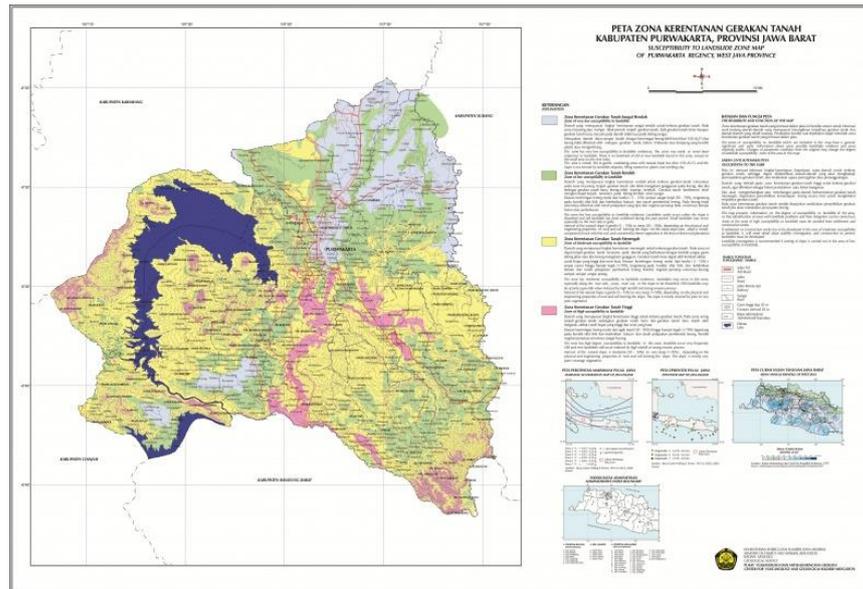


## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Profil Umum Lokasi Penelitian**

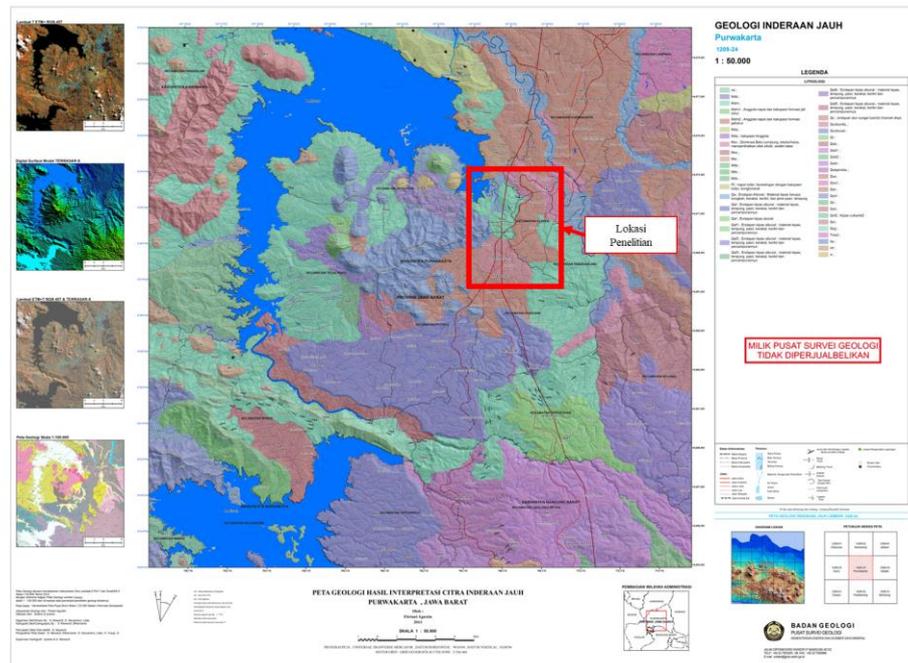
Penelitian ini dilaksanakan dengan melalui tiga tahap yaitu survei lapangan, penelitian di laboratorium, serta pemodelan menggunakan perangkat lunak. Pada penelitian ini sampel tanah yang digunakan berasal dari hasil survei lapangan di daerah Sukatani, Kabupaten Purwakarta dan secara geografis daerah penelitian berada pada latitude  $-6.58582$  dan longitude  $107.420022$ . Kabupaten Purwakarta ini memiliki luas wilayah administratif sebesar  $971,72 \text{ km}^2$  yang terdiri dari 17 kecamatan yang terletak diantara  $107^{\circ}30' - 107^{\circ}40'$  Bujur Timur dan  $6^{\circ}25' - 6^{\circ}45'$  Lintang Selatan. Dibagian Utara Kabupaten Purwakarta ini berbatasan dengan Kabupaten Karawang dan Kabupaten Subang. Disebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Subang dan Kabupaten Bandung Barat. Pada bagian sebelah Barat berbatasan dengan Kabupaten Karawang, Kabupaten Cianjur dan Kabupaten Bogor. Dibagian Selatan berbatasan dengan Kabupaten Bandung Barat dan Kabupaten Cianjur. Kabupaten Purwakarta ini menjadi salah satu wilayah yang sangat sering terdampak bencana alam dan hal tersebut dapat menjadi kejadian yang mengganggu proses peningkatan kesejahteraan masyarakat. Kerusakan infrastruktur dan kerugian materi yang tidak sedikit menjadi hal utama wilayah ini perlu diadakan mitigasi karena pada daerah ini memiliki kawasan rawan gerakan tanah menengah hingga tinggi.



**Gambar 3. 1.** Peta zona kerentanan gerakan tanah Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat (Sumber: Galeri PVMBG)

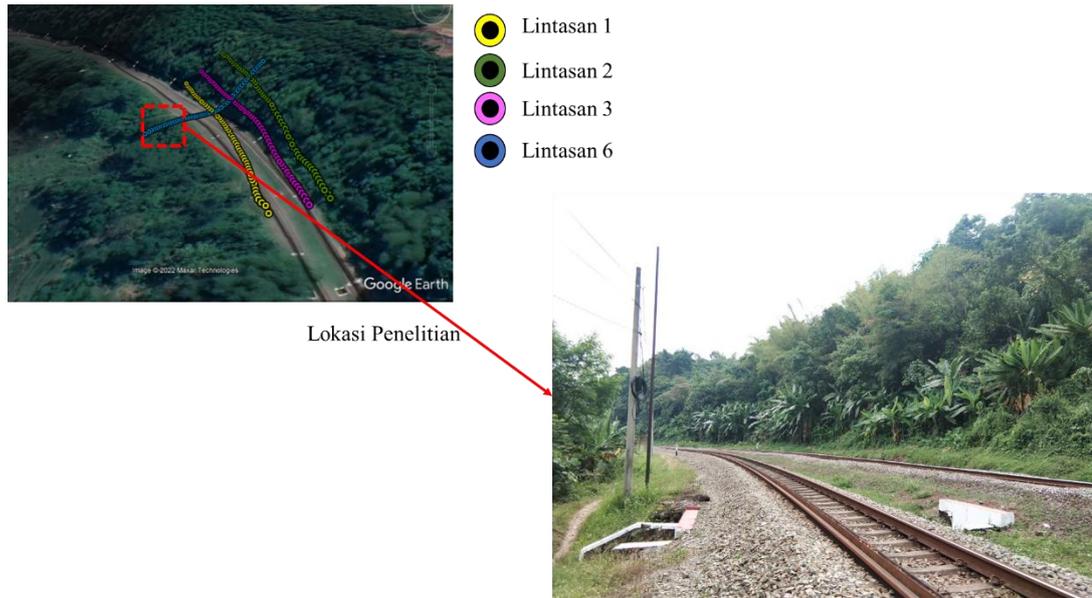
Pada zona penelitian ini dapat terjadi gerakan tanah terutama pada daerah yang berbatasan dengan lembah sungai, gawir, tebing jalan atau lereng yang mengalami gangguan. Berdasarkan peta jenis tanah dalam wilayah penelitian memiliki jenis tanah latosol yang terbentuk dari pelapukan batuan sedimen dan metamorf. Kawasan rawan bencana gerakan tanah menengah-tinggi sekitar 42% dari wilayah peruntukkan pemukiman pedesaan dengan luasan 590 Ha (Pinrang, 2014).

