terdampak bencana tanah longsor adalah Desa Bulobulo, Kecamatan Pujananting, Kabupaten Barru pada tangga 21 Februari 2023. Kejadian bencana tanah longsor tersebut menimbulkan kerusakan infrastruktur pada jalan transportasi, sehingga dapat menghambat aktivitas, mobilitas, dan aksesibilitas pada masyarakat. Melihat kondisi lapangan tersebut, maka dibutuhkan investigasi geofisika dan uji sampel tanah dalam memahami kondisi bawah permukaan (Albanwan et al. 2024; Alexiou et al. 2020).

Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk menyelidiki kondisi bawah permukaan pada tanah longsor adalah metode seismik refraksi. Metode seismik refraksi memanfaatkan rambat gelombang seismik ( $v_p$ ) yang menjalar ke bawah permukaan per lapisan batuan yang kemudian direkam oleh *geophone* yang terpasang diatas permukaan tanah. Gelombang seismik akan mengalami pembiasan dengan waktu yang cepat ketika melewati lapisan yang padat dan dibiaskan secara lambat ketika melewati lapisan yang tidak padat. Informasi gelombang  $V_p$  tersebut digunakan untuk mengkategorikan tanah berdasarkan nilai kecepatannya (Via et al., 2021). Variabel yang diukur dalam metode seismik refraksi adalah waktu tempuh dari gelombang dari sumber menuju *geophone* (Hunter et al., 2022). Dasar dari prinsip refraksi ini adalah menentukan *intercept time* pada hasil tiap tembakan *geophone* dengan melakukan *first break picking* yang bertujuan untuk menentukan batas antar lapisan. Dari bentuk kurva waktu tempuh terhadap jarak, dapat ditafsirkan kondisi batuan di daerah penelitian. Kemudian inversi untuk memperoleh hasil *Time-terms velocity* dan *Tomography 2D* (Nguyen et al., 2024; Cardenas et al., 2024). Sedangkan pengambilan sampel tanah yang diambil di area longsor, untuk menguji beberapa parameter sifat fisis tanah seperti kadar air, berat isi, berat jenis dan ukuran butir. Pengujian ini bertujuan untuk memahami sifat fisis tanah yang dapat memberikan informasi mengenai penyebab terjadinya longsor, serta menilai seberapa rentan tanah terhadap longsor (Sujitapan et al., 2024).

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Guedes et al.,( 2022) dan Neni et al., (2024) menunjukkan bahwa metode seismik refraksi dapat memberikan informasi mengenai kondisi bawah permukaan berdasarkan kecepatan gelombang ( $V_p$ ), sementara studi oleh Kinde et al., (2024) karakteristik sifat fisis tanah berpengaruh terhadap kerentanan tanah longsor. Oleh karena itu, dilakukan penelitian mengenai "Analisis tanah longsor dengan menggunakan metode seismik refraksi dan sifat fisis tanah studi kasus Desa Bulobulo Kecamatan Pujananting Kabupaten Barru". Dengan

pendekatan ini, dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif dan kontribusi signifikan bagi perencanaan pembangunan dan pengelolaan terhadap kerentanan longsor di Desa Bulobulo.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dirumuskan beberapa masalah yang dijawab dalam penelitian, antara lain:

1. Bagaimana kondisi bawah permukaan berdasarkan nilai kecepatan 2D gelombang ( $V_p$ ) menggunakan metode seismik refraksi pada daerah penelitian?
2. Bagaimana sifat fisis tanah pada daerah penelitian berdasarkan uji laboratorium?

## 1.3 Tujuan

Penelitian dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mempelajari kondisi bawah permukaan berdasarkan nilai kecepatan 2D gelombang ( $V_p$ ) menggunakan metode seismik refraksi.
2. Untuk mempelajari sifat fisis tanah pada daerah penelitian.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain sebagai berikut ;

1. Sebagai upaya mitigasi bencana.
2. Sebagai acuan bagi penelitian selanjutnya mengenai permasalahan tanah longsor di Desa Bulobulo, Kecamatan Pujananting, Kabupaten Barru.

## 1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini yaitu kecepatan gelombang  $V_p$  pada setiap lintasan menggunakan data dari *waveform* yang diperoleh melalui pengukuran seismik refraksi. Data *waveform* diolah menggunakan software *refrapy*. *Software Refrapy* adalah perangkat lunak untuk analisis data seismik refraksi khususnya pengolahan data *waveform* untuk menentukan waktu kedatangan gelombang P, serta software *refrainv* inversi data untuk menghasilkan model kecepatan 2D yang menggambarkan struktur bawah permukaan. Sedangkan pengambilan sampel tanah diuji dilaboratorium untuk memahami lebih dalam mengenai karakteristik sifat fisis yang berkaitan dengan penyebab terjadinya tanah longsor.

