

# ANALISIS DATA GEOLISTRIK DAN DATA UJI TANAH UNTUK MENENTUKAN STRUKTUR BAWAH TANAH DAERAH SKYLAND DISTRIK ABEPURA PAPUA

Virman<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan PMIPA Prodi Fisika FKIP Uncen  
Jl. Raya Sentani-Abepura, Jayapura

\*Email: virman\_uncen@yahoo.com

## Abstrak

Telah dilakukan penelitian geolistrik dan uji tanah untuk pencitraan struktur bawah permukaan di Skyland Distrik Abepura, Jayapura, Papua. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui sifat fisis dan sifat teknis dari tanah guna mengevaluasi dan memberikan rekomendasi penyelesaian permasalahan pondasi. Berdasarkan tujuan tersebut maka dilakukan analisis hasil pengukuran geolistrik korelasi terhadap data-data tanah yang meliputi uji laboratorium dan lapangan pada lokasi terpilih di daerah penelitian. Hasil pengujian dengan SPT diperoleh struktur tanah di daerah penelitian pada kedalaman 2 m bersifat sangat tidak padat ( $N-SPT < 50$ ), kepadatan sedang ( $N-PT > 50$ ) pada kedalaman 4 m dan sangat padat ( $N-SPT > 50$ ) pada kedalaman 6 m pada posisi ini kegiatan di stop. Sedangkan hasil uji laboratorium didapatkan komposisi butir tanah pada kedalaman ini termasuk bergradasi baik, dan indeks plastisitas (PI) adalah 18 termasuk plastisitas yang tinggi. Batuan dasar pada titik pengukuran ini berada pada kedalaman  $> 56$  m dengan tahanan jenis yang paling tinggi yaitu 4103 ohm m.

**Kata kunci:** geolistrik, konfigurasi Schlumberger, uji tanah.

## PENDAHULUAN

Banyaknya kegagalan konstruksi bangunan sipil pada akhir-akhir ini disebabkan oleh eksploitatifnya pemanfaatan tanah yang melebihi daya dukung tanah secara umum, sebagai contoh: pemanfaatan lahan gambut/rawa/tambak untuk perumahan dapat menyebabkan penurunan yang berlebihan, pembangunan jalan raya dengan timbunan yang melebihi tinggi kritis ( $H_{cr}$ ) dapat menyebabkan *sliding* atau kelongsoran, serta pemanfaatan lahan perbukitan dan lereng yang cukup terjal, dan lain-lain, (Muhrozi, 2009). Untuk memperkecil potensi kegagalan bangunan sipil tersebut perlu didukung dengan Kontrol soil test yang memadai dan teliti pada saat perencanaan dan pelaksanaan. Menurut Muhrozi, 2009 salah satu factor penentu keberhasilan pelaksanaan suatu proyek sipil adalah input data (data

penyelidikan tanah) dengan ketelitian yang tinggi. Penyelidikan tanah di lapangan pada penelitian ini menggunakan intepretasi metode geolistrik, SPT dan penyelidikan tanah di laboratorium (sifat plastisitas tanah dan distribusi butir tanah).

Metode geolistrik merupakan salah satu metode untuk penyelidikan tanah, metode ini memiliki kelebihan baik dalam hal akurasi juga lebih mura, dan cepat. Metode ini mengalami perkembangan cukup baik sehingga penggunaannya tidak terbatas pada eksplorasi saja tetapi juga sudah banyak digunakan pada masalah lingkungan dan geoteknik. Prinsipnya yaitu mengamati perlapisan batuan berdasarkan perbedaan sifat konduktifitas batuan atau mengamati adanya anomali yaitu perbedaan besaran fisis dari benda yang dicari dengan tanah yang menutupinya. Besaran fisis untuk

metode geolistrik tahanan jenis adalah sifat listrik (Telford, 1990).