Menurut penuturan dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi, jalur kereta api Sukatani-Ciganea terletak di atas endapan vulkanik kuartar yang berada tak selaras di atas satuan batu lempung dan satuan breksi vulkanik yang menunjukkan adanya struktur oleh susunan pasir tufaan. Berdasarkan peta geologi hasil penginderaan jarak jauh menunjukkan formasi batuan tertua berupa formasi Jatiluhur. Peta geologi tersebut memperlihatkan bahwa pada lokasi penelitian terdiri dari anggota napal dan batu pasir formasi jatiluhur, material lepas, pasir, lempung, kerikil dan pencampurannya.



**Gambar 3. 2.** Peta geologi hasil interpretasi citra indera jauh Purwakarta, Provinsi Jawa Barat (Sumber: Galeri PSG Badan Geologi)

Kondisi tanah dalam keadaan tidak stabil dan mengalami kenaikan muka air tanah yang sebanding dengan kenaikan curah hujan. Apabila curah hujan meningkat maka struktur material tanah dapat lepas. Analisis stabilitas lereng sangat diperlukan sebagai langkah awal untuk penelitian kondisi geologi secara menyeluruh untuk peninjauan dan penentuan tindakan penganganan longsor yang diprediksikan dapat terjadi kembali.



**Gambar 3. 3.** Peta Lintasan Geolistrik Lokasi Penelitian Sukatani, Kabupaten Purwakarta

### 3.2. Alur Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap yaitu persiapan, kegiatan dilapangan, pemodelan lereng untuk penentuan jarak jangkauan serta kecepatan longsor dan analisis data. Kegiatan yang dilakukan pada tahap persiapan berupa kajian pustaka yang digunakan sebagai dasar dan pedoman dalam melakukan penelitian melalui buku, artikel, jurnal, karya ilmiah, dan media belajar lainnya serta persiapan alat dan bahan maupun data yang dibutuhkan untuk penelitian ini. Langkah – langkah penelitian dan pengambilan data yang dilakukan ditunjukkan oleh diagram alir sebagai berikut:



**Gambar 3. 4.**Diagram Alir Langkah-Langkah Penelitian

Untuk bagian penelitian di lapangan, metode yang digunakan adalah dengan menentukan titik-titik pengambilan sampel tanah dengan menggunakan GPS, pengambilan contoh material tanah dan analisis sampel tanah dilakukan di laboratorium. Metode eksperimen dilakukan untuk mengkarakterisasi sampel

Agrie Sri Yulia Fuji, 2022

**APLIKASI METODE GEOFISIKA DAN GEOTEKNIK UNTUK ANALISIS KESTABILAN LERENG, KECEPATAN DAN JANGKAUAN LONGSOR (STUDI KASUS: RUAS JALAN KERETA API SUKATANI-CIGANEA)**

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

tanah yang telah diambil dan dikaji sifat fisik maupun mekanik dengan metode geoteknik untuk membuktikan hasil kajian pustaka sesuai dengan tujuan dari penelitian yang dilakukan. Setelah mendapatkan data hasil pengujian laboratorium dilanjutkan dengan interpretasi citra tahanan jenis dan pemodelan lereng untuk menentukan bidang gelincir.

### **3.3. Analisis Geometri dan Struktur Bawah Permukaan Berdasarkan Metode Geofisika**

Pada tahap ini pengolahan data geolistrik resistivitas dilakukan. Geolistrik resistivitas memanfaatkan sifat resistivitas listrik batuan untuk mendeteksi dan memetakan formasi bawah permukaan. Proses pengolahan metode geolistrik ini dimulai dengan memastikan *datum point* berada pada garis linear yang lurus dimana hal tersebut melambangkan data yang baik untuk mendapatkan model citra bawah tanah. Proses sebelum inversi ini dilakukan untuk beberapa *datum point* yang buruk dengan menghilangkan titik data pada *software* RES2DINV pada fitur “*Exterminate datum points*”.

Apabila telah diperoleh data untuk lintasan yang digunakan maka selanjutnya masuk kedalam pengolahan data hasil geolistrik resistivitas dan kemiringan berdasarkan topografinya menggunakan *software* RES2DINV. *Software* ini adalah program perangkat yang secara otomatis dapat menentukan model resistivitas dua dimensi dibawah permukaan dari data pengukuran geolistrik resistivitas. Data pengukuran tersebut diolah sehingga menjadi data .dat file dengan urutan seperti yang terlihat pada **Gambar 3.5**. Lalu diinversi menggunakan *software* RES2DINV sehingga muncul penampang resistivitas 2D dengan topografinya. Melalui hasil penampang resistivitas 2D oleh *software* RES2DINV ini dapat dilakukan interpretasi geometri permukaan bidang gelincir berdasarkan hasil gambaran lapisan tanah bawah permukaan dengan mengacu pada nilai resistivitas acuan atau standar yang ada.

```

File Edit Format View Help
Sukatani
1.0000
3
611
0
0
0.0000, 1.0000, 1.000000, 21.0022
1.0000, 1.0000, 1.000000, 14.3571
2.0000, 1.0000, 1.000000, 15.7901
3.0000, 1.0000, 1.000000, 30.1174
4.0000, 1.0000, 1.000000, 20.1255
5.0000, 1.0000, 1.000000, 15.0023
6.0000, 1.0000, 1.000000, 14.8445
7.0000, 1.0000, 1.000000, 8.6414
8.0000, 1.0000, 1.000000, 9.0532
9.0000, 1.0000, 1.000000, 8.9891

2
56
0.0000, 181.5813
1.0000, 181.6697
2.0000, 181.5943
3.0000, 182.0102
4.0000, 182.3500
5.0000, 182.5695
6.0000, 182.6634
7.0000, 183.0399
8.0000, 183.3195

1
0
0
0
0
0
0

```

Data Geolistrik

Koordinat

**Gambar 3. 5.** File .dat untuk pengolahan data inversi

### 3.4. Analisis Berdasarkan Metode Geoteknik

#### 3.4.1. Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel material tanah adalah kegiatan awal dari pengujian laboratorium terhadap sampel tanah yang diperoleh dari lapangan untuk menentukan sifat fisik dan mekanik tanah berdasarkan besaran geoteknik. Pada pengambilan sampel ini dilakukan dengan dua cara yaitu mengambil sampel tanah terganggu (*disturbed sample*) dan sampel tanah tak terganggu (*undisturbed sample*). Sampel tanah terganggu yaitu material yang susunan dan struktur dari unsur pokoknya sudah rusak dan hanya dapat digunakan pada pengujian laboratorium yang tidak mengutamakan struktur asli dan untuk identifikasi atau klasifikasi lapangan. Sampel tanah tak terganggu diperoleh dengan ring khusus tanah dan teknik pengambilan sampel tanah ini melindungi struktur alamnya sebaik dan serapat mungkin agar perubahan dari pengaruh diarea sampel tanah tersebut sangat sedikit atau dapat diabaikan tetapi sifat fisik dan keteknikannya tidak berubah. Sampel tanah

ini digunakan untuk pengujian laboratorium yang mengutamakan keaslian sampel untuk mendapat sifat fisik dan geotekniknya.

Contoh atau *sampling* material tanah yang diambil dilapangan segera ditangani dengan prosedur umum sesuai ketentuan yang berlaku. Tanah diambil menggunakan ring khusus tanah bagi contoh tanah yang tak terganggu dan untuk contoh tanah tak terganggu menggunakan *zipper bag*. Apabila contoh tanah yang telah diambil belum akan ditangani dalam waktu yang dekat sebaiknya dimasukkan kedalam lemari pendingin untuk menjaga kandungan air dari sampel tanah. Untuk ring tanah ditutup menggunakan kertas *aluminium foil* dan diberi lakban kertas untuk menjaga keaslian tanah.



