



**PENENTUAN JENIS TANAH DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS DAN UJI INDEKS  
PROPERTIES TANAH DI PERUMAHAN ISTANA TIDAR  
REGENCY KECAMATAN SUMBERSARI  
KABUPATEN JEMBER**

**SKRIPSI**

oleh  
**DEVI PUTRI SULISTYANI**  
**NIM 101810201002**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**



**PENENTUAN JENIS TANAH DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS DAN UJI INDEKS  
PROPERTIES TANAH DI PERUMAHAN ISTANA TIDAR  
REGENCY KECAMATAN SUMBERSARI  
KABUPATEN JEMBER**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Fisika (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains

oleh  
**DEVI PUTRI SULISTYANI**  
**NIM 101810201002**

**JURUSAN FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan dengan penuh rasa syukur, cinta, dan terima kasih yang sebesar – besarnya untuk:

1. Keluarga tercinta, ayahanda Karyoto dan Almarhumah ibunda Parini dengan keterbatasan yang dimiliki namun selalu berusaha memberikan dukungan, pengorbanan, cinta kasih, dan pelajaran hidup kepada anak – anaknya. Kakak tersayang Dedy Supriyanto dan Dwi Endah Widyastuti yang telah mengajarkan arti keluarga, saling berbagi, dan membuat saya bangga menjadi bagian dari keluarga ini;
2. Para pendidik sejak taman kanak – kanak hingga perguruan tinggi yang telah mendidik saya dengan penuh amanah dan keikhlasan;
3. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

**MOTTO**

Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.  
Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras  
(untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmu engkau berharap  
(Al-Insyirah 6-8)<sup>\*)</sup>

Yang disebut dengan “kegagalan” bukanlah saat jatuh,  
tetapi saat tidak mau berdiri  
(Mary Pickford)<sup>\*\*)</sup>

Anda harus tahan terhadap ulat jika ingin dapat melihat kupu – kupu  
(Antoine De Saint)<sup>\*\*)</sup>

---

<sup>\*)</sup> Departemen Agama Republik Indonesia. 2002. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Surabaya: PT Mekar Surabaya

<sup>\*\*)</sup> Tjahjono, F. 2014. *Dimana Ada Kemauan di Sana Ada Kemudahan*. Yogyakarta: Istana Media

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Devi Putri Sulistyani

NIM : 101810201002

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Penentuan Jenis Tanah dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas dan Uji Indeks Properties Tanah di Perumahan Istana Tidar Regency Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institut mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 14 Maret 2015

Yang menyatakan,

Devi Putri Sulistyani

NIM. 101810201002

**SKRIPSI**

**PENENTUAN JENIS TANAH DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS DAN UJI INDEKS  
PROPERTIES TANAH DI PERUMAHAN ISTANA TIDAR  
REGENCY KECAMATAN SUMBERSARI  
KABUPATEN JEMBER**

oleh  
DEVI PUTRI SULISTYANI  
NIM 101810201002

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Nurul Priyantari, S.Si., M.Si.  
Dosen Pembimbing Anggota : Supriyadi, S.Si., M.Si.

PENGESAHAN

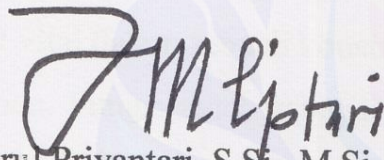
Skripsi berjudul “Penentuan Jenis Tanah dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas dan Uji Indeks Properties Tanah di Perumahan Istana Tidar Regency Kecamatan Sumpersari Kabupaten Jember” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : **SELASA 05 MAY 2015**

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Tim Penguji

Ketua



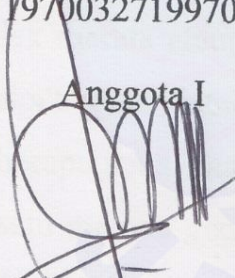
Nurul Priyantari, S.Si., M.Si.  
NIP 197003271997022001

Sekretaris



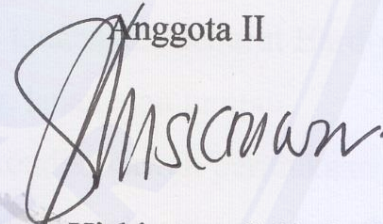
Supriyadi, S.Si, M.Si.  
NIP 198204242006041003

Anggota I



Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc., Ph.D.  
NIP 196203111987021001


Anggota II



Puguh Hiskiawan, S.Si., M.Si.  
NIP 197412152002121001

Mengesahkan  
Dekan,



  
Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D.  
NIP 196101081986021001

## RINGKASAN

**Penentuan Jenis Tanah dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas dan Uji Indeks Properties Tanah di Perumahan Istana Tidar Regency Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember;** Devi Putri Sulistyani, 101810201002; 2015; 63 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Tanah merupakan himpunan mineral, bahan organik, dan endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Tanah menduduki peran yang sangat vital dalam sebuah konstruksi bangunan yaitu sebagai pendukung fondasi dari bangunan. Fungsi tanah sebagai fondasi memerlukan kondisi tanah yang stabil. Bangunan yang berdiri nantinya diharapkan kokoh, tidak rusak karena penurunan tanah yang tidak merata ataupun longsoran. Sebelum mengetahui jenis fondasi yang digunakan, maka harus diketahui terlebih dahulu jenis tanahnya. Menurut Hardiyatmo (2002) ada beberapa jenis tanah seperti pasir, lempung, lanau atau lumpur.

Salah satu metode geofisika untuk menduga kondisi bawah permukaan tanah adalah metode geolistrik resistivitas. Metode ini menghasilkan citra bawah permukaan tanah berdasarkan perbedaan nilai resistivitasnya dan dapat digunakan dalam pendugaan jenis tanah. Namun, informasi mengenai jenis tanah secara detail belum dapat diperoleh sehingga perlu adanya uji lain yaitu uji indeks properties tanah. Uji ini meliputi kadar air, berat isi, berat jenis, indeks plastisitas, dan analisa butiran tanah. Hasil uji indeks properties tanah lebih akurat karena merupakan pengukuran langsung terhadap sifat fisik tanah.

Perumahan Istana Tidar Regency merupakan salah satu kawasan perumahan yang terletak di Kabupaten Jember. Lokasi ini pernah dijadikan sebagai lokasi



penelitian oleh Puspita (2013) dalam pendugaan zona efektif air tanah dan penelitian mengenai pendugaan struktur bawah permukaan terkait letak batuan dasar dari lokasi penelitian oleh Wahyuningtyas (2013). Penelitian yang akan dilakukan bertujuan untuk menentukan jenis tanah di lokasi tersebut dan mengetahui kesesuaian antara kedua metode dalam menentukan jenis tanah.

Penelitian ini terdiri atas pengambilan data resistivitas, pengambilan sampel, dan pengujian indeks properties tanah. Jumlah lintasan dalam pengambilan data resistivitas tanah pada penelitian ini yaitu 4 lintasan yang terletak pada lahan kosong perumahan bagian selatan. Sedangkan pengambilan sampel tanah adalah satu sampel pada masing – masing lintasan tersebut. Sampel tanah yang sudah diambil diuji sifat fisiknya di Laboratorium Geologi dan Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Jember.

Berdasarkan hasil pencitraan data resistivitas 2D diperoleh informasi bahwa jenis tanah pada keempat lintasan memiliki dominasi jenis tanah lempung lanauan dan pasir. Lintasan 1 dan 2 memiliki dominasi jenis tanah lempung dan lempung lanauan dengan nilai resistivitas yang lebih rendah. Hal ini dikarenakan letak kedua lintasan tersebut yang berdekatan dan terletak dekat dengan persawahan sehingga diduga memiliki jenis tanah yang hampir sama. Lintasan 3 dan 4 didominasi oleh jenis tanah pasir dan lempung lanauan dengan resistivitas tanah yang lebih tinggi dari kedua lintasan sebelumnya.

Hasil penelitian indeks properties tanah (kadar air, berat isi, berat jenis, indeks plastisitas, dan analisa ukuran butiran tanah) menunjukkan bahwa sampel tanah pada lintasan 1 dan 2 merupakan jenis tanah lempung lanauan dengan plastisitas sedang, sedangkan lintasan 3 dan 4 merupakan jenis tanah pasir dan lempung lanauan plastisitas sedang. Dengan demikian dapat diperoleh kesimpulan bahwa terdapat kesesuaian antara metode geolistrik resistivitas dan uji indeks properties tanah dalam menentukan jenis tanah.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Penentuan Jenis Tanah dengan Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas dan Uji Indeks Properties Tanah di Perumahan Istana Tidar Regency Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Nurul Priyantari, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Supriyadi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang bersedia meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penyusunan skripsi ini;
2. Drs. Yuda Cahyoargo Hariadi, M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Penguji Utama dan Puguh Hiskiawan, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu untuk menguji dan memberikan masukan demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Ayahanda Karyoto, Almarhumah ibunda Parini, dan kedua kakak tersayang Dedy Supriyanto serta Dwi Endah Widyastuti yang senantiasa memberi doa, dukungan, dan motivasi;
4. teman seperjuangan angkatan 2010, kakak dan adik tingkat Jurusan Fisika Universitas Jember atas kerja sama, bantuan, dan perhatian;
5. seluruh anggota UKM PALAPA yang telah mengajarkan arti persaudaraan yang begitu hangat;