Metode pengujian tanah dengan *Standard Penetration Test* (SPT) termasuk cara yang cukup ekonomis, untuk memperoleh informasi mengenai kondisi di bawah permukaan tanah dan diperkirakan 85 % dari desain pondasi menggunakan cara ini. Alat uji ini dapat dilakukan dengan cara yang relative mudah sehingga tidak membutuhkan keterampilan khusus. Alat ini telah diterima sebagai uji tanah yang rutin di lapangan memiliki kelebihan karena terdiri dari beberapa komponen yang sederhana, mudah ditransportasikan, dipasang dan mudah pemeliharaannya. SPT merupakan alat penetrometer dinamis. Pengujian dilakukan dengan mengebor tanah terlebih dahulu. Setelah kedalaman yang diinginkan tercapai, maka *split spoon sampler* dimasukkan ke dalam dasar lubang lalu dipancang dengan menggunakan palu seberat 63,5 kg yang dijatuhkan dari ketinggian 75 cm. Setelah dipancang sedalam 15 cm, maka selanjutnya dicatat jumlah pukulan yang diperlukan untuk memancang sedalam 30 cm. Jumlah pukulan ini disebut dengan nilai N atau *standard penetration resistance value*, (Wiraga, I, W, 2011).

### Indeks Plastisitas Tanah

Material tanah dapat berubah fasa (wujud), yaitu dapat dalam kondisi padat, semi padat (lunak), dan lembek/cair, yang tentunya terdapat kondisi batas cair (LL) dan batas plastis (PL) dan selisih LL dan PL disebut indeks plastisitas (PI). Untuk mengetahui indeks plastisitas dilakukan dengan uji konsistensi tanah (*Atterberg Limit*).

Tingkat plastisitas tanah diukur sebagai sebuah parameter yang disebut indeks plastisitas (*plasticity index* disingkat PI). Semakin tinggi nilai PI maka akan semakin bersifat *expansive*, artinya sangat mudah terpengaruh kadar air. Dengan demikian, tanah akan sangat mengembang jika kadar air tinggi (jenuh air) dan akan sangat menyusut jika kadar air rendah (kering). Jenis tanah *expansive* ini sangat tidak menguntungkan bagi konstruksi jalan sehingga perlu perlakuan (urugan) sehingga dapat lebih

stabil terhadap perubahan kadar air atau yang PI nya rendah.

Chen 1975 dalam Donal, R, 2010 berpendapat bahwa potensi mengembang tanah ekspansif sangat erat hubungannya indeks plastisitas, sehingga Chen membuat klasifikasi potensi pengembangan pada tanah lempung berdasarkan indeks plastisitas, seperti yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan antara PI dan tingkat plastisitas menurut Atterberg (Chen, 1975)

PI	Tingkat Plastisitas	Jenis Tanah
0	Tidak plastis/Non PI	Pasir
$0 < PI < 7$	Plastisitas rendah	Lanau/silt
7 - 17	Plastisitas sedang	Silt – clay
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung

Tes batas-batas Atterberg (*Atterberg limit*), yaitu batas cair dan batas plastis dan penentuan batas indeks plastisitas tanah yang dilakukan pada tanah lolos ayakan 200 dengan menggunakan peralatan standar Atterberg Limet (*Casagrande Apparatus*). Uji batas-batas Atterberg Limit menghasilkan nilai batas cair dan batas batas plastis. Penentuan batas susut dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain penentuan batas susut secara grafis dengan menggunakan data batas cair dan indeks plastisitas.

### Grain Size (analisa ayakan):

Ukuran partikel tanah sangat beragam dengan variasi yang cukup besar, tanah umumnya disebut sebagai kerikil, pasir, lanau atau lempung. Namun tanah yang berukuran lebih kecil dari 2 mikron belum tentu lempung. Jadi lempung adalah tanah yang berukuran lebih kecil dari 2 mikron yang mempunyai mineral tertentu yang menghasilkan sifat plastis bila dicampur dengan air.

Nama dan sifat tanah ditentukan atau dipengaruhi oleh gradasinya (untuk tanah berbutir kasar), dan batas-batas konsistensinya (untuk tanah berbutir halus). Gradasi merupakan sifat yang penting untuk tanah berbutir kasar. Tanah terdiri beraneka ragam ukuran butiran dengan perbandingan prosentasi ukuran butiran yang beraneka ragam. Dengan kata lain distribusi ukuran butiran atau gradasi butiran tidak pernah sama tanah satu dengan tanah yang lain. Dan untuk menganalisis gradasi tanah berbutir kasar digunakan analisis saringan, untuk tanah berbutir halus digunakan cara pengendapan.