**Gambar 3. 6.** Pengambilan sampel tanah.

Sampel tanah penelitian diambil pada lereng dekat ruas jalan kereta api Sukatani-Ciganea yang terletak pada km 113 wilayah Sukatani, Kabupaten Purwakarta. Keadaan permukaan tanah untuk mengambil sampel dibuat datar dan dibersihkan dari material lain di atasnya seperti tanaman atau rumput. Setelah permukaan datar dan bersih maka ring ditempatkan di atasnya lalu diberi pukulan dengan meminimalisir getaran sedikit mungkin agar keadaan natural sampel tidak terganggu. Sampel diambil dalam beberapa ring khusus tanah yang memiliki diameter dan volume berbeda juga sekitar 2 kg untuk pengambilan sampel tanah terganggu yang

Agrie Sri Yulia Fuji, 2022

**APLIKASI METODE GEOFISIKA DAN GEOTEKNIK UNTUK ANALISIS KESTABILAN LERENG, KECEPATAN DAN JANGKAUAN LONGSOR (STUDI KASUS: RUAS JALAN KERETA API SUKATANI-CIGANEA)**

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](https://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](https://perpustakaan.upi.edu)

dimasukkan kedalam *zipper bag*. Setiap sampel tanah diberi label nama lokasi dan tanda panah yang menunjukkan arah bagian bawah dari sampel (untuk sampel yang menggunakan ring).



**Gambar 3. 7.** Contoh sampel tanah tak terganggu (memakai tabung tanah) dan tanah terganggu (memakai *zipper bag*).

### 3.4.2. Pengujian Karakteristik Sifat Fisik dan Sifat Kuat Geser Tanah di Laboratorium Geomekanika BRIN

Penelitian ini bersifat eksperimental dengan pengujian di laboratorium yang merupakan serangkaian kegiatan untuk menguji sifat fisik dan sifat mekanik sampel tanah untuk menentukan klasifikasi tanah berdasarkan metode Standar Nasional Indonesia (SNI). Penelitian ini dilakukan di Pusat Penelitian Geoteknologi Badan Riset dan Inovasi Nasional yang beralamat di Jl. Cisitu, Sangkuriang, Dago, Kecamatan, Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat, Indonesia 40135.

#### A. Uji Penentuan Berat Jenis Tanah (*Specific Gravity*)

Berat jenis merupakan perbandingan antara berat isi material tanah ( $\gamma_s$ ) dengan berat isi air ( $\gamma_o$ ) dimana dalam penelitian ini menggunakan air suling atau aquades. Persamaan matematis berat jenis padatan atau material tanah adalah seperti berikut:

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_o} \quad (3. 1)$$

Untuk mengetahui berat jenis material tanah, maka dilakukan pengukuran berdasarkan prosedur yang telah ditetapkan sebagai berikut, langkah pertama yang harus dilakukan adalah menyiapkan tanah uji yang telah di oven dengan temperatur  $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$  sampai dapat digemburkan atau dikeringkan. Kemudian ketika menunggu tanah dibiarkan hingga suhu ruang dapat dilakukan pengukuran berat piknometer. Setelah semua piknometer diukur beratnya maka masukkan tanah kering kedalam masing-masing piknometer lalu diukur kembali berat dari piknometer ditambah tanah kering. Setelah itu dilakukan penambahan air suling ke dalam piknometer yang berisi tanah kering lalu dipanaskan diatas hotplate dengan suhu sebesar  $55^{\circ}\text{C}$  hingga mendidih. Setelah itu, mengangkat dan menggoyang piknometer secara perlahan lalu simpan dan didinginkan di dalam desicator selama 24 jam.



Pengukuran berat piknometer



Memasukkan tanah kedalam piknometer



Sampel tanah kering bermassa sekitar 12gr



Penambahan air suling



Memanaskan piknometer menggunakan *horplate*



Penambahan air suling hingga leher piknometer

**Gambar 3. 8.** Gambaran umum mengenai prosedur uji berat jenis atau *specific gravity*.

Apabila telah 24 jam langkah selanjutnya adalah mengisi air suling kembali ke dalam piknometer hingga bagian leher dari piknometer terpenuhi air lalu ditutup dan dibersihkan bagian luarnya

Agrie Sri Yulia Fuji, 2022

**APLIKASI METODE GEOFISIKA DAN GEOTEKNIK UNTUK ANALISIS KESTABILAN LERENG, KECEPATAN DAN JANGKAUAN LONGSOR (STUDI KASUS: RUAS JALAN KERETA API SUKATANI-CIGANEA)**

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](http://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](http://perpustakaan.upi.edu)

dengan tissue. Setelah itu, timbang kembali berat piknometer yang terisi air suling dan tanah sampel lalu dapat dihitung berat jenisnya menggunakan persamaan berikut:

$$G_s = \frac{(M_2 - M_1)}{(M_2 - M_1) - (M_3 - M_4)} \quad (3.2)$$

Dimana, berat jenis tanah dilambangkan dengan  $G_s$ ,  $M_1$  adalah berat piknometer kosong (gram),  $M_2$  adalah berat piknometer + tanah kering (gram),  $M_3$  adalah berat piknometer + tanah + air (gram), dan  $M_4$  adalah berat piknometer + air (gram).

### **B. Uji Penentuan Kadar Air Tanah (*Moisture Content*)**

Kadar air tanah merupakan perbandingan antara berat air ( $W_w$ ) dengan berat butiran padat ( $W_s$ ) di dalam massa tanah. Berdasarkan Darwis (2018), kadar air tanah dinyatakan dengan formula berikut:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (3.3)$$

$$w = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_c} \times 100\% \quad (3.4)$$

Pengujian kadar air tanah ini bertujuan untuk menentukan kadar air sampel tanah yaitu perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah cawan, timbangan digital, oven, dan sampel tanah. Prosedur untuk menentukan kadar air tanah dimulai dengan mengukur berat awal dari sampel dengan wadah. Pengukuran berat awal ini menggunakan sampel tanah basah ( $W_1$ ) lalu ditempatkan kedalam wadah yang memiliki berat ( $W_{cawan}$ ) lalu diukur menggunakan persamaan berikut:

$$W_1 = W_{cawan} + W_{solid} + W_{water} \quad (3.5)$$

Dalam prakteknya, uji penentuan kadar air ini menggunakan tiga buah sampel dengan massa sampel tanah yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.9**. Ketiga sampel tersebut diukur berat awal atau berat tanah basah kemudian dimasukkan ke dalam oven untuk dilakukan pengeringan selama 24 jam. Setelah dikeringkan di dalam oven, kemudian dikeluarkan dan dibiarkan dalam suhu ruangan agar kandungan air yang ada dalam pori tanah menguap sepenuhnya untuk memperoleh berat sampel tanah kering ( $W_2$ ) berdasarkan persamaan (3.6) yaitu total dari berat cawan ditambah berat butiran padat.

$$W_2 = W_{\text{cawan}} + W_{\text{solid}} \quad (3.6)$$

Maka penentuan persentase kadar air dari setiap sampel menggunakan persamaan (3.4) dan setelah ketiga nilai persentase kadar air yang diperoleh kemudian dirata-ratakan.



**Gambar 3. 9.** Tiga buah sampel dengan massa yang berbeda untuk pengukuran kadar air

### C. Uji Pemeriksaan Berat Isi (*Density Test*)

Berat isi tanah didefinisikan sebagai berat tanah total ( $W_{\text{total}}$ ) per satuan volume total ( $V_{\text{total}}$ ) dan disimbolkan dengan ( $\gamma$ ), sedangkan berat isi kering merupakan berat tanah kering ( $W_s$ ) dibagi volume tanah total. Pengujian berat isi ini bertujuan untuk mengetahui berat isi tanah, angka pori, derajat kejenuhan suatu sampel tanah. Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah cawan, jangka sorong digital,

timbangan digital, oven, serta sampel tanah yang tidak terganggu. Untuk uji pemeriksaan berat isi ini sampel tanah dalam ring harus dirapikan di bagian atas dan bawah permukaan agar rata dengan ring sampel dan volume tanah sesuai dengan ring.