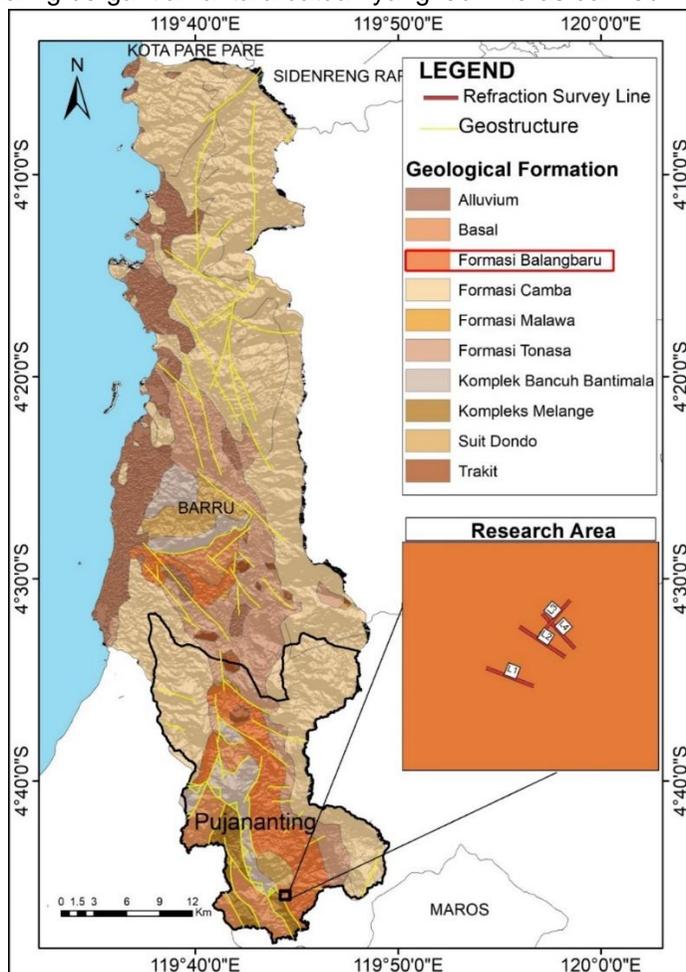
## 1.6 Landasan Teori

### 1.6.1 Geologi regional daerah penelitian

Kabupaten Barru adalah wilayah yang terletak di Sulawesi Selatan, Indonesia, dikenal dengan kondisi geomorfologi yang beragam dan unik. Bentang alam di Barru umumnya merupakan daerah perbukitan dan pegunungan yang memiliki karakteristik batuan yang berbeda-beda. Bentang alam ini terbentuk sebagai hasil dari berbagai proses geologi, termasuk pengaruh tektonik, erosi, dan sedimentasi. Selain itu, pengaruh struktur geologi serta perkembangan erosi yang berlangsung selama jutaan tahun menjadikan Barru memiliki bentang alam yang khas seperti yang terlihat saat ini (Sukanto, 1982).

Formasi Balangbaru, yang tersebar di kawasan ini, diinterpretasikan sebagai endapan sedimen tipe *flysch* yang terakumulasi pasca-subduksi pada kapur awal. Formasi ini diperkirakan memiliki ketebalan sekitar 3000 meter dan dilapisi secara tak selaras oleh Formasi Mallawa yang berumur Eosen Tengah.

Berdasarkan peta geologi regional yang disusun oleh Sukamto (1982), daerah penelitian **Gambar 1** termasuk dalam formasi Balangbaru, yang dicirikan sebagai batuan sedimen meliputi batu pasir berkerikil, lanau, lempung yang merupakan ciri khas endapan sedimen tipe *flysch*. *Flysch* terbentuk akibat proses sedimentasi di daerah cekungan laut yang mengalami subduksi, dan memiliki karakteristik lapisan-lapisan batuan yang saling bergantian antara batuan yang lebih keras dan lebih lunak.



**Gambar 1** Peta Geologi Regional Kab. Barru (Modifikasi Sukamto, 1982), Lokasi penelitian (Garis kotak hitam)

### 1.6.2 Tanah Longsor

Menurut (Cruden & Varnes, 1993) tanah longsor adalah gerakan material kebawah dan keluar dari sebuah lereng di bawah pengaruh gravitasi. Tanah longsor biasanya bergerak pada suatu bidang tertentu yang disebut bidang gelincir. Bidang gelincir merupakan bidang yang kedap air dan licin yang biasanya berupa lapisan lempung. Proses terjadinya pergerakan tanah (tanah longsor) dapat diterangkan sebagai berikut : air yang meresap ke dalam tanah akan menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, maka tanah menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan luar

lereng. Bidang gelincir berada diantara bidang yang stabil (*bedrock*) dan bidang yang bergerak (bidang yang tergelincir)

Adapun faktor-faktor penyebab terjadinya longsor disuatu daerah sebagai berikut;

**a. Topografi**

Daerah dengan kemiringan lebih dari 20 derajat memiliki potensi terhadap longsor. Lereng yang tersusun oleh tumpukan tanah gembur yang di bawahnya terdapat lapisan batuan atau tanah yang lebih kompak.

**b. Karakteristik Tanah**

Jenis dan sifat tanah mempengaruhi kepekaan terhadap longsor, yang berkaitan dengan seberapa mudah tanah bergerak dipengaruhi oleh sifat fisik dan kimia tanah.

**c. Keadaan Geologi**

Struktur geologi seperti pelapukan, rekahan, dan patahan menciptakan zona lemah, sehingga menimbulkan banyak retakan memungkinkan air meresap saat musim hujan dan meningkatkan potensi longsor.