Tanah merupakan material konstruksi yang memegang peranan penting sebagai dasar pondasi, sehingga mutlak diperlukan tanah yang memiliki kuat dukung tinggi dan penurunan yang sekecil mungkin. Oleh karena itu, diperlukan analisa kuat dukung tanah dan perancangan seksama agar tidak terjadi kegagalan struktur. Menurut *United States Department of Agriculture (USDA)*, berdasarkan tekstur, distribusi ukuran butir dan plastisitas maka jenis tanah terdiri atas:

- a. Pasir : ukuran butiran antara 2,0 – 0.05 mm
- a. Lanau: ukuran butiran antara 0.05 – 0.002 mm
- b. Lempung: ukuran butiran < 0.002 mm.

## METODE

Gambar 1 adalah daerah penelitian yang secara geografis terdapat pada kordinat  $02^{\circ} 35' 45,9''$  LS dan  $140^{\circ} 41' 16,6$  BT dengan ketinggian 64 m dpal. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui daya dukung tanah melalui analisis deskripsi kuantitatif dengan pengumpulan data dan analisis. Pengumpulan data melalui observasi dan pengujian tanah di lapangan serta pengambilan sampel. Sampel tersebut kemudian diuji di laboratorium untuk mengetahui sifat fisik tanah, sifat mekanis dan parameter tanah. Penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan besaran daya dukung tanah, maka variable yang diteliti meliputi Atterberg limit, distribusi butir, *Standard Penetration Test (SPT)* dan metode

geolistrik. Variabel-variabel tersebut merupakan indikator daya dukung tanah dan nilai pada kedalaman tertentu akan menentukan pemilihan jenis pondasi, ukuran serta kedalamannya (Wiraga, I.W, 2011).

## Pengujian Tanah

### 1. Pengujian tanah di lapangan

Pengujian tanah di lapangan dilakukan dengan melakukan pengukuran geolistrik dan SPT (*Standard Penetration Test*) tes ini dimaksudkan untuk memperoleh identifikasi data lapisan tanah antara lain jenis tanah, warna tanah, sampel tanah (*undisturbed* dan *disturbed*). Pada pengukuran geolistrik, peralatan yang digunakan adalah geolistrik merk Noniura NRD 300 HF. Pada tes boring, peralatan yang digunakan adalah 1 buah mata bor iwan, 5 buah batang pipa bor, 1 buah stang pemutar, 1 pasang kunci pipa dll.

Pengambilan sampel dilakukan dengan menentukan letak titik bor di lapangan, kemudian membuat lubang bor pada titik tersebut dengan merangkai mata bor Iwan dengan batang pipa bor dan memasang stang pemutar, memasang dan melektakkan mata bor diatas tanah pada titik yang telah ditentukan, dan melakukan pengeboran. Setelah mata bor terisi penuh dengan tanah, kemudian bor diangkat kemudian diperiksa dan dicatat jenis tanah, warna dan kedalaman lapisan tanah. Kegiatan bor ini juga dikombinasi dengan pengujian *Standard Penetration Test (SPT)*. Pada kegiatan bor dangkal dimaksudkan disamping untuk mengetahui jenis lapisan tanah dan SPT (N), juga untuk mendapatkan sampel terganggu dan tidak terganggu.

Untuk sampel tanah terganggu, hasil pengeboran yang terdapat dalam mata bor dimasukkan kedalam kantong plastic dan diberi label. Untuk pengambilan sampel tanah tidak terganggu yaitu dengan cara merangkai alat batang pipa bor, kop tabung dan tabung sampel serta kop batang bor kemudian dimasukkan kedalam lubang tanah pemboran selanjutnya ditekan dan dipukul dengan hammer. Setelah tabung berisi sampel tanah kemudian diangkat dan tabung sampel dilepas dari rangkaiannya.

Kemudian tutup kedua ujung tabung sampel tersebut dengan kantong plastik dan diberi label. Untuk kemudian diperiksa dilaboratorium.