**Gambar 3. 10.** Gambaran umum mengenai prosedur uji pemeriksaan berat isi tanah.

Setelah tanah rapi dan rata dapat disimpan didalam cawan lalu mengukur berat total tanah basah melalui persamaan:

$$W_1 = W_{\text{cawan}} + W_{\text{tanah basah}} + W_{\text{ring}} \quad (3.7)$$

Setelah dilakukan pengukuran langkah selanjutnya adalah memasukkan sampel beserta cawan ke dalam oven untuk dikeringkan selama 24 jam. Apabila tanah telah diangkat dari oven, maka dibiarkan hingga tidak panas lalu mengukur berat total tanah kering berdasarkan persamaan berikut:

$$W_1 = W_{\text{cawan}} + W_{\text{tanah kering}} + W_{\text{ring}} \quad (3.8)$$

Apabila pengukuran telah selesai dilakukan maka tanah kering dapat dipindahkan ke dalam plastik lalu ring dan cawan dapat dibersihkan. Untuk menghitung berat isi tanah basah dan kering dari ketiga sampel tanah dapat menggunakan persamaan (3. 7) dan (3. 8) lalu dirata-ratakan.



**Gambar 3. 11.** Contoh tanah kering yang sudah dikeluarkan dari tabung/*ring* tanah.

Selain berat isi, pengujian ini dapat dilanjutkan untuk menghitung porositas tanah. Untuk mengukur berat isi dari sampel digunakan tiga sampel dengan volume ring yang berbeda-beda, maka dari itu jangan lupa untuk mengukur berat ring, diameter serta tinggi dari ring sampel tanah yang digunakan. Porositas sampel tanah disimbolkan dengan  $n$ , yaitu perbandingan volume pori terhadap volume sampel tanah seluruhnya. Perbandingan pori dengan padatan (*void ratio*) disimbolkan dengan  $e$ . Derajat saturasi disimbolkan dengan  $S$ , yaitu perbandingan volume pori yang terisi air terhadap volume pori seluruhnya. Dalam prakteknya, pengukuran porositas dan derajat saturasi di laboratorium, volume pori diperoleh berdasarkan hubungan volume sampel tanah asli (masih mengandung air) dikurangi dengan volume tanah kering, secara matematis persamaan yang digunakan dapat ditulis:

$$V_{\text{pori}} = V_{\text{basah}} - V_{\text{kering}} \quad (3.9)$$

#### **D. Uji Pemeriksaan Batas Cair dengan Alat Cassagrande (*Liquid Limit*)**

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air tanah pada batas cair dengan cara Cassagrande yang akan digunakan untuk menentukan sifat dan klasifikasi tanah. Mangkuk pada set alat

Cassagrande dapat bergerak naik turun yang menimbulkan ketukan dan ketukan ini yang akan menjadi standar hitungan melalui plot grafik. Tanah yang digunakan untuk pengujian ini sekitar 100gr yang dilarutkan dengan air suling sedikit demi sedikit hingga homogen. Sampel tanah yang telah diolah dimasukkan ke dalam mangkuk Cassagrande lalu dibuat alur menggunakan *grooving tool* tepat pada bagian tengah dengan posisi tegak lurus permukaan mangkuk. Untuk pengujian ini menggunakan variasi penambahan air yang berbeda hingga didapatkan ketukan 40, 25 dan 10. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam lalu setelah diangkat maka ditimbang dan diolah menjadi sebuah grafik.



**Gambar 3. 12.** Dua buah sampel setelah dimasukkan kedalam oven selama 24 jam pada pengujian batas cair.

### **E. Pengujian Batas Plastis (*Plastic Limit*)**

Untuk menentukan kadar air tanah pada batas keadaan plaats dan keadaan semi padat (batas plastis) akan digunakan untuk menentukan jenis, sifat dan klasifikasi tanah. Pengujian ini memakai sampel tanah terganggu dan dapat dilanjutkan dari pengujian batas cair yang ditambahkan tanah kembali hingga adonan tanah lebih kalis dan dapat digeleng-gelengkan di atas plat kaca dengan ujung jari tangan dengan kecepatan penggelengan 80-90 giling/menit, sampai retak-retak pada diameter kurang lebih 3 mm dan bandingkan dengan batang

Agrie Sri Yulia Fuji, 2022

**APLIKASI METODE GEOFISIKA DAN GEOTEKNIK UNTUK ANALISIS KESTABILAN LERENG, KECEPATAN DAN JANGKAUAN LONGSOR (STUDI KASUS: RUAS JALAN KERETA API SUKATANI-CIGANEA)**

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](https://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](https://perpustakaan.upi.edu)

pembandingan. Apabila sebelum mencapai diameter 3 mm benda uji sudah retak, satukan kembali, kemudian tambahkan air sedikit demi sedikit dan aduk hingga homogen. Bila penggelengan sudah mencapai diameter lebih kecil dari 3 mm tanpa menunjukkan keretakan, maka benda uji dibiarkan beberapa saat di udara.



**Gambar 3. 13.** Contoh sampel setelah dimasukkan kedalam oven selama 24 jam pada pengujian batas plastis.

#### F. Pengujian Batas Susut (*Shrinkage Limit*)

Untuk menentukan kadar air pada batas semi padat ke keadaan padat yang disebut batas susut dan digunakan untuk menentukan sifat-sifat tanah diperlukan *prong plate* yang terdiri dari cawan porselin, *monel dish*, *crystalizin dish*, dan *overflow dish*. Selain itu dibutuhkan spatula, dua jenis plat kaca (plat kaca tanpa jarum dan plat kaca yang memiliki kaki atau tiga buah jarum), gelas ukur, timbangan, oven, serta yang terpenting adalah tanah sampel. Persamaan batas susut adalah sebagai berikut:

$$SL = w - \left\{ \left( \frac{V - V_0}{W_0} \right) \times 100\% \right\} \quad (3.10)$$

Dimana SL adalah batas susut, w merupakan kadar air,  $W_0$  adalah berat tanah kering, V adalah volume tanah basah, dan  $V_0$  adalah volume tanah kering. Semua nilai didapatkan dengan pengujian batas

susut melalui prosedur berikut, pertama-tama letakkan tanah dalam porcelain dish, tambahkan air suling sedikit demi sedikit untuk mengisi seluruh pori-pori tanah. Jumlah air yang diperlukan untuk mencapai konsistensi agar mudah diaduk kira-kira sedikit lebih tinggi di atas penambahan air untuk pengujian batas cair. Jangan lupa untuk mengolesi bagian dalam monel dish dengan vaseline/grease secara merata untuk mencegah lekatan benda uji dengan monel dish. Monel dish tersebut diisi 1/3 bagian dengan pasta tanah yang telah disiapkan lalu pinggir monel dish diketuk-ketuk ringan sehingga pasta tanah mengisi rongga model dish secara merata dan memadat. Lakukan hal yang sama untuk lapisan berikutnya sehingga pasat tanah mengisi monel dish sampai penuh dan padat dan tidak ada gelembung-gelembung udara yang terperangkap. Setelah itu, ratakan permukaan benda uji yang mengisi monel dish dengan spatula. Setelah itu, menimbang monel dish dan benda uji basah lalu masukkan ke dalam oven dengan temperatur konstant yaitu  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$ °F) selama 24 jam.