6. sahabat tercinta Diar, Arini, Winda, Anies, Ulya yang senantiasa memberi nasihat dan membuat saya menjadi seorang kecil yang tidak hidup sendiri di dunia karena memiliki mereka;
7. semua pihak yang telah berkontribusi, namun tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Jember, Maret 2015

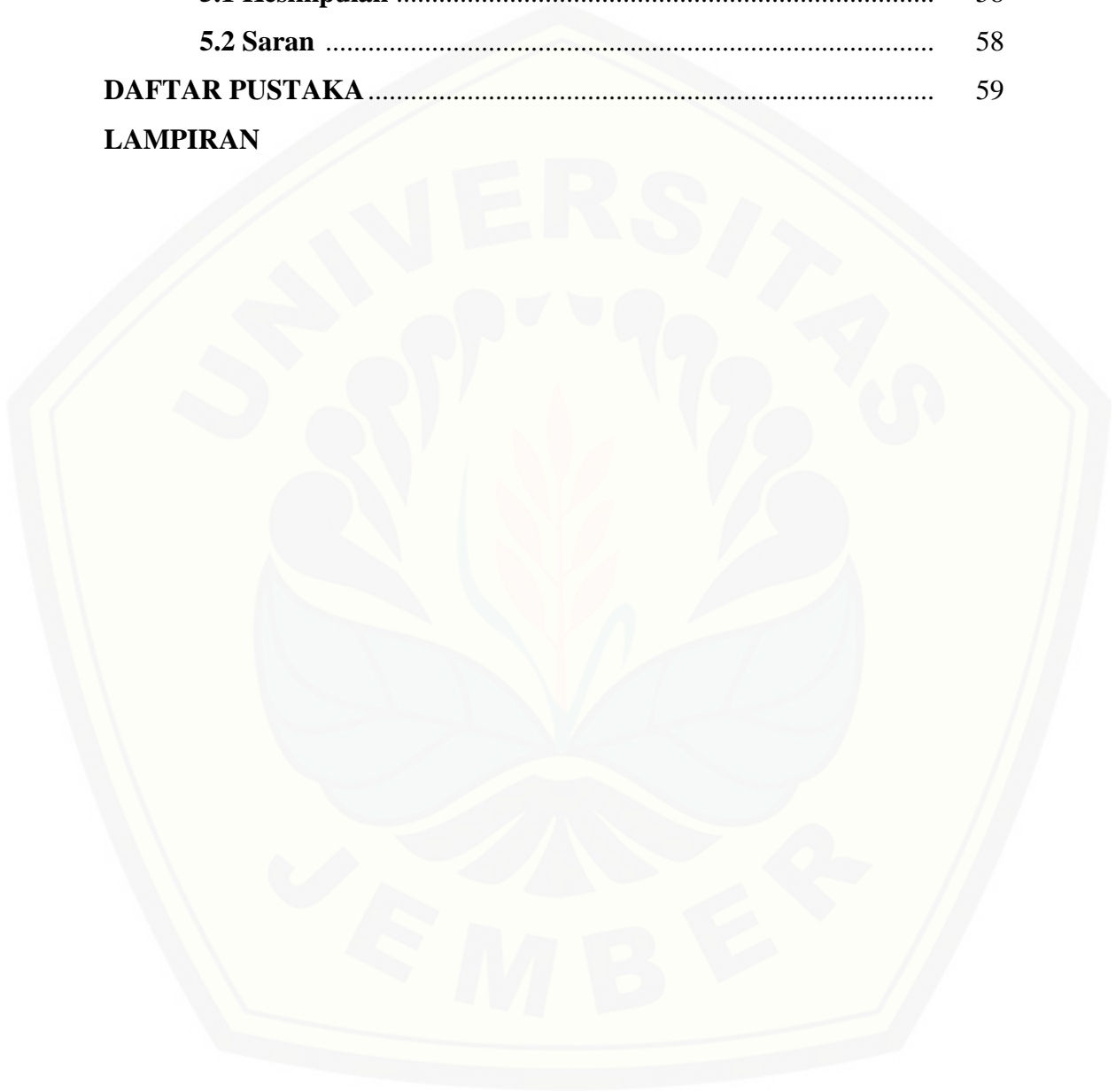
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	4
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	4
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	5
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	5
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
<b>2.1 Profil Daerah Penelitian</b> .....	6
<b>2.2 Tanah</b> .....	7
2.2.1 Material Tanah Berbutir Kasar .....	7
2.2.2 Material Tanah Berbutir Halus .....	8
2.2.3 Material Tanah Organik.....	8

<b>2.3 Sifat Fisik Tanah</b> .....	8
2.3.1 Berat Volume Tanah dan Hubungan-Hubungannya.....	9
2.3.2 Analisa Ukuran Butiran .....	12
2.3.3 Batas-batas <i>Atterberg</i> .....	14
<b>2.4 Metode Geolistrik</b> .....	16
<b>2.5 Metode Geolistrik Resistivitas</b> .....	17
2.5.1 Aliran Listrik di Dalam Bumi.....	18
2.5.2 Elektroda Arus Tunggal di Permukaan Bumi.....	19
2.5.3 Dua Elektroda Arus di Permukaan Bumi .....	20
2.5.4 Resistivitas Semu ( <i>Apparent Resistivity</i> ).....	22
<b>2.6 Resistivitas Tanah</b> .....	23
<b>2.7 Konfigurasi Wenner</b> .....	24
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	26
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian</b> .....	26
3.1.1 Waktu Penelitian.....	26
3.1.2 Tempat Penelitian .....	26
<b>3.2 Alat Penelitian</b> .....	28
3.2.1 Pengambilan Data Geolistrik Resistivitas .....	28
3.2.2 Pengambilan Sampel Tanah .....	30
3.2.3 Pengujian Indeks Properties Tanah .....	31
<b>3.3 Skema Kerja</b> .....	38
<b>3.4 Prosedur Pengambilan dan Pengolahan Data</b> .....	39
3.4.1 Prosedur Penelitian Geolistrik Resistivitas.....	39
3.4.2 Prosedur Penelitian Indeks Properties Tanah .....	41
<b>3.5 Analisa Data</b> .....	44
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	46
<b>4.1 Hasil</b> .....	46
4.1.1 Hasil Penelitian Geolistrik Resistivitas .....	46
4.1.2 Hasil Penelitian Indeks Properties Tanah.....	48

4.2 Pembahasan .....	51
<b>BAB 5. PENUTUP</b> .....	58
5.1 Kesimpulan .....	58
5.2 Saran .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	59
<b>LAMPIRAN</b>	



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Peta lokasi penelitian .....	6
2.2 Tiga elemen fase tanah .....	9
2.3 Kurva distribusi ukuran partikel analisa saringan .....	13
2.4 Batas-batas <i>Atterberg</i> .....	14
2.5 Kurva penentuan batas cair tanah lempung .....	15
2.6 Aliran arus dan <i>equipotential</i> oleh satu titik sumber pada permukaan homogen isotropis .....	20
2.7 Dua elektroda arus dan dua elektroda potensial pada permukaan tanah homogen isotropis dengan resistivitas $\rho$ .....	21
2.8 Pola aliran arus dan bidang <i>equipotential</i> antara dua elektroda arus dengan polaritas yang berlawanan .....	21
2.9 Susunan elektroda Konfigurasi <i>Wenner</i> .....	24
3.1 Lokasi penelitian untuk lintasan 1 dan lintasan 2 .....	26
3.2 Lokasi penelitian untuk lintasan 3 .....	27
3.3 Lokasi penelitian untuk lintasan 4 .....	27
3.4 <i>Resistivitymeter</i> .....	29
3.5 Kabel penghubung .....	29
3.6 Elektroda .....	29
3.7 <i>GPSmap 76</i> .....	30
3.8 Alat pengambilan sampel tanah.....	31
3.9 Oven.....	32
3.10 Neraca .....	32
3.11 Cawan kedap udara.....	32
3.12 Piknometer .....	33

3.13 Spreiyer.....	33
3.14 Hot plate .....	34
3.15 Silinder/ring.....	34
3.16 Casagrande.....	35
3.17 Satu set saringan .....	36
3.18 Mesin pengguncang saringan ( <i>shieve shaker</i> ).....	37
3.19 Scaper .....	37
3.20 Talam .....	37
3.21 Skema kerja pelaksanaan penelitian .....	38
3.22 Datum point konfigurasi Wenner.....	40
4.1 Hasil pencitraan nilai resistivitas pada lintasan 1 .....	46
4.2 Hasil pencitraan nilai resistivitas pada lintasan 2 .....	47
4.3 Hasil pencitraan nilai resistivitas pada lintasan 3 .....	47
4.4 Hasil pencitraan nilai resistivitas pada lintasan 4.....	48
4.5 Grafik analisa saringan masing-masing sampel tanah.....	50