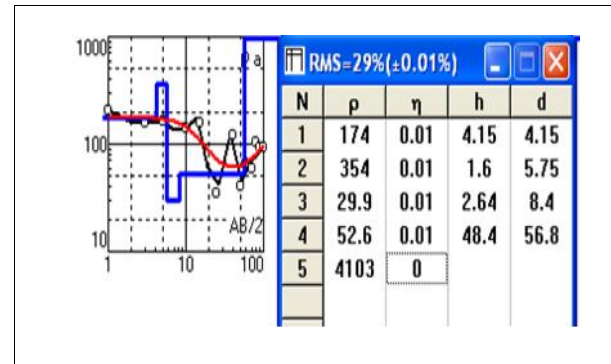
## 2. Pengujian tanah di laboratorium

Pengujian sampel tanah terganggu dimaksudkan untuk mendapatkan data ukuran butiran tanah (analisa ayak dan hydrometer), *plastic limit* (PL), *liquid limit* (LL) dan *plasticity index* (PI). Hasil pengujian tanah di laboratorium akan diperoleh nilai parameter dari sampel tanah yang diuji, yang akan digunakan untuk menganalisis daya dukung tanah untuk beban berupa pondasi jalan ring road Daerah Skyland di Distrik Abepura, kota Jayapura.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Analisis Pengujian Tanah di Lapangan

Pengukuran geolistrik (tahanan jenis) konfigurasi Schlumberger Daerah Skyland Distrik Abepura dilakukan pada elevasi 45 dpal. Dari hasil pemodelan inversi dengan menggunakan program IPI2win, diperoleh hasil model perlapisan bumi yang cukup bagus. Pengukuran dilapangan menggunakan konfigurasi Schlumberger, dimana jarak elektroda arus (AB) jauh lebih besar dari jarak elektroda tegangan (MN). Data yang diperoleh dari pengukuran dilapangan adalah besarnya arus (mA) dan beda potensial (volt). Jarak  $AB/2 = 150$  m, model perlapisan yang diperoleh seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Model perlapisan dan harga tahanan jenis tiap lapisan

**Standar Penetration Test (SPT)**, pengujian dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan atau perlawanan tanah/batuan terhadap penetrasi tabung SPT atau tabung baja belah (*raimond sampler*) sehingga akan diperoleh jumlah pukulan untuk memasukkan tabung SPT tersebut sedalam 30 cm kedalam tanah yang masih belum terganggu atau diperoleh nilai SPT pukulan (N). Hasil pengukuran di lapangan seperti pada Tabel 2. Dari hasil uji SPT pada lima lubang bor terlihat bahwa nilai SPT > 50 ditemukan pada kedalaman yang bervariasi yaitu antara 6 m – 12 m. Lapisan tanah dibawah elevasi ini merupakan lapisan batu berupa napal yang diprediksi tidak mampu ditembus oleh tiang pancang bila dalam perencanaan pondasi digunakan tiang pancang.

Tabel 2. Struktur Tanah Kelima Titik Bor Berdasarkan N-SPT

TITIK BOR	KEDALAMAN (m)	JENIS TANAH	N-SPT
B. H 01	6	Lempung berpasir, abu-abu	N1/9, N2/3, N3/2
B. H 02	12	Lempung berpasir, kemerahan	N1/7, N2/5, N3/4
B. H 03	6	Napal, putih	N1/3, N2/, N3/
B. H 04	6	Napal, putih	N1/15, N2/, N3/
B. H 05	8	Napal, putih	N1/15, N2/1, N3/-

Dari hasil uji SPT pada lima lubang bor terlihat bahwa nilai SPT > 50 ditemukan pada kedalaman yang bervariasi yaitu antara 6 m – 12 m. Lapisan tanah dibawah elevasi ini merupakan lapisan batu berupa napal yang diprediksi tidak mampu ditembus oleh tiang pancang bila dalam perencanaan pondasi digunakan tiang pancang.