Sebelum dikeringkan



Dikeringkan selama 24 jam

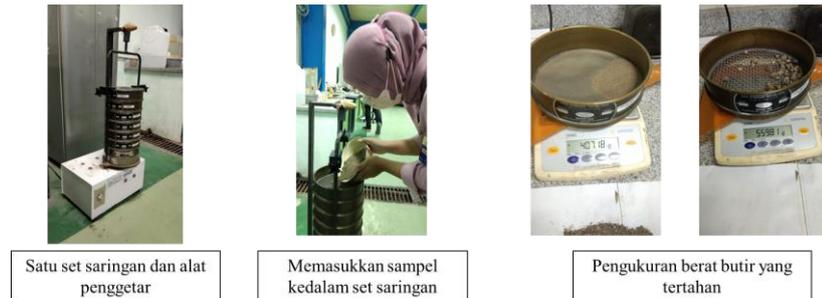
**Gambar 3. 14.** Sampel sebelum dimasukkan ke dalam oven dan setelah dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam pada pengujian batas susut

Setelah 24 jam maka sampel diangkat dari oven, ditunggu hingga suhu ruang sehingga volume sampel dapat dihitung menggunakan persamaan (3. 10). Adapun prosedur untuk menentukan volume sampel uji kering sebagai berikut, pertama-tama meletakkan

monel dish di atas cristalizing dish, isi monel dish dengan air raksa sampai meluap, tekan permukaan monel dish dengan plat kaca agar air raksa dapat mengisi seluruh volume monel dish. Setelah itu, masukkan benda yang sudah kering ke dalam monel dish yang berisi air raksa, tekan dengan menggunakan prong plate sampai benda uji tenggelam dan nampak benda uji tertutup seluruhnya oleh air raksa. Mencatat berat air raksa yang melimpah pada cristalizing dish. Berat menunjukkan volume benda uji kering ( $V_0$ ).

### **G. Analisis Saring (*Sieve Analysis*)**

Analisis saring ini dilakukan untuk mengetahui ukuran butir dan susunan butir (gradasi) tanah yang tertahan saringan No.200. Analisis saring dilakukan dengan metode pengayakan untuk menghitung distribusi ukuran butir tanah kasar. Pada metode pengayakan alat yang digunakan adalah susunan saringan dengan ukuran diameter yang berbeda untuk ditaruh pada mesing pengguncang saringan (*Sieve Shaker*). Selain alat tersebut dibutuhkan timbangan, kuas pembersih dan baskom. Langkah pertama untuk pengujian ini adalah memasukkan sampel tanah ke dalam oven selama 24 jam, kemudian menimbang sampel tanah kering kurang lebih 500gr dan direndam selama 24 jam. Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam proses penyaringan. Apabila telah disaring menggunakan saringan No.200, lalu masih ada tanah tertahan maka dipisahkan ke dalam cawan dan di oven kembali selama 24 jam untuk disaring menggunakan mesin pengguncang selama 10 menit dengan saringan yang sudah diurutkan seperti pada **Gambar 3.15**.



**Gambar 3. 15.** Gambaran umum mengenai prosedur uji analisa saring/pengayakan.

Saringan yang digunakan adalah saringan No. 4 (4,75 mm), No. 8 (2,36 mm), No. 16 (1,18 mm), No. 30 (0,60 mm), No. 50 (0,30 mm), No. 100 (0,15 mm), dan No. 200 (0,075 mm). Setelah mesin pengguncang berhenti, dapat ditimbang berat saringan+tanah tertahan menggunakan timbangan digital pada setiap no saringan. Dari hasil pengujian analisa saringan kemudian dibuar tabel persentase massa kumulatif tanah yang tertahan disetiap nomor saringan dan digambarkan menjadi grafik butiran.

#### H. Ukuran Butir Tanah dengan Hidrometer (Hydrometer Test)

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan ukuran dan susunan butir (gradasi) tanah) yang lolos saringan No. 200 atau distribusi tanah ukuran butir halus. Untuk menguji tanah butir halus diperlukan hukum Stokes yang berbunyi semua butiran yang memiliki ukuran sama akan menurun dengan kecepatan yang sama dimana kecepatan tersebut sebanding dengan kuadrat dari ukuran butirannya. Persamaan matematis yang menggambarkan hal tersebut dapat ditulis sebagai berikut:

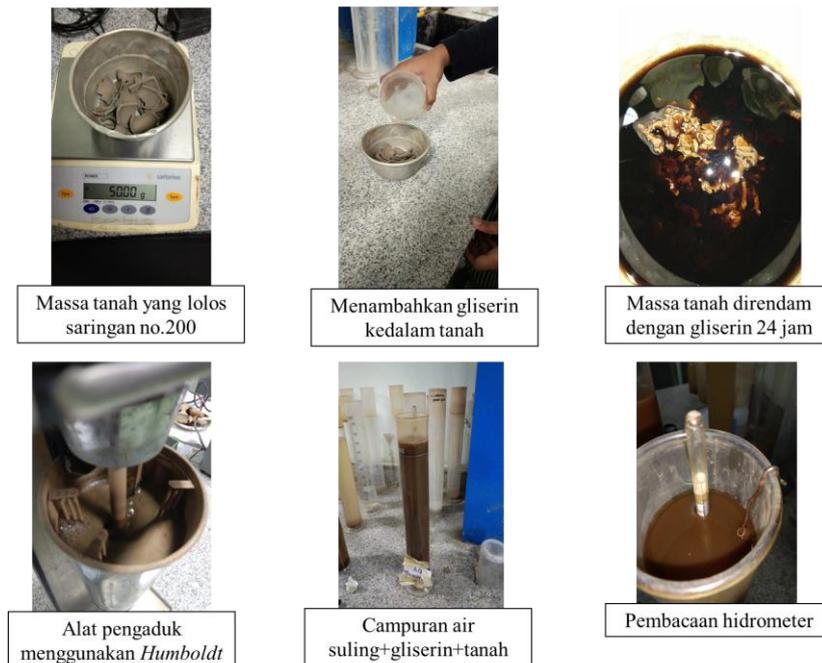
$$v = \left(\frac{D}{K}\right)^2 \quad (3.11)$$

Kecepatan turunnya butir tanah dilambangkan dengan v, D adalah diameter atau ukuran butir, dan K adalah konstanta yang bergantung

pada suhu dan jenis butir tanah. Kemudian untuk mengukur ukuran butir tanah menggunakan persamaan:

$$D=K\sqrt{v}=K\sqrt{\frac{L}{t}} \quad (3.12)$$

Dengan  $L$  adalah kedalaman ketika turun dan  $t$  merupakan waktu. Terdapat beberapa tahapan dalam pengujian ini dan tahap pertama yang dilakukan yaitu pembuatan larutan dispersi yang dimasukkan kedalam gelas ukur sebanyak 200 ml dan ditambahkan air suling sampai skala 1000 ml (larutan standard) dilanjutkan dengan tahap selanjutnya yaitu mengkalibrasi hidrometer. Sampel tanah yang terapung dalam pan (lolos saringan No 200) dari hasil percobaan analisa saring diambil sebanyak 50g dan dimasukkan kedalam beaker glass lalu ditambahkan larutan disperse sebanyak 200 ml. Setelah didiamkan minimal 12 jam, larutan tanah diaduk menggunakan alat pengaduk (*Humboldt*) selama 5 menit lalu dimasukkan kedalam hidrometer jar 1000 ml yang ditambahkan air suling. Setelah itu diaduk dengan cara menahan bagian atas hidrometer jar menggunakan penutup dan telapak tangan lalu dibolak-balik dengan perlahan lalu disimpan pada meja. Setelah itu, segera masukkan hidrometer kedalam larutan tanah, lakukan pembacaan pada skala hidrometer dan mencatat waktu pengambilan.