**d. Curah Hujan**

Longsor sering terjadi saat hujan. Hujan intens meningkatkan kadar air tanah, sehingga kandungan air pada tanah menjadi jenuh dalam waktu yang singkat. Karena melalui tanah yang retakan, air akan masuk dan terakumulasi dibagian dasar lereng, sehingga menimbulkan gerakan lateral

**e. Batuan yang kurang kuat**

Batuan endapan gunung api dan sedimen berukuran pasir dan campuran antara kerikil, pasir, dan lempung umumnya kurang kuat. Batuan tersebut lebih mudah mengalami pelapukan, yang menyebabkan tanah menjadi lebih mudah tergerus jatuh saat lereng yang curam, dan meningkatkan kerentanannya terhadap pergerakan tanah atau longsor.

**f. Getaran**

Getaran ini diakibatkan oleh gempa bumi, ledakan, getaran mesin, dan getaran lalu lintas kendaraan yang dapat menyebabkan retakan pada tanah, jalan dan bangunan.

### 1.6.3 Gelombang Seismik

Gelombang seismik adalah gelombang yang merambat melalui bumi. Perambatan gelombang ini bergantung pada sifat elastisitas batuan. Secara umum, gelombang seismik dibedakan menjadi dua yaitu; gelombang seismik dapat merambat melalui lapisan bumi yang disebut sebagai gelombang badan (*Body Wave*), dan gelombang permukaan (*Surface Wave*) merambat melalui permukaan bumi.

Gelombang badan (*Body wave*) dapat dibedakan menjadi dua yaitu gelombang primer dan gelombang sekunder diantaranya sebagai berikut:

- a. Gelombang primer P (*longitudinal*)** disebut juga gelombang kompresi, gelombang yang arah getarnya searah dengan arah perambatan gelombang. Gelombang ini memiliki kecepatan rambat gelombang paling besar dibandingkan dengan gelombang seismik yang lain dan dapat merambat melalui medium padat, cair, dan gas. Persamaan dari kecepatan gelombang P adalah sebagai berikut

$$V_p = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}}$$

Keterangan :  $\lambda$  = konstanta lame,  $\mu$  = rigiditas,  $\rho$  = densitas

**b. Gelombang sekunder S** (*transveral*) disebut gelombang *shear*, gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan arah rambatan gelombang. Karena gelombang ini hanya dapat merambat pada medium padat saja dan mempunyai cepat rambat yang lebih kecil dibandingkan dengan gelombang primer.

#### 1.6.4 Metode Seismik Refraksi

Metode seismik refraksi merupakan metode geofisika yang memanfaatkan perambatan gelombang seismik ke dalam bumi yakni menerapkan waktu tiba pertama gelombang, dimana gelombang P memiliki kecepatan lebih besar dibandingkan dengan kecepatan gelombang S sehingga waktu tiba gelombang P yang digunakan dalam perhitungan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan getaran seismik (palu/ledakan). Setelah usikan diberikan, terjadi gerakan gelombang di dalam medium (tanah/batuan) yang memenuhi hukum-hukum elastisitas ke segala arah akibat munculnya perbedaan kecepatan. Hukum-hukum tersebut diantaranya; prinsip *Huygens*, *Asas fermat* dan hukum *Snellius*. Prinsip *Huygens* dalam metode seismik refraksi diasumsikan bahwa titik-titik yang dilewati gelombang akan menjadi gelombang baru. Sedangkan *Asas fermat* menyatakan bahwa gelombang yang menjalar dari satu titik ke titik yang lain akan memilih lintasan dengan waktu tempuh tercepat (Tipler, 2001). Sementara itu, hukum *Snellius* yaitu penjalaran gelombang pada medium yang berbeda sehingga gelombang yang diberikan akan terbiaskan karena adanya perbedaan rapat massa medium. Dengan persamaan sebagai berikut;

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{V_1}{V_2}$$

Dimana:

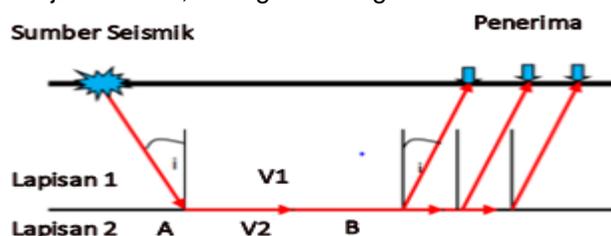
I = sudut datang

R= sudut bias

V1= kecepatan gelombang pada medium 1

V2= kecepatan gelombang pada medium 2

Gelombang seismik berasal dari sumber seismik dan merambat dengan kecepatan V1 menuju bidang batas (A), kemudian dibiaskan dengan sudut kritis ke kecepatan V2. Menggunakan prinsip *Huygens*, gelombang ini kembali ke permukaan dan diterima oleh geophone (**Gambar 2**). Gelombang yang diterima bisa berupa gelombang langsung, yang lebih cepat pada jarak dekat, atau gelombang refraksi.