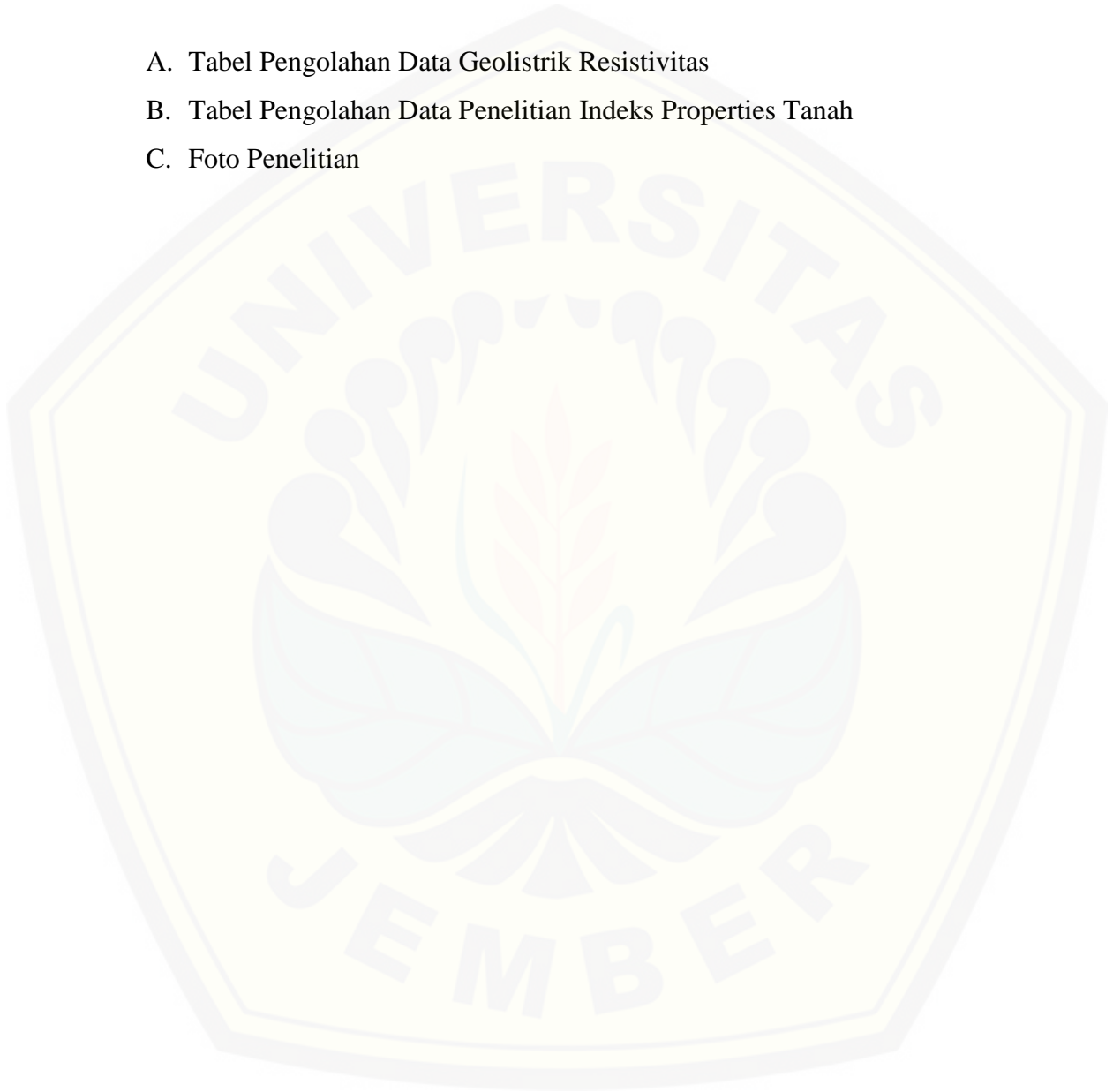


DAFTAR TABEL

	Halaman
4.1 Batas-batas ukuran partikel jenis tanah berdasarkan klasifikasi ASTM .....	8
4.2 Berat jenis tanah ( <i>specific gravity</i> ) .....	11
4.3 Nilai $n$ , $e$ , $w$ , $\gamma_d$ , dan $\gamma_s$ untuk tanah .....	12
4.4 Ukuran saringan standar <i>USCS</i> .....	13
4.5 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah .....	16
4.6 Nilai resistivitas jenis tanah.....	23
4.7 Nilai resistivitas ( $\rho$ ), kadar air ( $w$ ), berat isi ( $\gamma_d$ ), berat jenis ( $G_s$ ), dan indek plastisitas ( <i>IP</i> ) sampel tanah .....	49
4.8 Koefisien keseragaman ( $C_u$ ) dan koefisien gradasi ( $C_c$ ) masing-masing titik sampel.....	50
4.9 Distribusi penyusun tanah masing-masing titik sampel .....	51

**DAFTAR LAMPIRAN**

- A. Tabel Pengolahan Data Geolistrik Resistivitas
- B. Tabel Pengolahan Data Penelitian Indeks Properties Tanah
- C. Foto Penelitian



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tanah merupakan himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida – oksida yang mengendap di antara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel tersebut dapat berisi air, udara, maupun keduanya (Hardiyatmo, 2002).

Tanah menduduki peran yang sangat vital dalam sebuah konstruksi bangunan. Fungsi utama tanah adalah sebagai pendukung fondasi dari bangunan. Fondasi merupakan bagian dari struktur bangunan yang berfungsi meneruskan beban akibat berat struktur secara langsung ke tanah yang terletak di bawahnya. Fungsi tanah sebagai fondasi memerlukan kondisi tanah yang stabil. Apabila sifat tanah kurang mampu mendukung bangunan maka harus diperbaiki dahulu agar mencapai daya dukung tanah yang diperlukan. Bangunan yang berdiri nantinya diharapkan kokoh, tidak rusak karena penurunan tanah yang tidak merata ataupun longsor. Sebelum mengetahui jenis fondasi yang digunakan, maka harus diketahui terlebih dahulu jenis tanahnya. Menurut Hardiyatmo (2002) ada beberapa jenis tanah seperti pasir, lempung, lanau atau lumpur. Jenis-jenis tanah digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas ukuran butiran yang telah ditentukan. Selain itu, jenis tanah tersebut juga digunakan untuk menggambarkan sifat tanah secara khusus.

Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi jenis tanah berupa pengambilan sampel di lapangan dan uji laboratorium. Sampel tanah yang diambil berupa *undisturbed soil* (sampel tanah tidak terganggu) dan *disturbed soil* (sampel tanah terganggu). Pengujian di laboratorium dilakukan untuk menguji sampel yang telah didapatkan di lapangan. Pengujian ini digunakan untuk mendapatkan data fisik tanah atau yang disebut dengan uji indeks properties tanah seperti kadar air, berat

jenis, berat isi, *atterberg limit*, dan analisa saringan. Data tersebut nantinya digunakan untuk menentukan jenis tanah (Kurnia, 2006).

Sebelum mengambil sampel tanah, perlu adanya pemetaan terhadap lokasi penelitian. Pemetaan tersebut memberikan informasi mengenai gambaran struktur bawah permukaan tanah, sehingga membantu dalam menentukan titik – titik pengambilan sampel tanah. Metode yang digunakan dalam memetakan lokasi penelitian adalah dengan metode geolistrik. Menurut Zubaidah dan Kanata (2008) metode geolistrik merupakan metode geofisika yang digunakan untuk mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi. Prinsip kerja metode geolistrik adalah menangkap arus listrik yang dimiliki oleh bumi sendiri maupun melalui penginjeksian arus listrik DC (*Direct Current*) ke dalam tanah. Dalam geolistrik itu sendiri ada beberapa macam metode salah satunya adalah metode geolistrik resistivitas (tahanan jenis). Metode geolistrik resistivitas mempelajari perbedaan resistivitas batuan dengan cara menentukan perubahan resistivitas terhadap kedalaman dengan memanfaatkan sifat konduktivitas batuan untuk menentukan keadaan bawah permukaan.

Penelitian mengenai penentuan jenis tanah berdasarkan nilai resistivitasnya pernah dilakukan oleh Permana dan Sopyan (2013). Hasil penelitian mereka menunjukkan beberapa jenis tanah berdasarkan nilai resistivitasnya, seperti tanah lempung dengan nilai resistivitas 1,37–2,01  $\Omega\text{m}$ , tanah liat dengan nilai resistivitas berkisar 2,96  $\Omega\text{m}$ , lempung lanauan dengan nilai resistivitas batuan berkisar 4,34–6,37  $\Omega\text{m}$ , pasir dengan nilai resistivitas batuan berkisar 9,36  $\Omega\text{m}$ , batu tufan dengan nilai resistivitas berkisar 13,8  $\Omega\text{m}$ , dan batu agromerat dengan nilai resistivitas berkisar 20,2  $\Omega\text{m}$ . Penelitian lain juga dilakukan oleh Kinanti dan Haryono (2011) di Perumahan Tepian Kelurahan Sempaja Selatan Samarinda yang bertujuan untuk menginterpretasi pola sebaran air tanah. Penelitian ini menggunakan metode geolistrik konfigurasi *Wenner*. Hasil penelitian ini menunjukkan formasi batuan pada daerah tersebut yang terdiri atas beberapa lapisan yaitu lapisan yang mengandung air tanah dengan nilai resistivitas berkisar 0,391–10,6  $\Omega\text{m}$ , pasir

lempungan dengan nilai resistivitas berkisar 10,6–834  $\Omega\text{m}$ , dan lapisan batu pasir yang bercampur kerikil dengan nilai resistivitas berkisar 281–2480  $\Omega\text{m}$ . Selain untuk menentukan pola sebaran air tanah, metode geolistrik juga digunakan dalam penelitian yang bertujuan untuk menentukan bidang gelincir gerakan tanah. Penelitian ini dilakukan oleh Herlin dan Budiman (2012) dengan menggunakan konfigurasi *Wenner-Schlumberger*. Berdasarkan hasil penelitian, daerah tersebut diduga memiliki tiga lapisan batuan yaitu pasir lempungan, batu pasir, dan batu gamping.