**Gambar 3. 16.** Gambaran umum mengenai prosedur Analisa hidrometer

Perhitungan persentase seluruh sampel tanah yang berada dalam campuran gliserin, aquades, dan tanah dapat menggunakan persamaan berikut:

$$P = \frac{R_c \times a}{w_s} \times 100\% \quad (3.13)$$

Keterangan:

$R_c$  : pembacaan hidrometer terkoreksi

$a$  : faktor koreksi berat jenis

$w_s$  : berat sampel tanah

Selain itu untuk menentukan pe,bacaan hydrometer terkoreksi adalah sebagai berikut:

$$R_c = R_{\text{terbaca}} + C_T \quad (3.14)$$

Keterangan:

$R_{\text{terbaca}}$  : nilai yang terbaca langsung dari hidrometer

$C_T$  : koreksi suhu

Untuk persentase diameter butiran tanah yang mengendap terhadap sampel keseluruhan memakai persamaan berikut:

$$P_A = \frac{P \times F_{200}}{100} \quad (3.15)$$

Dimana  $F_{200}$  adalah persentase butir tanah yang lolos saringan nomor 200.

### **I. Pengujian Triaksial untuk Menentukan Kuat Geser Langsung**

Melalui pengujian triaksial ini akan menghasilkan parameter sudut geser dan kohesi. Pengujian triaksial ini memerlukan sampel tanah yang tidak terganggu atau yang berada pada ring khusus tanah. Uji triaksial yang dilakukan terdiri dari tiga tahap utama yaitu saturasi, konsolidasi, dan kompresi (*shear stage*) menggunakan metode *Consolidated Undrained with Back Pressure Test* atau biasa disebut dengan CU. Pengujian yang dilakukan kepada sampel tanah dengan cara menstimulasi seperti keadaan asli atau tidak terganggu dengan diberikan tekanan di sekeliling *specimen* yang disebut *Cell Pressure* yaitu menekan ke sekelilingnya sehingga hasil yang diperoleh akan lebih mendekati kondisi asli di lapangan. Sampel yang telah diambil dari lapangan dibuka dari aluminium foil yang dilapisi lakban kertas dengan hati-hati. Setelah sampel terbuka maka dirapihkan bagian atas dan bawah permukaan sampel tanah lalu ditimbang. Sampel dikeluarkan menggunakan ekstruder yang dialasi kertas untuk ditimbang sisa tanah yang tertinggal lalu sampel diletakkan kedalam *cell triaxial* dengan diberi batu berpori pada kedua ujungnya, menyiapkan membran untuk melapisi *specimen*, memasukkan kedalam tabung khusus untuk

memasukkan membran kedalam tubuh *specimen* sedemikian rupa hingga tertutup (air tidak mungkin merembes keluar).

Setelah itu, alat triaxial disiapkan dan dikontrol untuk pemasangan sampel. Kompresor yang digunakan harus dipastikan terisi udara, posisi indicator dalam keadaan nol, dan air raksa dipastikan terletak pada tanda panah merah lalu menutup kran tekanan pori pada cell. Pada pengujian ini dilakukan tiga tahap yaitu tahap saturasi (*Saturation Stage*), Konsolidasi (*Consolidated Stage*), dan tahap terakhir yaitu Kompresi (*Shear Stage*).

a. Tahap Saturasi

Pada tahap ini sampel akan dijenuhkan menggunakan tekanan air dari Back Pressure dan diseimbangkan dengan tetap memberi *Cell Pressure* yang dinaikan tekanannya secara berkesinambungan bersama BP apabila tekanan pori sudah konstan atau mendekati tekanan BP. Pengujian ini dilakukan dengan membuka kran CP lalu diberikan tekanan dan ditunggu hingga konstan, memerhatikan volume change before, membuka kran *Pore Pressure* (PP) lalu mengatur air raksa pada *null indicator* hingga sejajar dengan panah. Menunggu konstan lalu memerhatikan dan mencatat nilai dari PP dan *volume after* CP. Mengulang pemberian tekanan CP dan BP hingga spesimen jenuh yaitu ketika nilai *B value* mendekati 1. Setelah tahap ini selesai dilakukan, maka tutup kran BP dan CP lalu dilanjutkan kepada tahap pengujian berikutnya yaitu Konsolidasi.

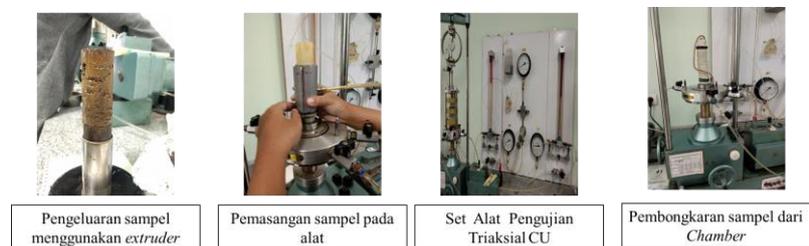
b. Tahap Konsolidasi

Setelah spesimen jenuh, dilanjutkan dengan tahap pengkonsolidasian alih-alih Pore Pressure turun sampai sama dengan Back Pressure maka tahap ini selesai. Tekanan pada CP dinaikkan dan ditunggu hingga konstan. Tidak lupa untuk mencatat nilai CP, nilai BP, nilai PWP, *Volume change* pada Bp dan CP pada

lembar kerja *consolidated*. Setelah menyiapkan *stopwatch* lalu menetapkan kedudukan air raksa pada *null langkah selanjutnya adalah* membuka kran CP dan kran BP di *cell* lalu membaca nilai PWP dan *Volume change* BP tiap satuan waktu pada manometer, dengan selalu mengontrol kedudukan air raksa supaya tetap pada posisi nol (tanda panah merah). Bila tekanan pori atau nilai PWP sudah turun sampai sama dengan nilai *Back Pressure*, maka konsolidasi dianggap telah selesai.

### c. Tahap Kompresi

Prinsipnya adalah memberi tekanan dalam arah axial dengan suatu kecepatan tertentu (*strain rate*), sampai tanah runtuh/patah. Besarnya gaya axial dapat dibaca dari *dial gauge* pada *proving ring*, besarnya *strain rate* dapat diatur dengan merubah posisinya pada mesin yang ditunjukkan dengan angka. Besarnya *Pore Pressure* dibaca dari manometer dengan tetap mengontrol posisi air raksa pada *null indicator*, Bila bacaan pada *proving ring* sudah konstan atau turun, maka tes dihentikan karena tanah telah runtuh/patah. Setelah semua tahap pengujian selesai dilakukan pembongkaran sampel dari *Chamber* lalu membersihkan alat set triaxial.



**Gambar 3. 17.** Pengujian Triaksial CU

Material tanah memiliki gaya penggerak yang diakibatkan oleh beratnya sebesar  $W \sin \theta$  sedangkan gaya normal  $N$  dan koefisien gesek menghasilkan gaya penahan yang disebut gaya

gesek  $F_s$ . Koefisien gesek merupakan faktor internal yang besarnya sama dengan  $\tan \phi$ . Pada saat material tersebut akan tergelincir, maka besar gaya penahan sama dengan gaya penggerak seperti persamaan berikut:

$$W \sin \theta = \tan \phi (W \cos \theta) \quad (3.16)$$

$$\tan \theta = \tan \phi \quad (3.17)$$

$$\theta = \phi \quad (3.18)$$

Dengan kondisi tersebut, maka sudut kemiringan bidang sama dengan sudut gesek dalam dengan syarat kohesi sama dengan nol. Setelah pengujian dilakukan dan mendapatkan data, maka data tersebut diolah menggunakan *Microsoft Excel* sehingga menjadi sebuah grafik hubungan  $s'$  (tegangan normal) dengan  $t'$  (tegangan geser) dan didapatkan nilai regresi linear ( $y$ ) dengan persamaan sebagai berikut:

$$y = ax + b \quad (3.19)$$

Dengan  $a$  menunjukkan nilai dari  $\tan \theta$  (masih dalam radian) dan  $b$  menunjukkan nilai kohesi. Untuk mendapatkan sudut geser dalam berupa derajat digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\phi' = \frac{180}{\pi} \arcsin(a) \quad (3.20)$$

Setelah diketahui besar  $b$  untuk mendapatkan nilai kohesi efektif maka dimasukkan kedalam persamaan:

$$c' = \frac{b}{\left(\cos \phi' \frac{\pi}{180}\right)} \quad (3.21)$$

### 3.5. Analisis Stabilitas Lereng (*Slope Stability Analysis*)

#### A. Penentuan Lokasi Kedalaman Bidang Gelincir Berdasarkan Hasil Analisis Profil ERT dan Geoteknik

Setelah melakukan pengolahan dan interpretasi data, dihasilkan empat penampang lintasan dimana salah satu lintasan berada pada posisi tegak lurus dengan lintasan lainnya. Hasil dari pemodelan perlapisan batuan menggunakan aplikasi RES2DINV setelah diinversi akan memperoleh variasi nilai hambatan jenis, kedalaman, dan ketebalan lapisan yang kemudian dianalisa dan diinterpretasi. Dalam penelitian ini, nilai resistivitas yang telah dihasilkan akan digunakan untuk mengidentifikasi pola resistivitas untuk menentukan pendugaan bidang gelincir dan struktur bawah permukaan zona potensi gerakan tanah di ruas jalan kereta api Sukatani-Ciganea, Kabupaten Purwakarta.