**3.2 Analisis Pengujian Tanah di Laboratorium**

Hasil pengujian terhadap beberapa sampel tidak terganggu (Tabel 3) menunjukkan karakteristik tanah untuk tanah pada kedalaman antara 1 – 5 m diperoleh jenis tanah berupa lempung/lanau lebih dominan dengan kadar mulai 69,38 hingga 83,30 %. Tes batas-batas Attemberg (*Attemberg limit*), menghasilkan nilai batas cair dan batas plastis. Hasil uji Attemberg limit terhadap sampel di lima titik bor pada kedalaman yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Pengujian Grain Size Ring Road Skyland

No Sampel	Kerikil (%) (76.2-4.75 mm)	Pasir (%) (4.75 0.075 mm)	Lempung/lanau (%) (< 0.075 mm)
USD 1/5 m	-	21.42	78.58
USD 2/ 11.5 m	-	27.98	72.02
USD 3/ 5.50 m	-	30.62	69.38
USD 4.1/ 4.50 – 5 m	-	28.14	71.86
USD 4.2/ 9.50 – 10 m	-	16.7	83.30
USD 4.3/ 5 m	-	40.84	59.16
USD 5/ 5.50 m	-	25.69	74.31

Tabel 4. Sifat Plastisitas Tanah Ring Road Daerah Skyland Distrik Abepura

No sampel	LL (%)	PL (%)	IP (%)	Susut linier	Keterangan
USD 1/5.00 m	48	25	23	22	
USD 2/ 11.50 m	36	18	18	18	Contoh dalam keadaan:
USD 3/ 5.50 m	29	15	14	14	
USD 4.1/ 4.50 – 5 m	31	15	17	12	- Asli
USD 4.2/ 9.50 – 10 m	41	23	18	21	- Tidak
USD 4.3/ 5 m	26	13	13	13	disaring
USD 5/ 5.50 m	61	34	27	-	

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian tanah pada kedalaman 2 m, daya dukung tanah berdasarkan metode Atterberg limit dari 5 (lima) titik bor diperoleh masing-masing liquid limit (LL) besarnya antara 26 % - 61 %, Plastic limit (PL) besarnya antara 13 % - 34 %, dan Plasticity index (PI) besarnya antara 13 % - 25 %. Berdasarkan Tabel 1 maka PI daerah penelitian termasuk plastis sedang sampai tinggi.

Menurut Goro, G.L. 2008 pada tanah dengan PI diatas 30 % merupakan tanah yang ekspansive dimana kandungan lempungnya cukup tinggi. Tanah yang demikian mudah terpengaruh terhadap perubahan kadar air, dimana jika kelebihan kadar air maka tanah akan mengembang dan jika kekeringan air akan mengalami penyusutan. Pada studi ini tanah di lokasi penelitian termasuk tanah dengan kadar lempung yang relatif rendah < 30 %.

Hasil pengujian N-SPT titik B.H 01, B.H 03 dan B.H 04 pada kedalaman 6 m memberikan nilai N-SPT bervariasi. Berdasarkan Tabel 2 pada N1, N2 dan N3 dari 50 pukulan maka B. H 03 memiliki sifat tanah lebih keras diikuti B.H 01 dan B.H 04. Mengacu pada hasil pengujian laboratorium uji ayakan maka tanah pada B.H

03 terdiri dari 30,62 % berupa pasir dan 69,38 % berupa lempung, B. H 01 terdiri dari 21,42 % pasir dan 78,58 % lempung dan B.H 04 terdiri dari 28,14 % pasir dan 71,86 % lempung. Hasil uji Atterberg limit diperoleh bahwa nilai PI pada B.H 03 adalah 14 % lebih rendah jika dibandingkan dengan B.H 01 yaitu 23 % dan B.H 04 adalah 17 %. Apabila diasumsikan sifat tanah pada kedalaman 5 m dan 6 m adalah sama maka pada zone ini nilai tahanan jenis adalah 354 ohm m termasuk lapisan tanah yang sifatnya kompak.