**Gambar 2** Pembiasan dengan sudut kritis (Telford dkk, 1976)

Metode seismik refraksi yang diukur adalah waktu tempuh gelombang dari sumber menuju *geophone*. Berdasarkan bentuk kurva waktu tempuh terhadap jarak, dapat ditafsirkan kondisi batuan di daerah penelitian. Pada **Tabel.1** Nilai kecepatan Gelombang Seismik pada Batuan (Modifikasi dari Burger, (1992) dan Gardner (1987) sebagai berikut:

**Tabel.1** Nilai kecepatan Gelombang Seismik pada Batuan

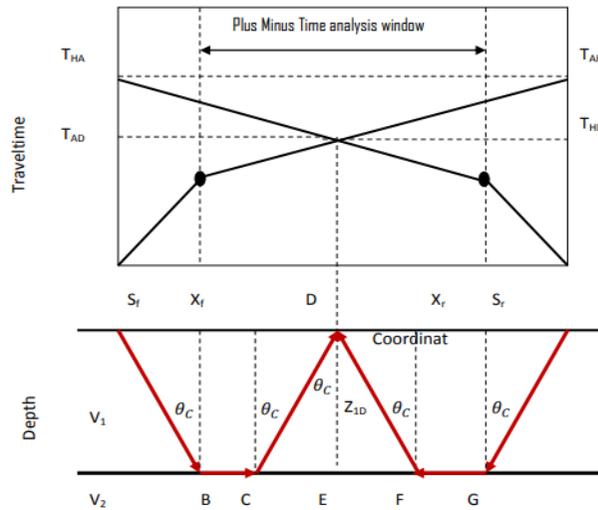
Jenis Material	Vp (m/s)
Udara	331,5
Air	1400-1600
Lapisan lapuk (Weathered layered)	300-900
Soil	250-600
Alluvium	500-2000
Lempung (clay)	1000-2500
Tuff	1300-1900
Slicie Tuff	2000-4150
Pasir tak Jenuh (Sand Unsaturated)	200-1000
Pasir Jenuh (Sand Saturated)	800-2200
Pasir dan graded tak jenuh	400-500
Pasir dan graded jenuh	500-1500
Granite	5000-6000
Basalt	5400-7000
Batuan metamorf	3500-7000
Batupasir dan serpih (sand and shale)	2000-4500
Batugamping	2000-6000

Pada metode ini, gelombang yang di *picking* adalah sinyal pertama (*Firstbreak*) atau disebut gelombang P, karena gelombang seismik refraksi merambat paling cepat dibandingkan dengan gelombang lainnya. Gelombang yang dapat ditangkap oleh *receiver* dapat berupa gelombang langsung (*direct wave*), ataupun gelombang refraksi (*refraction wave*). *Kurva travel time* dapat menjadi dasar analisis kecepatan dan kedalaman lapisan bawah permukaan.

Salah satu metode yang dapat digunakan dalam mengolah data seismik refraksi adalah metode *Plus-Minus*. Metode ini terbagi menjadi dua analisis, yaitu;

**a) Analisis Plus Minus ( $T^+$ )**

*Plus Time* adalah jumlah waktu rambat gelombang dari sumber *forward* dan sumber *reverse* dikurangi waktu total. Tujuan plus minus digunakan untuk analisis kedalaman (depth).



**Gambar 3** Ilustrasi Dua lapisan Metode *Plus Minus* untuk Analisis *Plus Time*

*Plus Time* dapat dirumuskan dengan:

$$T^+ = T_{AD} + T_{HD} - T_{AH}$$

Sehingga disederhanakan menjadi:

$$T^+_D = T_{CD} - T_{CE} + T_{FD} - T_{EF}$$

Kemudian lebih disederhanakan lagi menjadi:

$$T^+_D = T_{CD} - T_{CE} + T_{FD} - T_{EF}$$

Maka diperoleh kedalaman pada titik D:

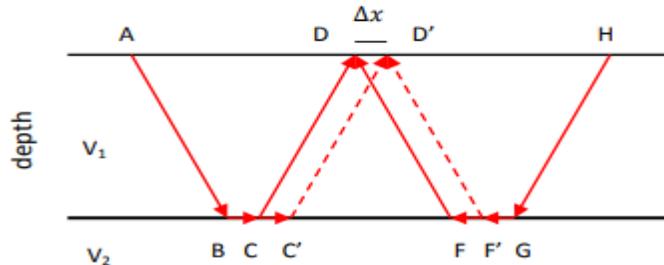
$$Z_{ID} = \frac{T^+_{DV_1}}{2 \cos \theta_c}$$

Sedangkan untuk mencari kecepatan  $V_1$  di dapat dari inverse *slope* gelombang *arrival* lapisan pertama ( $S_f$  ke  $X_f$  atau  $S_r$  ke  $X_r$ ).

### b) Analisis *Minus Time* ( $T^-$ )

*Minus Time* adalah pengurangan waktu rambatan gelombang dari sumber *forward* di jumlahkan dengan pengurangan waktu rambat gelombang dari sumber *reverse*. Analisis ini digunakan untuk mendeterminasi kecepatan refraktor ( $V_2$ )

Untuk analisis *Minus Time* bisa ditunjukkan seperti pada **Gambar 4**



**Gambar 4** Analisis *Minus Time* untuk mencari informasi Kecepatan  $V_2$

Berdasarkan gambar diatas didapatkan persamaan *Minus Time*, yaitu:

$$T^-_D = T_{AD} - T_{HD} - T_{AH}$$

$V_2$  dapat dicari dengan analisis *geophone* D dan D' dipisahkan oleh jarak  $\Delta X$ , maka:

$$T^-_{D'} = T_{AD'} - T_{HD'} - T_{AH}$$

Kemudian kurangkan  $T^-_{D'}$  dengan  $T^-_D$  maka:

$$T^-_{D'} - T^-_D = T_{AD'} - T_{AD} + T_{HD} - T_{HD'}$$

Dimana,

$$T_{AD'} - T_{AD} \text{ dan } T_{HD} - T_{HD'} = \frac{\Delta X}{V_2}$$

Artinya kecepatan  $V_2$  sama dengan dua kali *inverse slope*-nya di dalam *window* analisis.