Bidang gelincir ditentukan berdasarkan lapisan yang lebih kedap air dan memiliki perbedaan nilai tahanan jenis yang mencolok antara dua lapisan akibat kepadatan material pada lapisan tersebut. Lapisan diatas atau dibawah bidang gelincir kemungkinan akan mengalami pelapukan alami di bawah permukaan, dan memungkinkan terjadinya pergerakan tanah menuruni lereng. Menurut Seniwati, dkk (2018), kedalaman bidang gelincir penting untuk diidentifikasi karena berdasarkan identifikasi tersebut dapat diketahui resiko longsor yang terjadi dimana semakin dalam bidang gelincir, maka tingkat resiko akan lebih besar.

## **B. Pemodelan Metode Irisan Menggunakan Formulasi Kesetimbangan Batas Umum Melalui Geostudio Slope/W 2021 R2**

Pada tahap ini penulis akan membuat pemodelan geometri lereng dan menghitung faktor keamanan melalui aplikasi Geostudio Slope/w 2021 R2 dengan *student lisenca*. Pendekatan yang dilakukan pada aplikasi ini menggunakan *Limit Equilibrium Method* dan Metode Analisis Morgenstern-Price karena Metode Analisis Morgenstern-Price ini merupakan metode yang paling umum dan sering digunakan diantara metode lain yang tersedia di aplikasi Geostudio Slope/w 2021 R2. Berdasarkan GEO-SLOPE International Ltd (2012), Metode Analisis Morgenstern-Price merupakan metode yang lebih ketat dan teliti karena

Agrie Sri Yulia Fuji, 2022

**APLIKASI METODE GEOFISIKA DAN GEOTEKNIK UNTUK ANALISIS KESTABILAN LERENG, KECEPATAN DAN JANGKAUAN LONGSOR (STUDI KASUS: RUAS JALAN KERETA API SUKATANI-CIGANEA)**

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](https://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](https://perpustakaan.upi.edu)

mempertimbangkan gaya geser *interslice* dan gaya normal, memenuhi keseimbangan momen dan gaya, serta memungkinkan untuk digunakan pada seluruh bidang runtuh atau jenis tipe lereng baik homogen maupun heterogen. Metode ini berdasarkan pendekatan *force equilibrium* (FE) dan *limit equilibrium* (LE) dimana penjumlahan gaya tangensial dan gaya normal terhadap bagian dasar dari sebuah irisan (*slice*) dan penjumlahan momen gaya dari sebuah pusat lingkaran terhadap bagian dasar setiap irisan (*slice*). Selain bersifat umum, Montoya-araque (2018) menerapkan dan membuat modul pemodelan berdasarkan Metode Analisis Morgenstern-Price dalam pemodelan *Block in Matriks* pada *software* pyBIMstab. Hubungan-hubungan antar gaya yang bekerja dapat dilihat pada **Gambar 2.9**, serta persamaan (2.36) dan (2.37) Pada aplikasi ini pemodelan lereng menggunakan muka air tanah dan penerapan Hukum Coulomb sederhana dalam model materialnya. Instruksi manual penggunaan aplikasi Geostudio Slope/w 2021 R2 terlampir pada **Lampiran 7**.

### **C. Pemodelan Metode Irisan Menggunakan Formulasi Kestimbangan Batas Umum Melalui Bahan Blok dalam Matriks (BIM)**

Salah satu perangkat lunak untuk memodelkan blok dalam matriks adalah pyBIMstab. Pada perangkat lunak pyBIMstab ini metode kestimbangan batas umumnya digunakan pada permukaan runtuh lereng yang terdapat bahan bimsoil/bimrock, dimana dapat terjadi kegagalan di sekitar blok seperti labirin. lereng yang terdiri dari bahan homogen atau bahan blok dalam matriks (BIM). pyBIMstab ini menerapkan metode general limit equilibrium (GLE) yang diusulkan oleh Fredlund dan Krahn (1977) dalam menyelesaikan persamaan kestimbangan metode Morgenstern-Price

Berdasarkan studi teoritis menurut Irfan dan Tang (1993) faktor keamanan bahan campuran merupakan fungsi dari beberapa variabel yaitu kekuatan geser dari matriks berbutir halus, proporsi blok (Isi pecahan kasar), bentuk partikel kasar, rasio perpanjangan partikel, ukuran partikel kasar,

Agrie Sri Yulia Fuji, 2022

**APLIKASI METODE GEOFISIKA DAN GEOTEKNIK UNTUK ANALISIS KESTABILAN LERENG, KECEPATAN DAN JANGKAUAN LONGSOR (STUDI KASUS: RUAS JALAN KERETA API SUKATANI-CIGANEA)**

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

jarak antar partikel kasar dan densitas partikel kasar. Bimsoils/bimrocks dimodelkan sebagai labirin tidak sempurna, berdasarkan balok yang kompeten adalah dinding labirin dan matriks adalah ruang kemungkinan labirin yang dapat dicapai. Untuk menginstall pyBIMstab digunakan prosedur seperti terlampir pada **Lampiran 8**. Skrip koding yang digunakan dalam pemodelan ini terlihat pada **Tabel 3. 1**.

**Tabel 3. 1.** *Script* untuk menjalankan pemodelan geometri lereng menggunakan pyBIMstab

```
from numpy import array

from pybimstab.slope import NaturalSlope

from pybimstab.watertable import WaterTable

from pybimstab.bim import BlocksInMatrix

from pybimstab.slipsurface import CircularSurface, TortuousSurface

from pybimstab.slices import MaterialParameters, Slices

from pybimstab.slopestabl import SlopeStabl

terrainCoords = array(

    [[x, x, x, x, x,

      x, x, x, x, x],

     [y, y, y, y, y,

      y, y, y, y, y]])

slope = NaturalSlope(terrainCoords)

bim = BlocksInMatrix(slopeCoords=slope.coords, blockProp=0.12,

                    tileSize=0.6, seed=39)
```

```

watertabDepths = array([[0, x, x, x_max],
                        [y, y, y, y_max]])

watertable = WaterTable(slopeCoords=slope.coords,
                        watertabDepths=watertabDepths,
                        smoothFactor=2)

preferredPath = CircularSurface(
    slopeCoords=slope.coords, dist1=z, dist2=z, radius=z)

surface = TortuousSurface(
    bim, dist1=z, dist2=z, heuristic='euclidean',
    reverseLeft=False, reverseUp=False, smoothFactor=2,
    preferredPath=preferredPath.coords, prefPathFact=2)

material = MaterialParameters(
    cohesion=z, frictAngle=z, unitWeight=z,
    blocksUnitWeight=21, wtUnitWeight=9.807)

slices = Slices(
    material=material, slipSurfCoords=surface.coords,
    slopeCoords=slope.coords, numSlices=10,
    watertabCoords=watertable.coords, bim=bim)

stabAnalysis = SlopeStabl(slices, seedFS=1, Kh=0)

fig = stabAnalysis.plot()