Titik bor B. H 02 dan B.H 05 berdasarkan Tabel 2 tanah keras terdapat pada kedalaman 12 m dan 8 m. Jenis tanah pada kedalaman 12 m (B.H 02) hasil analisa ayakan terdiri dari 27,98 % pasir dan 72,02 lempung dan indeks plastisitas tanah adalah 18 %. Sedangkan untuk titik bor B. H 05 tanah bersifat keras terdapat pada kedalaman 8 m. Berdasarkan Tabel nilai N-SPT adalah N1/15, N2/1, N3/-

Dari hasil true resistivity dan analisa tanah di laboratorium maka dapat diinterpretasikan korelasi pendugaan geolistrik tersebut adalah sebagai berikut (Tabel 5)

Tabel 5. Korelasi Antara Data Geolistrik Dan Data Geologi (Bor Dangkal)

Lapisan	Tahanan jenis (ohm m)	Litologi
Lapisan 1	174	lanau lempung bercampur kerakal berwarna kemerahan
Lapisan 2	354	lanau bercampur kerakal berwarna kemerahan
Lapisan 3	29,9	lanau lempung bercampur kerikil berwarna kemerahan
Lapisan 4	52,6	lanau lempung bercampur kerikil berwarna kemerahan
Lapisan 5	4103	Batuan dasar

Dengan mengacu pada korelasi tersebut maka hasil pendugaan geolistrik adalah sebagai berikut: Lapisan 1 adalah lapisan dengan ketebalan 4.15 m, lapisan ini memiliki kondisi tanah termasuk kaku dan sangat kaku dengan jumlah pukulan untuk N1 = 27, N2 = 14 dan N = 15. Lapisan 2 adalah lapisan dengan ketebalan 1.6 m merupakan lapisan yang bersifat lebih resistif dari lapisan 1. Jenis tanah pada lapisan 2 termasuk keras, nilai N SPT pada N1=9, N2=50 dan N3=50. Pada lapisan 3 dan lapisan 4 apabila hasil pengukuran geolistrik dikorelasi dengan N-

SPT maka diperoleh ketidaksesuaian dimana hasil N-SPT kondisi tanah bersifat keras yang tidak didukung oleh nilai tahanan jenis yang konduksif.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan maka pada penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Struktur tanah yang bersifat padat di lokasi penelitian penyebarannya bervariasi yaitu

pada kedalaman 6 m – 12 m, yang diprediksi tidak mampu ditembus oleh tiang pancang bila dalam perancangan pondasi digunakan tiang pancang.

2. Lapisan tanah dibawah elevasi ini berdasarkan pengamatan data inti bor merupakan lapisan batu berupa napal, dan apabila dikorelasikan dengan pengujian N-SPT, lapisan tersebut daya dukungnya termasuk padat dan keras dengan nilai N-SPT > 50.
3. Hasil analisis dengan metode Atterberg limit jenis tanahnya didominasi oleh plastis sedang dengan nilai PI <30 % (kadar lempung rendah).
4. Hasil pengukuran tahanan jenis didapatkan bahwa pada kedalaman antara 5 m – 8 m lapisan bersifat konduktif. Hal ini dapat saja terjadi karena pengukuran dilakukan pada posisi yang jarak 50 m dengan elevasi 45 dpal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Donal, R., dkk. Studi pengaruh penambahan tanah lempung pada tanah pasir pantai terhadap kekuatan geser tanah. *Jurnal Rekayasa Sipil*. 6 (1) : 9 – 14.
- Goro, G.L., 2008. Indeks plastisitas pada tanah lempung dengan penambahan additive road bond en-1 di Bukit Semarang Baru. *Prosiding Wahana Teknik Sipil*. 13 (1) : 21 – 25.
- Hermawan dan Utami, T. E. 2007. Penentuan dan pemilihan lokasi rencana sludge landfill di Kediri dari aspek geoteknik. *Jurnal Geoaplika*. 2 (3) : 33 - 39
- Telford, W. M., Geldart, L. P., dan Sherif, R. E., 1990. *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, New York.
- Widojoko, L., 2012. Uji dispersivitas bahan timbunan bendungan way linggo. *Jurnal Teknik Sipil UBL*. 3 (2) : 25 - 29
- Wiraga, I. W. 2011. Investigasi dan uji daya dukung tanah di areal PLN pesanggrahan dalam rangka pemilihan pondasi yang tepat untuk pembangkit listrik tenaga disel PLN. *Jurnal Matrix*. 1 (3) : 19 - 25