Metode geolistrik di beberapa penelitian telah berhasil memetakan struktur bawah permukaan dan menduga jenis tanah atau batuan yang ada. Namun, informasi mengenai jenis tanah secara detail belum dapat disajikan sehingga perlu adanya uji lain. Uji tersebut dilakukan di laboratorium dalam hal ini uji indeks properties tanah. Penelitian mengenai uji sifat fisik atau indeks properties tanah pernah dilakukan oleh Mustomo dkk pada tahun 2013 di Ngantang, Malang. Uji indeks properties tanah yang dilakukan meliputi berat jenis, kadar air, angka pori, porositas, derajat kejenuhan, *atterberg limit*, dan analisa saringan. Penelitian lain juga dilakukan oleh Putra dan Setyanto pada tahun 2012. Hasil uji ini kemudian digunakan untuk klasifikasi tanah *Unified Soil Classification System* (USCS). Hasil penelitian Putra dan Setyanto (2012) menunjukkan bahwa jenis tanah pada tempat penelitian dikelompokkan dalam klasifikasi notasi CH (*clay with high plasticity*) yang artinya jenis tanah lempung dengan plastisitas tinggi.

Perumahan Istana Tidar Regency merupakan salah satu kawasan perumahan yang terletak di Jalan Kaliurang Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember. Perumahan ini memiliki topografi berbukit dengan luas 4 hektar dan ketinggian yang berbeda – beda (Sutedjo, 2008). Dalam perencanaan pembangunannya perlu adanya perataan tanah untuk memudahkan dalam pembuatan fondasi dan pendirian bangunan. Sebagian lahan perumahan ini sudah berdiri bangunan. Namun, pada lahan perumahan bagian selatan terdapat beberapa lahan kosong. Perbedaan jenis tanah

mempengaruhi kedalaman fondasi dan berat maksimal tanah dalam menahan beban bangunan.

Lokasi ini pernah dijadikan sebagai lokasi penelitian oleh Puspita (2013) dalam menentukan zona efektif air tanah. Penelitian ini menggunakan metode geolistrik konfigurasi *dipole-dipole*. Hasil penelitian ini memberikan informasi tentang zona efektif air tanah yang dapat digunakan sebagai *master plan* (rencana induk) untuk pencarian titik sumber air dan dugaan arah aliran akuifer air tanah perumahan tersebut. Penelitian lain juga dilakukan oleh Wahyuningtyas pada tahun 2013 yaitu mengenai pemetaan bawah permukaan tanah menggunakan metode geolistrik resistivitas 2D. Hasil penelitian ini menunjukkan struktur bawah permukaan dan memberikan informasi mengenai jenis fondasi yang sesuai berdasarkan letak batuan dasar. Namun, dalam kedua penelitian tersebut belum memberikan informasi mengenai jenis tanah perumahan yang lebih detail. Penelitian yang akan dilakukan bertujuan untuk mengetahui informasi mengenai jenis tanah yang lebih lengkap sehingga diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan dalam merencanakan pembangunan di Perumahan Istana Tidar Regency.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menentukan jenis tanah di Perumahan Istana Tidar Regency dengan menggunakan metode geolistrik dan uji indeks properties tanah?
2. Bagaimana kesesuaian hasil penelitian dalam menentukan jenis tanah dengan menggunakan metode geolistrik dan uji indeks properties tanah?

### **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Lokasi penelitian berada di lahan kosong bagian selatan Perumahan Istana Tidar Regency.
2. Akuisisi data resistivitas tanah menggunakan konfigurasi *Wenner*.

3. *Software* yang digunakan untuk pengolahan data resistivitas tanah adalah *software Res2Dinv*.
4. Klasifikasi jenis tanah ditinjau dari sifat kelistrikan dan sifat fisik tanah (indeks properties).
5. Sifat kelistrikan tanah berdasarkan data geolistrik resistivitas.
6. Sifat fisik atau indeks properties tanah yang dicari terdiri atas kadar air, berat isi, berat jenis, *atterberg limit*, dan analisa saringan.
7. Pengambilan data resistivitas tanah dilakukan saat musim kemarau.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jenis tanah di Perumahan Istana Tidar Regency dengan menggunakan metode geolistrik dan uji indeks properties tanah.
2. Membandingkan kesesuaian antara metode geolistrik dan uji indeks properties tanah dalam menentukan jenis tanah.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

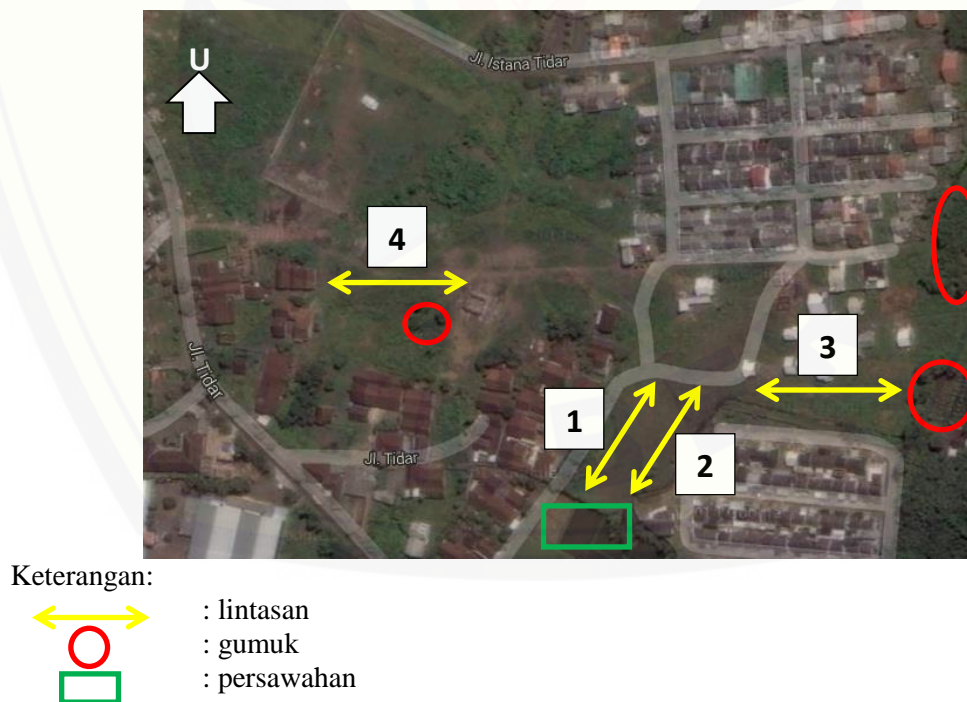
Manfaat yang diharapkan dengan adanya penelitian ini adalah:

1. Dapat memberikan informasi mengenai penggunaan metode geolistrik dan uji indeks properties dalam menentukan jenis tanah.
2. Dapat memberikan informasi mengenai jenis tanah di Perumahan Istana Tidar Regency sehingga dapat menjadi acuan dalam perencanaan pembangunan.
3. Sebagai bahan masukan bagi peneliti lain dalam mengembangkan penelitian mengenai jenis tanah.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Profil Daerah Penelitian

Lokasi penelitian terletak di Perumahan Istana Tidar Regency Jalan Kaliurang Kecamatan Sumpalsari Kabupaten Jember. Secara geografis, Kabupaten Jember terletak antara 8°00' LS – 8°30' LS dan 113°30' BT – 113°45' BT dengan rata-rata ketinggian ± 98 m. Jember mempunyai bentuk dataran ngarai yang subur untuk bagian tengah dan selatan yang dikelilingi oleh pegunungan. Dataran pada daerah Jember disusun oleh tanah litosol dan regosol yang berwarna coklat kekuningan. Kondisi hidrologi di Kota Jember sangat dipengaruhi oleh air permukaan tanah dangkal, sumber-sumber mata air dan aliran – aliran sungai yang melintasinya. Luas wilayah Kecamatan Sumpalsari adalah 35,52 km<sup>2</sup> (Badan Pusat Statistik Kabupaten Jember, 2011). Peta lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.1 Peta lokasi penelitian (Sumber: <https://www.google.com/maps>)



Perumahan Istana Tidar Regency merupakan kawasan perumahan dengan luas 4 Ha dan memiliki topografi berbukit. Sebagian daerah perumahan sudah berdiri bangunan yaitu bagian utara, sedangkan bagian selatan daerah perumahan masih terdapat beberapa lahan kosong yang direncanakan akan didirikan bangunan. Batas-batas wilayah perumahan adalah sebelah utara daerah pemukiman penduduk, sebelah timur adalah wilayah berbentuk gumpuk, dan sebelah barat dan selatan merupakan persawahan dan pemukiman penduduk.

## 2.2 Tanah

Menurut Hardiyatmo (2006) tanah merupakan himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap di antara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel tersebut dapat berisi air, udara, maupun keduanya. Sedangkan menurut Muslikh (1996) tanah merupakan sebuah agregat alam dari butiran mineral yang dapat dipisahkan secara mekanis oleh pengadukan dalam air. Tanah berfungsi sebagai pendukung fondasi dari bangunan.