Sehingga :

$$T^-_{D'} - T^-_D = \Delta T^-_D = \frac{2\Delta X}{V_2}$$

#### 1.6.5 Sifat Fisis Tanah

Sifat fisis tanah merupakan faktor berperan penting penyebab longsor. Longsoran antara lain disebabkan oleh partikel-partikel tanah ataupun batuan yang berbutiran halus, materialnya lepas atau pelapisan batuan yang lapuk (Massinai et al., 2023). Parameter yang digunakan dalam menguji tanah sampel tanah pada area longsor adalah parameter kadar, berat isi, berat jenis, dan ukuran butir.

Parameter tersebut berasal dari ilmu mekanika tanah melalui pengujian laboratorium yang digunakan untuk menganalisis karakteristik sifat fisis tanah terhadap penyebab terjadinya tanah longsor pada area penelitian. Berikut parameter sifat fisis tanah diantara lain sebagai berikut

### a) Kadar Air Tanah (*Content Water*)

Kadar air adalah perbandingan antara berat air dan berat kering tanah, dinyatakan dalam persen (Emeka Arinze et al., 2021). Kadar air tanah ini digunakan untuk mengetahui jumlah air yang terkandung dalam suatu tanah, terutama daerah curah hujan yang tinggi. Air hujan berinfiltrasi ke dalam tanah dibagian lereng yang terbuka (tanpa vegetasi) menyebabkan kandungan air dalam tanah meningkat, tanah menjadi jenuh, sehingga beban pada lereng semakin berat. Hal ini dapat memicu terjadinya longsor. Adapun persamaan sebagai berikut;

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (1)$$

dengan:

- w = Kadar air (%)
- $W_w$  = Berat air (gram)
- $W_s$  = Berat tanah kering (gram)

### b) Berat Isi (*Bulk Density*)

Berat isi tanah merupakan perbandingan berat tanah kering dengan volume tanah yang dinyatakan dalam  $\text{kN/m}^3$ . Berat isi tanah basah adalah perbandingan antara berat butiran tanah termasuk air dan udara dengan volume tanah. Peningkatan berat isi menunjukkan kepadatan total tanah akibat infiltrasi air (kadar air tinggi) menjadi salah satu pemicu longsor. Adapun persamaan sebagai berikut;

$$\gamma_{wet} = \frac{W_{wet}}{V} \quad (2)$$

Berat isi tanah kering adalah perbandingan antara berat butiran padat dengan volume total tanah. Nilai berat isi kering dapat dihitung menggunakan persamaan berikut;

$$\gamma_d = \frac{\gamma_{wet}}{(1 + w)} \quad (3)$$

dimana :

- $W_s$  = Berat tanah kering (gram)
- $W_{wet}$  = Berat tanah basah (gram)
- V = Volume total tanah ( $\text{cm}^3$ )
- $\gamma_d$  = Berat isi tanah kering ( $\text{gram/cm}^3$ )
- $\gamma_{wet}$  = Berat isi tanah basah ( $\text{gram/cm}^3$ )
- w = Kadar air (%)

### c) Berat Jenis Tanah $G_s$ (*Specific Gravity*)

Berat jenis tanah adalah perbandingan antara butir tanah dengan berat air suling dengan volume yang sama pada suhu tertentu (suhu ruangan) (Igboama et al., 2021). Berat jenis tanah dapat digunakan untuk menggambarkan sifat mineral tanah itu sendiri, tanpa pengaruh air atau udara di dalam tanah. (Roy et.al, 2017)

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \quad (4)$$

dimana:

- G<sub>s</sub> = Berat jenis tanah  
 W<sub>1</sub> = Berat piknometer (gram)  
 W<sub>2</sub> = Berat piknometer + tanah (gram)  
 W<sub>3</sub> = Berat piknometer + tanah + air (gram)  
 W<sub>4</sub> = Berat piknometer + air (gram)

**Tabel 2.** Berat Jenis untuk Macam - Macam Tanah (Das, 2016).

Macam-macam Tanah	Berat Jenis
Kerikil	2.65 - 2.68
Pasir	2.65 - 2.68
Lanau Anorganik	2.62 - 2.68
Lempung Organik	2.58 - 2.65
Lempung Anorganik	2.68 - 2.75
Humus	1.37
Gambut	1.25 - 1.80

#### d) Ukuran Butir Tanah

Analisis ukuran butir, seperti dengan metode saringan, dapat mengidentifikasi distribusi halus yang rentan tanah terhadap longsor. Ukuran butir dapat diukur dengan dua metode:

- **Analisis Saringan (analisis ayakan):** Distribusi ukuran partikel yang berbutir kasar dapat ditentukan dengan menggunakan analisis saringan (ukuran partikel > 0.075 mm). Analisis saringan tanah diperoleh melalui berat tanah yang tertahan pada tiap saringan ditimbang dan persentase terhadap berat kumulatif pada tiap saringan dihitung.
- **Analisis Hidrometer:** analisis hidrometer digunakan untuk butir yang lebih kecil (ukuran partikel < 0.075 mm). Persamaan yang digunakan adalah:

$$\% \text{ Tertahan} = \frac{\text{Berat butir tertahan}}{\text{Berat total tanah}} \times 100\% \quad (5)$$

$$\% \text{ Kumulatif lolos} = 100\% - \% \text{ Tertahan} \quad (6)$$

#### Klasifikasi Tanah

Ukuran butir digunakan untuk mengklasifikasikan tanah menggunakan *Unified Soil Classification System (USCS)* (Rochmawati et.al 2020) sebagai berikut;

- Tanah Berbutir Kasar: Lolos saringan No. 200 < 50%. Tanah berbutir kasar dibagi menjadi kerikil (G) dan pasir (S) berdasarkan distribusi ukuran butirnya. Kerikil (G) apabila lebih dari setengah fraksi kasar tertahan pada saringan No. 10. Pasir (S) apabila lebih dari setengah fraksi kasar berada diantara ukuran saringan No. 10 dan No. 200.
- Tanah Berbutir Halus: Lolos saringan No. 200 > 50%, terdiri dari lanau (M) dan lempung (C), dan lanau/lempung lorganik (O).
- Tanah Organik: Termasuk gambut, humus, dan tanah lumpur dengan tekstur organik tinggi

## BAB II METODE PENELITIAN

### 2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Maret, 2023 di Desa Bulobulo, kecamatan Pujananting, Kabupaten Barru. Pemilihan lokasi ini didasarkan untuk mempelajari karakteristik kondisi bawah permukaan seperti pada **Gambar 5**. Pada gambar ini menunjukkan 4 lintasan pengukuran yang berbeda. Pemilihan lintasan pada pengukuran yaitu mencakup area yang memungkinkan rentan terhadap tanah longsor. Pengambilan sampel tanah pada area longsor mewakili kondisi tanah untuk menguji karakteristik sifat fisis penyebab terjadinya tanah longsor. Pada lintasan 1 berada di sepanjang jalan, lintasan 2,3 dan 4 berada di atas bukit. Lintasan 2 berada dekat lereng longsor, lintasan 3 perpotongan antara lintasan 4, serta lintasan 4 sejajar dengan lintasan 2. lintasan 2,3 dan 4 ini berada di atas bukit.



**Gambar 5** Peta Lokasi Penelitian

### 1.2 Peralatan Penelitian

#### 2.2.1 Peralatan

Adapun peralatan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

**Tabel 3** peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain:

Peralatan	Fungsi
Main unit WZG-24C Seismograph	Menampilkan gelombang seismik dari hasil data seismik refraksi
Geophone	Menerima/ merekam gelombang seismik ( <i>receiver</i> )
Palu dan plat besi	Sebagai sumber getaran
Trigger	Penghubung sumber getaran dengan main unit
Kabel penghubung	Menghubungkan antara seismograf dengan <i>geophone</i> dan trigger
Aki	Sebagai catu daya
Meteran	Menghitung jarak dalam menentukan lintasan
GPS	Mengetahui titik koordinat dan posisi titik ukur
Linggis	Menggali lubang sedalam kurang lebih satu meter dari permukaan tanah
Plastik sampel	Menyimpan sampel tanah

### 2.2.2 Bahan

Bahan digunakan dalam penelitian berupa data primer dari hasil akuisisi data dengan 4 lintasan seismik refraksi serta data sampel tanah di lapangan.

### 2.2.3 Data Penelitian

#### 1. Data *Travel Time*

Merupakan data waktu pertama gelombang pada masing-masing receiver

#### 2. Data *First Break Picking*

Merupakan data waktu tiba gelombang yang sudah dipilih untuk waktu tiba gelombang P

#### 3. Peta Geologi

Digunakan sebagai informasi geologi daerah penelitian yang meliputi formasi, struktur geologi.

#### 4. Peta lokasi penelitian

Untuk menampilkan kondisi lokasi penelitian dan titik pengambilan data.

### 2.2.4 Software Penelitian

#### 1. *Refrapy* untuk menampilkan *waveform* dan *picking* waktu tiba gelombang P

#### 2. *Refrainv* untuk menampilkan waktu kedatangan dari berbagai lapisan berdasarkan *kurva travel time* dalam menentukan jumlah lapisan, serta menghasilkan model kecepatan bawah permukaan 2D.