```

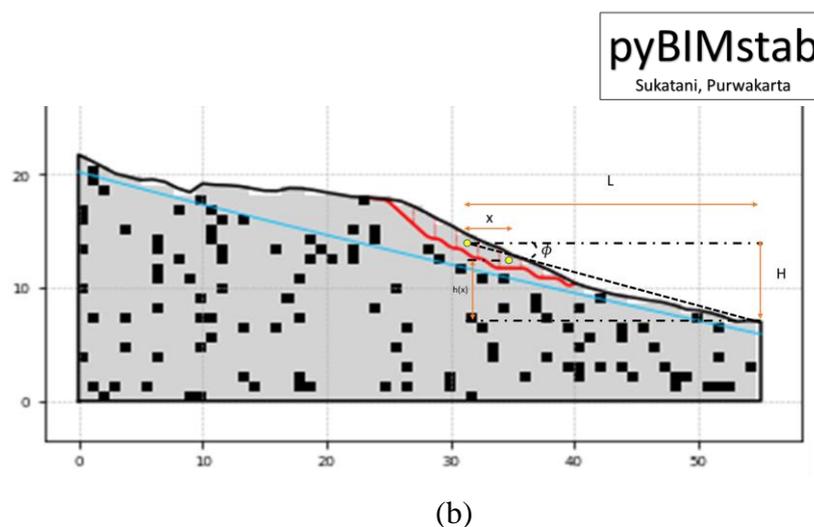
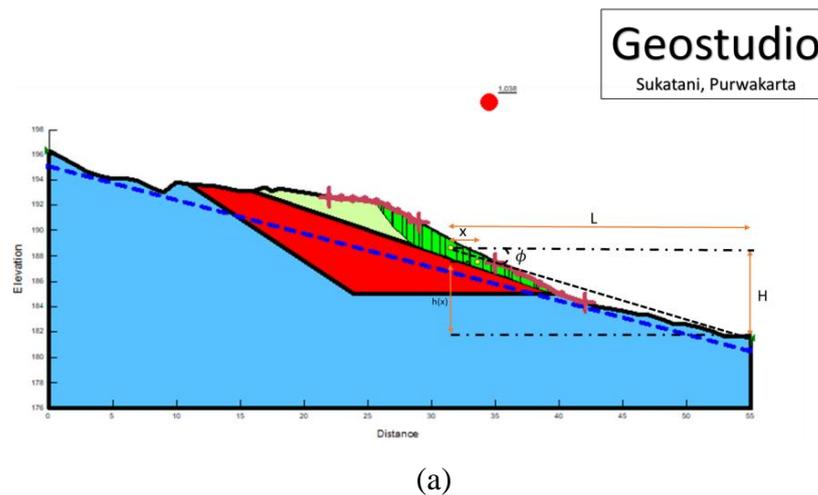
Keterangan:

- *Pybimstab* : Modul untuk mendefinisikan kelas terkait struktur dan irisan BIM (Block in Matriks). BIM mendefinisikan struktur block in rock material yang Menyusun kemiringan. Atribut modul ini adalah:
  - a. *SlopeCoords* : Koordinat poligon di dalam yang didefinisikan oleh BIM. Diharapkan bahwa poligon sesuai dengan batas kemiringan yang diperoleh dengan metode ini.
  - b. *BlockProp* : Proporsi blok relatif terhadap total volume BIM.
  - c. *TileSize* : Panjang setiap sisi ubin.
  - d. *Seed* : Nilai benih untuk pengulangan dalam generasi acak.
  - e. *Kohesi* : nilai kohesi parameter tanah.
  - f. *FrictAngle* : sudut geser parameter tanah.
  - g. *UnitWeight* : satuan berat tanah.
  - h. *BlocksUnitWeight*: berat satuan blok pada BIM.
  - i. *WtUnitWeight* : satuan berat air.
- *Slipsurfaces* : Modul untuk mendefinisikan kelas yang terkait dengan permukaan slip, baik geometri melingkar atau komposit (contohnya permukaan kegagalan yang berliku-liku)
- *Circularsurfaces* : Mendefinisikan struktur sebuah polyline yang mewakili permukaan slip dari tanah longsor yang geometrinya adalah busur keliling dari massa tanah di atas permukaan slip. Busur didefinisikan dengan dua titik di permukaan medan dan jari-jari diperlukan untuk variabel kecekungan bidang gelincir.
- *Dist1* : Jarak horizontal pertama dari paling kiri titik permukaan medan di mana busur bersinggungan.
- *Dist2* : Jarak horizontal kedua dari paling kiri titik permukaan medan di mana busur bersinggungan

- *Radius* : Panjang jari-jari circular surfaces
- *Depth* : Panjang segmen di bawah kaki lereng
- *Slopestabl* : Modul untuk mengevakyasi faktor keamanan terhadap gaya geser dengan menggunakan batas
- *Lambda* : Faktor yang berfungsi untuk menentukan gaya *horizontal interslices*.
- *Smoothcurve* : Modul untuk mendefinisikan kelas yang terkait dengan kehalusan kurva
- *Watertable* : Modul untuk mendefinisikan kelas yang terkait dengan tabel air atau muka air tanah dari masalah stabilitas lereng
- Kode x dan y diisi dengan koordinat yang telah didapatkan melalui data resistivitas atau data .dat yang mengandung informasi topografi, perhatikan posisi penulisan jumlah x dan y setiap baris haruslah sama, untuk kode z maka diisi dengan keterangan pendukung lainnya seperti jalur awal dan akhir kelongsoran (dist) juga keterangan material tanah yang digunakan (kohesi, berat isi, sudut geser).

### **3.6.Pendekatan Untuk Prediksi Kecepatan dan Jarak Jangkauan (*Run-out*) Gerakan Bahan Longsoran**

Untuk memprediksi jarak jangkauan dan kecepatan bahan longsoran diperlukan penentuan titik massa terlebih dahulu menggunakan aplikasi Fiji. Prosedur manual penggunaan aplikasi Fiji dapat dilihat pada Lampiran 8. Berdasarkan model gesekan Coulomb, kita perlu mengetahui terlebih dahulu parameter geometri yang digunakan untuk menganalisis kecepatan dan jarak jangkauan (run – out) pergerakan pusat massa tanah seperti yang ditunjukkan gambar dibawah ini.



**Gambar 3. 18.** Parameter geometri untuk menganalisis jarak jangkauan dan kecepatan longsor (titik pusat massa, titik acuan H, x, L, H, h(x), dan  $\phi$ ) pada:  
(a) Geostudio dan (b) pyBIMstab.

Setelah menentukan titik pusat massa tanah menggunakan aplikasi Fiji, jadikan titik tersebut sebagai titik pusat massa pertama lalu kita ambil titik kedua dengan mengasumsikan tanah tersebut bergerak menuju bawah. Selanjutnya tentukan nilai x dari jarak antara titik pertama dan titik kedua lalu tentukan nilai H dengan cara menarik garis lurus dari titik pertama menuju tanah yang datar. Kemudian catat nilai H. Setelah nilai H diketahui, maka tentukan nilai h(x) dengan menarik garis lurus dari titik kedua ke arah kanan menuju daerah merah. Nilai L dapat ditentukan dengan mengukur jarak dari

titik pusat massa. Setelah semua parameter didapatkan, masukkan kedalam persamaan berikut untuk mendapatkan nilai jarak jangkauan dan kecepatan longsor. Penulis menghitung jarak jangkauan dan kecepatan longsor dengan bantuan Microsoft Excel (File Terlampir).

Kecepatan longsor (*Velocity*) :

$$v(x) = \sqrt{2g\Delta h} \quad (3.22)$$

Jarak Jangkauan Longsor (*Run-out Distance*):

$$L = \frac{H}{\tan(\phi)} \quad (3.2)$$