Jenis-jenis utama tanah yang sering digunakan oleh para insinyur teknik sipil terdiri atas kerikil, pasir, lanau, dan lempung. Kerikil dan pasir merupakan tanah berbutir kasar, sedangkan lanau dan lempung merupakan tanah berbutir halus. Perbedaan ini dilihat dari ukuran partikel tiap jenis tanah tersebut (Muslikh, 1996).

### 2.2.1 Material Tanah Berbutir Kasar

Penentuan jenis material berbutir kasar didasarkan oleh ukuran partikel. Klasifikasi jenis tanah berdasarkan ukuran partikel di Amerika Serikat disebut dengan ASTM. Tabel 2.1 menunjukkan batas-batas ukuran partikel jenis tanah berdasarkan klasifikasi ASTM.

Tabel 2.1 Batas-batas ukuran partikel jenis tanah berdasarkan klasifikasi ASTM

Jenis tanah	Ukuran partikel (mm)
Kerikil	Lebih besar dari 4,75
Pasir kasar	2,00 - 4,75
Pasir sedang	0,425 – 2,00
Pasir halus	0,075 – 0,425
Tanah butir halus (lanau dan lempung)	Lebih kecil dari 0,075

(Sumber: Muslikh, 1996)

### 2.2.2 Material Tanah Berbutir Halus

Jenis tanah berbutir halus terdiri dari lanau organik dan lempung. Kedua jenis tanah ini sama-sama memiliki ukuran partikel yang kecil sehingga untuk mengklasifikasi kedua jenis tanah ini digunakan sifat – sifat lain seperti sifat kekuatan – kering, pengujian dilantasi atau pengujian goyangan, sifat plastisitas, dan uji dispersi (Muslikh, 1996).

### 2.2.3 Material Tanah Organik

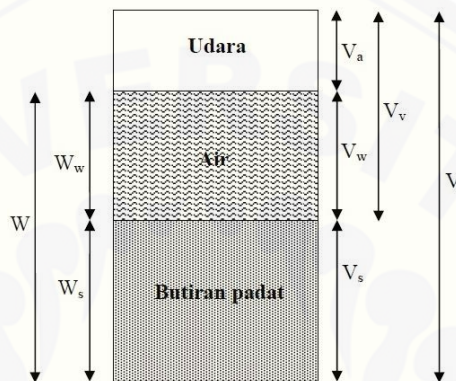
Bahan organik yang terdapat dalam tanah biasanya mempengaruhi sifat – sifat fisis tanah. Tanah yang mengandung bahan organik lebih lemah dan lebih kompresibel dibanding tanah yang tidak mengandung bahan organik. Jenis tanah organis terdiri atas lumpur organik dan lempung organik. Lumpur organik adalah tanah dengan butiran halus yang bersifat plastis dan mengandung butir mineral berukuran lanau serta bahan organik. Sedangkan lempung organik adalah tanah lempung yang memiliki sifat-sifat fisis akibat adanya bahan organik yang halus (Muslikh, 1996).

## 2.3 Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah yaitu sifat yang berhubungan dengan elemen penyusun massa tanah yang mengindikasikan jenis dan kondisi tanah.

### 2.3.1 Berat Volume Tanah dan Hubungan-Hubungannya

Tanah terdiri dari tiga elemen fase yaitu: butiran padat (*solid*), air dan udara. Elemen fase tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Tiga Elemen Fase Tanah (Sumber: Das, 2002)

Gambar 2.2 menunjukkan hubungan antara volume dan berat yang dituliskan ke dalam persamaan sebagai berikut:

$$W = W_s + W_w \quad (2.1)$$

$$V = V_s + V_v = V_s + V_w + V_a \quad (2.2)$$

dimana :  $W_s$  = berat butiran padat (kg)

$W_w$  = berat air (kg)

$V_s$  = volume butiran padat ( $m^3$ )

$V_v$  = volume pori ( $m^3$ )

$V_w$  = volume air di dalam pori ( $m^3$ )

$V_a$  = volume udara di dalam pori ( $m^3$ )

(Hardiyatmo, 2010)

Hubungan-hubungan volume yang umum digunakan dalam mekanika tanah untuk suatu elemen tanah adalah kadar air (*water content*), angka pori (*void ratio*), porositas (*porosity*), dan derajat kejenuhan (*degree of saturation*)

1. Kadar air ( $w$ )

Kadar air atau *water content* ( $w$ ) adalah perbandingan antara berat air ( $W_w$ ) dengan berat butiran padat ( $W_s$ ) di dalam tanah. Perbandingan tersebut dinyatakan dalam persen, yaitu:

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (2.3)$$

## 2. Angka Pori

Angka pori atau *void ratio* ( $e$ ) adalah perbandingan antara volume pori ( $V_v$ ) dengan volume butiran padat ( $V_s$ ) di dalam tanah. Perbandingan tersebut dinyatakan dalam desimal, yaitu:

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (2.4)$$

3. Porositas atau *porosity* ( $n$ ) adalah perbandingan antara volume pori ( $V_v$ ) dengan volume total ( $V$ ). Perbandingan tersebut dapat dinyatakan dalam persen maupun desimal, yaitu:

$$n = \frac{V_v}{V} \quad (2.5)$$

4. Berat volume lembab atau basah ( $\gamma_b$ ) adalah perbandingan antara berat butiran tanah ( $W$ ) dengan volume total ( $V$ ).

$$\gamma_b = \frac{W}{V} \quad (2.6)$$

dimana:  $\gamma_b$ =berat volume lembab atau basah ( $\text{kN/m}^3$ )

5. Berat volume kering ( $\gamma_d$ ) adalah perbandingan antara berat butiran pasat ( $W_s$ ) dengan volume total ( $V$ ).

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \quad (2.7)$$

dimana:  $\gamma_d$ =berat volume kering ( $\text{kN/m}^3$ )

6. Berat volume butiran padat ( $\gamma_s$ ) adalah perbandingan antara berat butiran pasat ( $W_s$ ) dengan volume butiran padat ( $V_s$ ).

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s} \quad (2.8)$$

dimana:  $\gamma_s$ =berat volume butiran padat ( $\text{kN/m}^3$ )

7. Berat jenis atau *specific gravity* ( $G_s$ ) adalah perbandingan antara berat volume butiran padat ( $\gamma_s$ ) dengan berat volume air ( $\gamma_w$ ) pada temperatur  $4^\circ\text{C}$

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (2.9)$$

Nilai-nilai berat jenis tanah dari berbagai jenis tanah ditunjukkan dalam Tabel 2.2, yaitu:

Tabel 2.2 Berat jenis tanah (*specific gravity*)

Macam Tanah	Berat Jenis ( $G_s$ )
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

(Sumber: Hardiyatmo, 2002)

8. Derajat kejenuhan atau *degree of saturation* ( $S$ ) adalah perbandingan antara volume air di dalam pori ( $V_w$ ) dengan volume pori ( $V_v$ ). Perbandingan tersebut dinyatakan dalam persen, yaitu:

$$S(\%) = \frac{V_w}{V_v} \times 100\% \quad (2.10)$$

Menurut Terzhaghi (1947) nilai-nilai porositas, angka pori dan berat volume tanah dari berbagai jenis tanah yang disarankan ditunjukkan dalam Tabel 2.3, yaitu:

Tabel 2.3 Nilai  $n$ ,  $e$ ,  $w$ ,  $\gamma_d$ , dan  $\gamma_s$  untuk tanah

Macam Tanah	$n$ (%)	$e$	$w$ (%)	$\gamma_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_s$ (g/cm <sup>3</sup> )
Pasir seragam, tidak padat	46	0,85	32	1,43	1,89
Pasir seragam, padat	34	0,51	19	2,75	2,09
Pasir berbutir campuran, tidak padat	40	0,67	25	1,59	1,99
Pasir berbutir campuran, padat	30	0,43	16	1,86	2,16
Lanau angin (tanah lus)	50	0,99	21	1,36	1,86
Tanah glasial, berbutir campuran	20	0,25	9	2,12	2,32
Lempung glasial lunak	55	1,20	45	1,22	1,77
Lempung glasial kaku	37	0,60	22	1,70	2,07
Lempung lunak sedikit organik	66	1,90	70	0,93	1,58
Lempung lunak sangat organik	75	3,00	110	0,68	1,43
Lempung montmorillonit lunak	84	5,20	19	0,43	1,27

(Sumber: Peck *et al.*, 1974)

### 2.3.2 Analisis Ukuran Butiran

Ukuran butiran dari tanah sangat menentukan sifat fisik tanah. Hal ini juga digunakan dalam pengklasifikasian jenis tanah. Prinsip dari analisis ini adalah dengan menentukan presentase berat butiran pada satu unit saringan dengan suatu ukuran diameter lubang yang sudah ditentukan (Hardiyatmo, 2002).