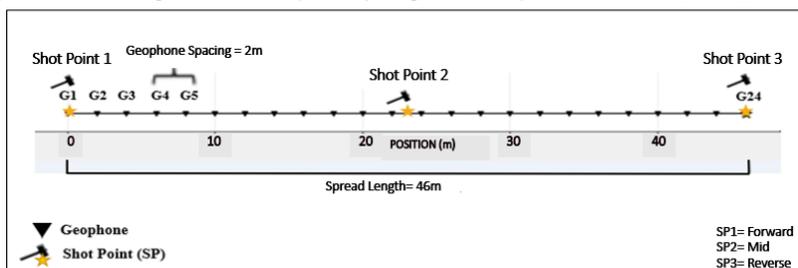
## 2.3 Peosedur Penelitian Data

### 2.3.1 Survey Pendahuluan

Penelitian diawali dengan tahap studi pendahuluan berupa data geologi regional dan penelitian terdahulu terkait longsor. Survei awal dengan observasi lapangan secara langsung, bertujuan untuk menentukan lokasi titik penelitian dan lokasi penempatan alat pengukuran yang sesuai. Dari kegiatan survey awal tersebut akan didapatkan gambaran desain akuisisi data daerah penelitian.

### 2.3.2 Akuisisi Data

Proses akuisisi data dimulai dengan menghubungkan kabel penghubung dengan geophone, aki, trigger dengan seismograf dengan susunan konfigurasi peralatan geophone dan sumber gelombang diletakkan pada satu garis lurus dengan Panjang lintasan pengukuran adalah 46m dengan jumlah *geophone* sebanyak 24 dengan jarak antar geopone 2m dengan 3 *shoot point* yang berada pada *Forward*, *mid*, dan *reverse*.



**Gambar 6.** Desain pengukuran Seismik Refraksi

Adapun tahapan yang dilakukan pada saat akuisisi data seismik refraksi yaitu :

1. Disiapkan semua alat yang dibutuhkan.
2. Diukur panjang lintasan, ditancapkan geophone sesuai dengan desain akuisisi.
3. Dihubungkan kabel dengan geophone dan trigger dan dihubungkan aki dengan seismograf.
4. Diletakkan lempeng baja sebagai source pada titik yang sudah ditentukan.
5. alat Seismograf dan diatur gain pada alat.
6. Diatur tools pada seismograf dalam mode perekaman gelombang.
7. Diberikan sumber gelombang secara bersamaan dengan menekan tombol enter atau ketika mulai merekam dari alat.
8. Dicatat tampilan gelombang yang terlihat pada monitor.
9. Diulangi langkah-langkah tersebut saat memindahkan geophone pada lintasan berikutnya.

Hasil dari akuisisi data seismik refraksi dilapangan berupa data rekaman penjalaran gelombang (*Waveform*) seismik pada setiap *geophone* yang tersimpan secara otomatis.

### 2.3.3 Pengolahan Data

Pada tahap selanjutnya, Data yang diperoleh dari pengukuran seismik refraksi kemudian dilakukan pengolahan data. Tahapan pertama yaitu mencari *first break* dari data yang ditampilkan. Setelah proses *first break* picking dilakukan maka akan diperoleh *kurva travel time*. *Kurva travel time* disebut kurva t-x dalam pemilihan lapisan pertama dan kedua. Kurva t-x adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara waktu yang dibutuhkan gelombang seismik untuk mencapai *geophone* (t) dan jarak dari sumber ke geofon (x). Kemudian menganalisis dan menentukan lapisan dengan melihat perubahan kemiringan (gradien) pada *kurva travel time*, sehingga gambaran lapisan bawah permukaan dapat dimodelkan. Proses inversi dilakukan dengan mempertimbangkan nilai *error* dan kesesuaian terhadap geologi daerah pengukuran.

### 2.3.4 Interpretasi Data

Tahapan terakhir yaitu, menganalisis hasil interpretasi dari data penampang 2D kecepatan gelombang P yang kemudian dikorelasikan dengan data geologi daerah penelitian sehingga diperoleh hasil analisa litologi bawah permukaan dan struktur bawah permukaan berdasarkan model kecepatan gelombang seismik. Penampang 2D struktur bawah permukaan menggambarkan ketebalan lapisan dan litologi batuan yang terdapat pada daerah penelitian. Berdasarkan hasil interpretasi data seismik refraksi maka dapat menganalisa dan mengidentifikasi potensi tanah longsor pada daerah penelitian dengan melihat struktur batuan dan kandungan lapisan batuan bawah permukaan.

## 2.4 Pengujian Sampel Tanah

Sampel Tanah yang telah diperoleh dari lapangan akan di lakukan pengujian sifat fisis tanah di laboratorium Mekanika Tanah Universitas Hasanuddin. Adapun pengujian sifat fisis tanah sebagai berikut;

### a) Kadar Air (*Content Water*)

Sampel tanah yang di ambil dari area rawan longsor dilakukan dengan menimbang sampel tanah menggunakan neraca sebelum dan setelah di oven selama 24 jam untuk memperoleh massa basah dan kering tanah. Pengujian kadar air (*Soil Test*) bertujuan untuk mengetahui besarnya kadar air yang terkandung dalam tanah.

**b) Berat isi Tanah (*Bulk Density*)**

Pengujian ini dilakukan dengan mengukur diameter, tinggi dan berat dari ring kemudian memasukkan sampel tanah ke ring sampel sampai rata. Lalu menimbang berat awal ring dan sampel tanah. Setelah itu, sampel tersebut dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam dan berat total ring sampel tanah yang sudah kering ditimbang. Berat isi tanah menunjukkan kepadatan total tanah, termasuk air dan udara, sehingga dipengaruhi dengan kadar air.