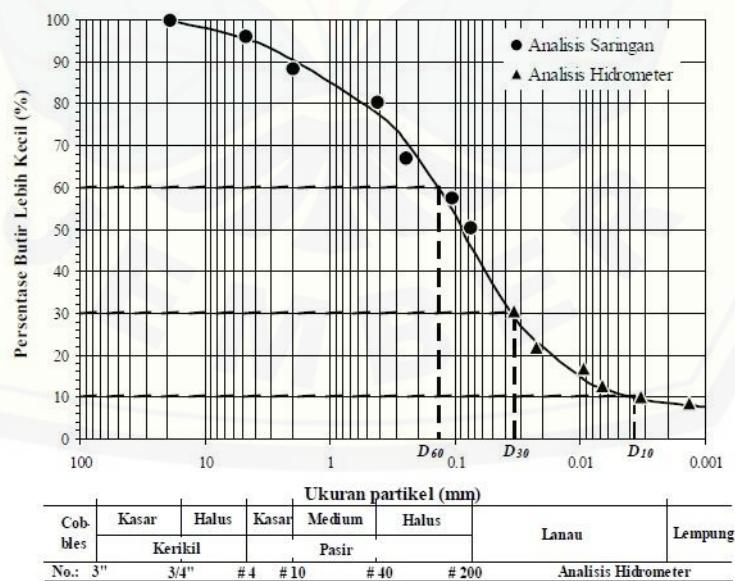
Metode yang digunakan untuk tanah berbutir kasar dapat dilakukan secara langsung dengan cara menyaring atau yang disebut dengan analisa saringan. Tanah yang akan diuji disaring pada unit saringan standar. Berat tanah yang tertinggal pada masing-masing unit saringan ditimbang, kemudian dihitung presentase berat kumulatif tanah. Ukuran saringan yang biasa digunakan dalam menentukan ukuran partikel tanah dapat ditunjukkan dalam Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4 Ukuran saringan standar *USCS*

No. Saringan	Diameter lubang (mm)
3/4	
1/2"	12,70
3/8"	9,53
4	4,75
8	2,36
10	2,00
16	1,13
30	0,60
40	0,43
50	0,30
100	0,15
200	0,08

(Sumber: Hardiyatmo, 2006)

Kurva distribusi ukuran partikel berdasarkan analisis saringan dapat ditunjukkan pada Gambar 2.3 di bawah ini:



Gambar 2.3 Kurva distribusi ukuran partikel analisis saringan (Sumber: Atmanto, 2002)

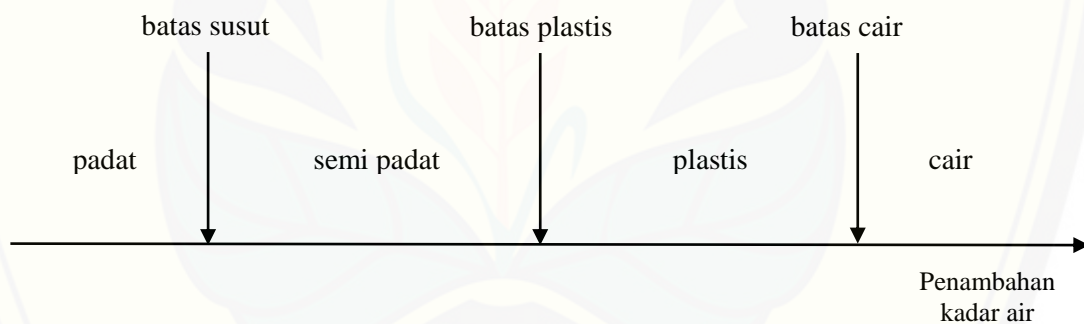
$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (2.11)$$

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{60})(D_{10})} \quad (2.12)$$

Tanah bergradasi baik jika koefisien gradasi  $1 < C_c < 3$  dengan  $C_u > 4$  untuk kerikil dan  $C_u > 6$  untuk pasir. Jika tanah tersebut memiliki  $C_u > 15$  artinya tanah tersebut bergradasi sangat baik (Hardiyatmo, 2006).

### 2.3.3 Batas–Batas *Atterberg*

Tanah berbutir halus memiliki sifat plastis. Plastisitas terjadi karena adanya partikel mineral lempung dalam tanah. Plastisitas juga dapat menggambarkan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk secara konstan. Fase batas–batas *atterberg* ditunjukkan pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Batas-batas *Atterberg* (Sumber: Kurnia,2006)

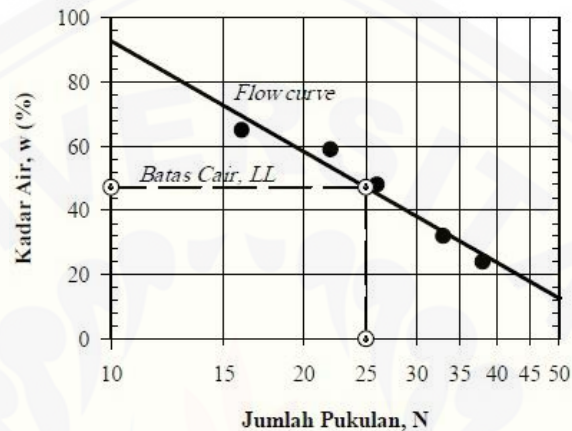
#### a. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair (LL) merupakan kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis. Batas cair ditentukan dari uji Casagrande (1948) dengan menggunakan alat *grooving tool*. Alat ini menggunakan cawan sedalam 8 mm. presentase kadar air yang dibutuhkan untuk menutup celah pada dasar cawan, sesudah 25 kali pukulan didefinisikan sebagai batas cair tanah tersebut.

Untuk mempermudah dalam mengatur kadar air pada 25 kali pukulan, maka dilakukan percobaan beberapa kali yang berkisar antara 15-35 kali. Kemudian



hubungan antara kadar air dan jumlah pukulan digambarkan pada grafik semi logaritmik untuk menentukan kadar air pada 25 kali pukulan (Muslikh, 1996). Kurva penentuan batas cair tanah lempung dapat dilihat pada Gambar 2.5 berikut:



Gambar 2.5 Kurva penentuan batas cair tanah lempung (Sumber: Kurnia, 2006)

b. Batas Plastis (*Plastic Liquid*)

Batas plastis (PL) merupakan kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat.

c. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitasi (PI) merupakan selisih dari batas cair dan batas plastis

$$PI = LL - PL \quad (2.13)$$

Indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisan tanah. Jika tanah mempunyai nilai *PI* tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika *PI* rendah, seperti lanau, kadar air yang sedikit mengakibatkan tanah menjadi kering (Muslikh, 1996). Beberapa macam tanah berdasarkan nilai indeks plastisitas ditunjukkan pada Tabel 2.5

Tabel 2.5 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah

PI	Sifat	Macam tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non kohesif
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7-17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

(Sumber: Terzaghi, 1943)

## 2.4 Metode Geolistrik

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari tentang sifat aliran listrik di dalam bumi yang dimanfaatkan untuk eksplorasi sumber daya alam bawah permukaan bumi (Wahyono dkk, 2008). Prinsip kerja metode ini adalah dengan mengetahui perubahan resistivitas lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara mengalirkan arus listrik DC (*Direct Current*) dengan tegangan yang tinggi ke dalam tanah. Injeksi arus listrik ini menggunakan 2 buah elektroda arus A dan B yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak tertentu. Semakin panjang jarak elektroda AB maka aliran arus listrik dapat menembus lapisan batuan yang lebih dalam. Dengan adanya aliran arus listrik maka akan menimbulkan tegangan listrik di dalam tanah (Broto dan Afifah, 2008). Metode geolistrik dapat dibedakan beberapa macam yaitu: potensial diri (*self potential*), arus *Telluric*, *Magneto Telluric*, elektromagnetik, *induced polarization*, resistivitas dan lain-lain (Telford dkk, 1990). Metode-metode tersebut dibagi menjadi metode aktif dan pasif. Metode aktif adalah ketika terdapat arus listrik yang dialirkan di dalam batuan, kemudian efek potensial yang ditimbulkan arus buatan tersebut diukur di permukaan. Contoh metode ini adalah metode resistivitas dan *induced polarization*. Sedangkan metode pasif adalah dengan menggunakan arus alami yang terjadi di dalam tanah yang timbul akibat adanya aktivitas elektrokimia dan elektromagnetik dalam materi-materi penyusun batuan. Contoh metode ini adalah potensial diri (*self potential*) dan *Magneto Telluric* (Prasetyawati, 2004).

## 2.5 Metode Geolistrik Resistivitas

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu jenis metode geolistrik aktif. Metode ini mempelajari sifat resistivitas dari lapisan batuan di dalam bumi dengan menggunakan dua elektroda arus yang digunakan untuk menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi. Selain itu digunakan dua elektroda potensial yang digunakan untuk mengukur beda potensial. Hasilnya berupa beda potensial yang terukur pada elektroda di permukaan. Variasi nilai resistivitas dari masing-masing lapisan di bawah titik pengukuran dapat ditentukan dari beda potensial yang terukur. Hasilnya akan membawa suatu informasi tentang struktur dan material yang dilewatinya (Reynolds, 1997).

Pengambilan data dalam metode geolistrik resistivitas dibagi menjadi dua macam, yaitu: metode geolistrik resistivitas *mapping* dan metode geolistrik resistivitas *sounding*. Metode geolistrik resistivitas *mapping* adalah metode yang mempelajari variasi resistivitas lapisan tanah di bawah permukaan bumi secara horizontal. Sedangkan metode geolistrik resistivitas *sounding* adalah metode yang mempelajari variasi resistivitas lapisan tanah di bawah permukaan bumi secara vertikal (Efendy, 2012).

Pada metode geolistrik terdapat beberapa macam konfigurasi yang digunakan. Macam-macam konfigurasi ini dibedakan menurut letak atau susunan konfigurasi elektrodanya. Jenis konfigurasi yang dikenal antara lain konfigurasi *Wenner*, konfigurasi *Schlumberger*, konfigurasi Pole-Pole, konfigurasi Dipole-Dipole, dan sebagainya. Penggunaan konfigurasi ini berpengaruh pada hasil kedalaman yang akan diketahui (Broto dan Afifah, 2008).

### 2.5.1 Aliran Listrik di Dalam Bumi

Untuk mempelajari secara teoritis mengenai aliran listrik di dalam bumi adalah dengan menganggap bumi sebagai medium yang homogen dan isotropis

(Telford *et al.*, 1990). Jika medium homogen isotropis dialiri alur listrik searah maka elemen arus  $\delta I$  yang melewati luas  $\delta \vec{A}$  dengan kerapatan arus  $\vec{J}$  adalah:

$$\delta I = \vec{J} \cdot \delta \vec{A} \quad (2.14)$$

Berdasarkan Hukum Ohm, hubungan antara rapat arus  $\vec{J}$  dengan medan listrik  $\vec{E}$  adalah:

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} \quad (2.15)$$

dimana :  $\vec{J}$  = rapat arus (A/m<sup>2</sup>)

$\sigma$  = konduktivitas medan (mho/m)

$\vec{E}$  = kuat medan listrik (V/m)

Medan listrik  $\vec{E}$  merupakan besaran vektor, sehingga digunakan operator diferensial vektor:

$$\vec{E} = -\nabla V \quad (2.16)$$

Substitusikan persamaan (2.16) ke persamaan (2.15), sehingga didapatkan:

$$\vec{J} = -\sigma \nabla V \quad (2.17)$$

Menurut hukum kontinuitas untuk arus dan prinsip kekekalan muatan, arus listrik yang mengalir pada medium homogen adalah:

$$\nabla \cdot \vec{J} = -\frac{\partial q}{\partial t} \quad (2.18)$$

dimana :  $q$  = rapat muatan (coulomb/m<sup>3</sup>)

Jika arusnya stasioner,  $q$ =konstan dan  $\frac{\partial q}{\partial t} = 0$ , sehingga:

$$\nabla \cdot \vec{J} = 0 \quad (2.19)$$

Substitusikan persamaan (2.17) ke persamaan (2.19), sehingga didapatkan:

$$\nabla \cdot (\sigma \nabla V) = 0 \quad (2.20a)$$

$$\nabla \sigma \cdot \nabla V + \sigma \nabla^2 V = 0 \quad (2.20b)$$

Jika,  $\sigma$ =konstan, maka persamaan (2.20b) menjadi persamaan Laplace yaitu:

$$\nabla^2 V = 0 \quad (2.21)$$

Karena medium berupa homogen isotropis maka medium tersebut mempunyai simetri bola dan arus yang mengalir simetri terhadap  $\theta$  dan  $\varphi$ , maka potensial ( $V$ ) hanya sebagai fungsi jarak  $r$ . Oleh karena itu, persamaan (2.21) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\nabla^2 V = 0$$

$$\frac{1}{r^2} \left[ \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial V}{\partial r} \right) \right] = 0 \quad (2.22a)$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial r^2} + \left( \frac{2}{r} \right) \frac{\partial V}{\partial r} = 0 \quad (2.22b)$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial r^2} + \left( \frac{2}{r} \right) \frac{\partial V}{\partial r} = 0 \quad (2.22c)$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial r^2} = - \left( \frac{2}{r} \right) \frac{\partial V}{\partial r} \quad (2.22d)$$

Dengan mengintegrasikan persamaan (2.22d) maka didapatkan:

$$\frac{\partial V}{\partial r} = \frac{A}{r^2} \quad (2.23)$$

Integral dari persamaan (2.23) akan menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$V = -\frac{A}{r} + B \quad (2.24)$$

dimana A dan B adalah konstan. Ketika  $r \rightarrow \infty$  maka  $V = 0$  sehingga  $B = 0$ . Maka persamaan (2.24) menjadi:

$$V = -\frac{A}{r} \quad (2.25)$$

Jadi, potensial listrik ( $V$ ) berbanding terbalik dengan jarak ( $r$ ) dari titik sumber (Telford *et al.*, 1990).

### 2.5.2 Elektroda Arus Tunggal di Permukaan Bumi

Misalkan sebuah titik elektroda C(0,0) yang terletak di atas permukaan bumi homogen isotropis dan udara di atasnya memiliki konduktivitas  $\sigma = 0$ . Elektroda

tersebut terangkai sangat jauh dengan elektroda lain. Arus  $I$  yang diinjeksikan ke dalam bumi melalui permukaan setengah bola adalah:

$$I = 2\pi r^2 J = -2\pi r^2 \sigma \frac{\partial V}{\partial r} = -2\pi \sigma A \quad (2.26)$$

Karena  $\sigma = \frac{1}{\rho}$  maka konstanta integrasi untuk setengah bola yaitu:

$$A = -\frac{I\rho}{2\pi} \quad (2.27)$$

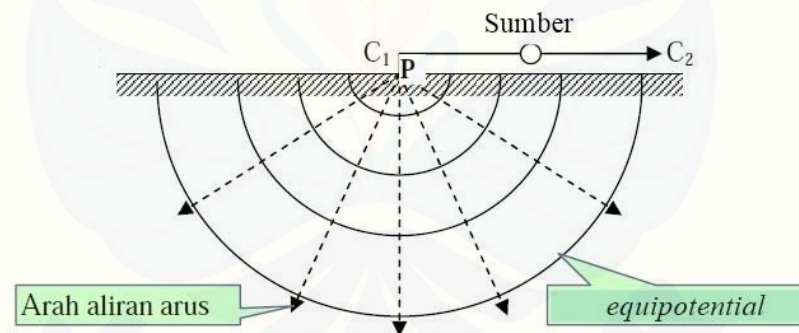
Sehingga diperoleh persamaan:

$$V = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \frac{1}{r} \quad (2.28a)$$

atau

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad (2.28b)$$

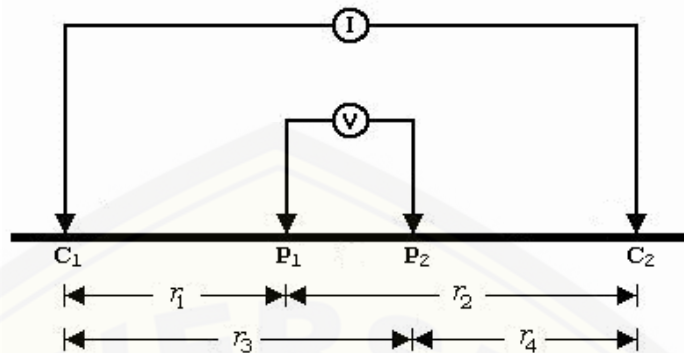
Persamaan (2.28b) merupakan persamaan *equipotential* permukaan setengah bola yang berada di bawah permukaan tanah seperti pada Gambar (2.6) di bawah ini:



Gambar 2.6 Aliran arus dan *equipotential* oleh satu titik sumber pada permukaan homogen isotropis (Sumber: Loke, 1996)

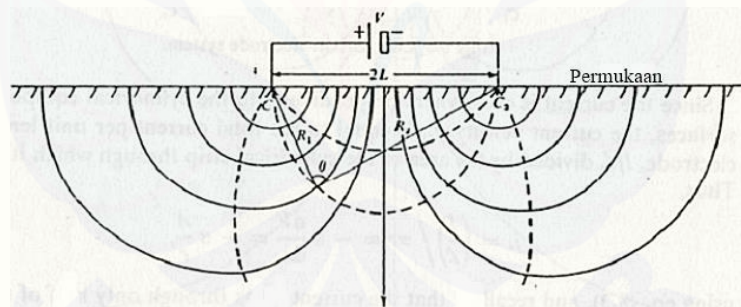
### 2.5.3 Dua Elektroda Arus di Permukaan Bumi

Menurut Telford *et al.* (1990) apabila jarak antara dua elektroda arus tidak terlalu besar (terbatas), maka potensial yang dekat pada titik permukaan akan dipengaruhi oleh kedua arus elektroda tersebut.