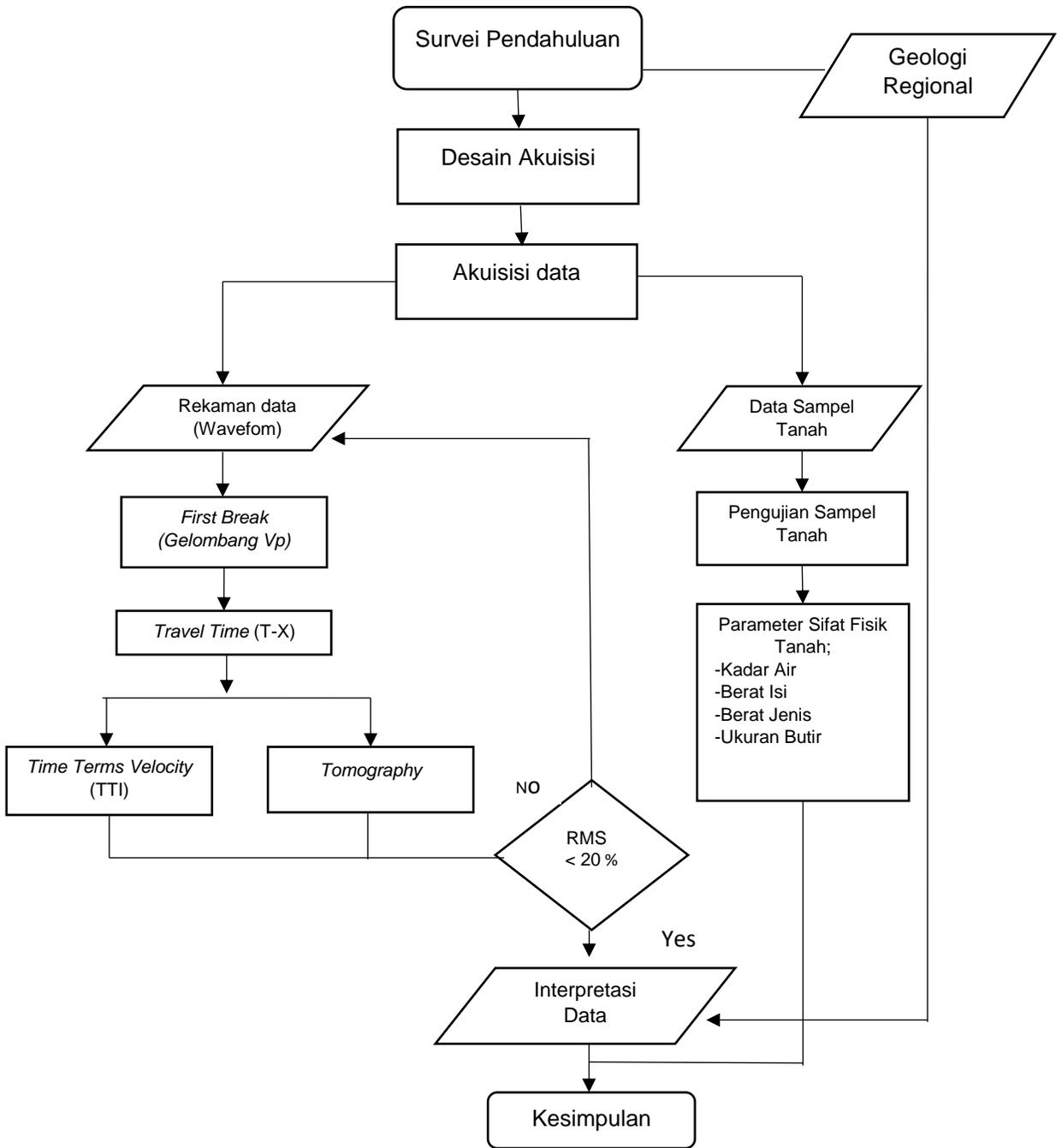
**c) Berat Jenis Tanah  $G_s$  (*Specific Gravity*)**

Pengujian berat jenis tanah dilakukan dengan cara memasukkan sampel tanah yang lolos saringan no.40 kedalam piknometer yang telah ditimbang terlebih dahulu. Kemudian menambahkan air suling sampai setengah penuh. Lalu memanaskan piknometer yang telah terisi tanah dan air, diamkan dengan suhu ruangan selama 1 jam dan ditimbang kembali. Berat Jenis menggambarkan sifat mineral tanah itu sendiri, tanpa pengaruh air atau udara di dalam tanah.

**d) Ukuran Butiran /Partikel Tanah**

Sampel tanah ditimbang dan dikeringkan di oven selama 24 jam disaring menggunakan mesin pengguncang selama 15 menit, kemudian di timbang sampel tanah yang tertahan pada masing-masing saringan. Untuk pengujian hidrometer, tanah yang lolos saringan No. 200 dicampur dengan air dalam gelas ukur, diaduk hingga homogen. Letakkan gelas ukur di dalam bak air, masukkan hidrometer ke dalam gelas ukur lalu dilakukan pembacaan pada waktu kumulatif sampai menit tertentu. Jenis tanah pada daerah penelitian dapat diketahui dari ukuran butir/partikel tanah ini.

2.5 Bagan Alir Penelitian



Gambar 7 Bagan Alir