Gambar 2.7 Dua elektroda arus dan dua elektroda potensial pada permukaan tanah homogen isotropis dengan resistivitas  $\rho$  (Sumber: Telford *et al.*, 1990)

Gambar 2.7 menunjukkan posisi dua elektrod arus dan dua elektroda potensial. *Equipotential* yang dihasilkan oleh dua sumber ini lebih kompleks dibandingkan dengan satu sumber. Namun, pada daerah yang berdekatan sumber arus berbentuk menyerupai setengah lingkaran. Apabila dibuat penampang melalui sumber arus  $C_1$  dan  $C_2$  maka akan terlihat seperti pada Gambar 2.8 berikut:



Gambar 2.8 Pola aliran arus dan bidang *equipotential* antara dua elektroda arus dengan polaritas yang berlawanan (Sumber: Telford *et al.*, 1990)

Perbedaan potensial antara dua titik yang ditimbulkan oleh sumber arus  $C_1$  dan  $C_2$  dapat ditentukan dengan memisalkan dua elektroda potensial  $P_1$  dan  $P_2$  yang ditempatkan di dekat sumber. Berdasarkan persamaan (2.15), maka potensial pada titik  $P_1$  yang dipengaruhi oleh elektroda  $C_1$  adalah:

$$V_{11} = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \frac{1}{r_1} \tag{2.29}$$

Sedangkan potensial pada titik  $P_1$  yang dipengaruhi oleh elektroda  $C_2$  diperoleh:

$$V_{12} = - \left( \frac{I\rho}{2\pi} \right) \frac{1}{r_2} \quad (2.30)$$

Sehingga potensial pada titik  $P_1$  yang dipengaruhi oleh elektroda  $C_1$  dan  $C_2$  adalah:

$$V_{11} + V_{12} = \left( \frac{I\rho}{2\pi} \right) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (2.31)$$

Dengan cara yang sama diperoleh potensial pada titik  $P_2$  yang dipengaruhi oleh elektroda  $C_1$  dan  $C_2$  adalah:

$$V_{21} + V_{22} = \left( \frac{I\rho}{2\pi} \right) \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \quad (2.32)$$

Maka, beda potensial pada titik  $P_1$  dan  $P_2$  adalah sebagai berikut:

$$\Delta V = \left( \frac{I\rho}{2\pi} \right) \left\{ \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right\} \quad (2.33)$$

(Telford *et al.*, 1990)

#### 2.5.4 Resistivitas Semu (*Apparent Resistivity*)

Pada kondisi sebenarnya, bumi terdiri dari lapisan-lapisan dengan resistivitas yang berbeda sehingga potensial yang terukur dipengaruhi oleh lapisan-lapisan tersebut. Potensial yang terukur merupakan nilai medan potensial medium yang berlapis. Dengan demikian resistivitas yang terukur tidak hanya merupakan resistivitas untuk satu lapisan saja melainkan resistivitas semu ( $\rho_a$ ). Resistivitas semu merupakan resistivitas gabungan dari beberapa lapisan tanah yang dianggap sebagai satu lapisan homogen. Berdasarkan persamaan (2.33), besarnya resistivitas semu ( $\rho_a$ ) adalah:

$$\rho_a = 2\pi \left[ \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \frac{\Delta V}{I} \quad (2.34)$$

atau

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.35)$$



dengan

$$K = 2\pi \left[ \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right]^{-1} \quad (2.36)$$

dimana:  $\rho_a$  = resistivitas semu ( $\Omega\text{m}$ )

$\Delta V$  = beda potensial antara dua elektroda (Volt)

$I$  = arus listrik antara dua elektroda (Ampere)

$K$  = faktor geometri (m)

$K$  (faktor geometri) adalah besaran koreksi letak kedua elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus (Reynolds, 1997).

## 2.6 Resistivitas Tanah

Pendugaan geolistrik digunakan untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal. Model pendugaan ini menggunakan prinsip perbedaan sifat kelistrikan di dalam batuan dan mineral yaitu resistivitas yang bervariasi. Sifat-sifat kelistrikan ini terjadi karena adanya elektron bebas, fluida elektrolit, dan sifat dielektrik batuan (Supriyanto, 2012).

Tabel 2.6 Nilai resistivitas jenis tanah

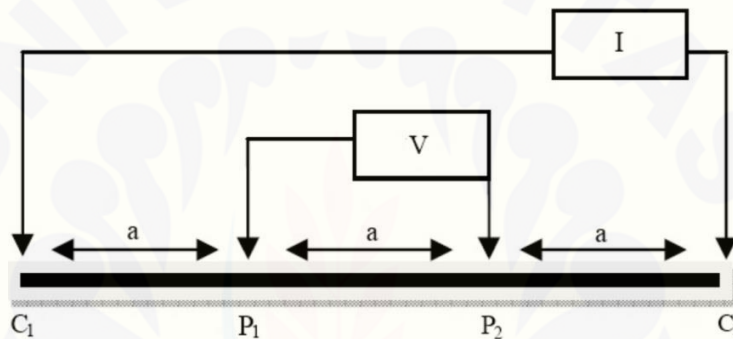
Jenis tanah (batuan)	Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ )
Lempung yang sangat basah dan lembek	< 1,5
Tanah lempung basah dan lembek	1,5 – 3,0
Lempung lanauan dan lanauan basah lembek	3,0 – 15
Tanah lanauan pasiran	15 – 150
Lempung berbatu	150 – 300
Pasir kerikil bercampur lanau	$\pm 300$
Batuan dasar berisi tanah kering	300 – 2.400
Batuan dasar tak lapuk	> 2.400

(Sumber: Roy, 1984)

Tabel 2.6 merupakan nilai resistivitas beberapa jenis tanah yang tersusun atas beberapa campuran material bumi.

### 2.7 Konfigurasi Wenner

Konfigurasi *Wenner* merupakan salah satu konfigurasi yang digunakan dalam eksplorasi geolistrik. Susunan jarak antar elektrodanya sama panjang seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.9



Gambar 2.9 Susunan elektroda Konfigurasi *Wenner* (Sumber: Loke, 1999)

Elektroda-elektroda berupa arus dan potensial diletakkan secara simetris terhadap titik *sounding*. Jarak antar elektroda arus tiga kali jarak antar elektroda potensial. Jika jarak masing-masing potensial terhadap titik *sounding* adalah  $a/2$  maka jarak masing-masing elektroda arus terhadap titik *sounding* adalah  $3a/2$ . Adanya sifat bahwa perbesaran jarak elektroda arus mempengaruhi perbesaran jarak elektroda potensial menyebabkan jenis konfigurasi *Wenner* dapat mendeteksi ketidakhomogenan lokal dari lokasi yang diamati.

Prinsip kerja konfigurasi *Wenner* pada tahanan jenis *mapping* adalah dengan empat elektroda konfigurasi yaitu  $C_1$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ , dan  $C_2$  dengan spasi yang sama dipindahkan secara keseluruhan dengan jarak yang tetap. Jarak spasi tergantung pada kedalaman lapisan yang akan dipetakan. Konfigurasi *Wenner* mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihan konfigurasi *Wenner* adalah lebar spasi elektroda potensial

yang besar maka tidak memerlukan peralatan yang sensitif. Sedangkan kekurangannya adalah semua elektroda harus dipindahkan untuk setiap pembacaan pada resistivitas (Burger, 2006).

Misal spasi antar elektroda adalah  $a$ , maka

$$r_1 = r_4 = a \text{ dan } r_2 = r_3 = 2a \quad (2.37)$$

Maka, dengan mensubstitusikan persamaan (2.37) ke dalam persamaan (2.33) diperoleh:

$$\Delta V = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \left\{ \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a}\right) - \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a}\right) \right\} \quad (2.38a)$$

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left(\frac{1}{a}\right) \quad (2.38b)$$

Sehingga

$$\rho_a = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \quad (2.39)$$

Dengan  $K = 2\pi a$  maka persamaan (2.39) dapat dituliskan:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.40)$$

## BAB 3. METODE PENELITIAN

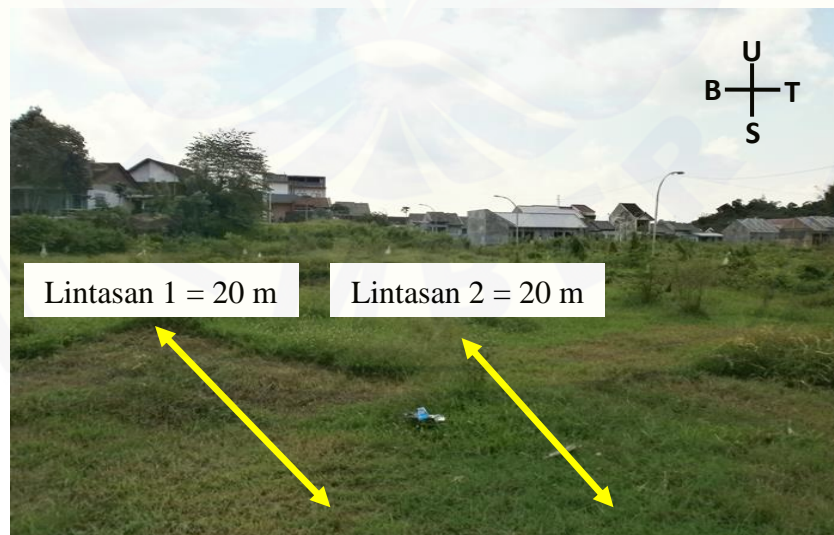
### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

#### 3.1.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2014 sampai dengan November 2014.

#### 3.1.2 Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Perumahan Istana Tidar Regency Jalan Kaliurang Kecamatan Sumpersari Kabupaten Jember. Penelitian ini terdiri atas pengambilan sampel tanah dan data resistivitas tanah. Jumlah lintasan dalam pengambilan data resistivitas tanah pada penelitian ini yaitu 4 lintasan. Sedangkan pengambilan sampel tanah adalah satu sampel pada masing – masing lintasan tersebut. Kemudian sampel tanah yang sudah diambil diuji sifat fisiknya di Laboratorium Geologi dan Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Jember. Lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1 –3.3 berikut ini:



Gambar 3.1 Lokasi penelitian untuk lintasan 1 dan lintasan 2



Gambar 3.2 Lokasi penelitian untuk lintasan 3



Gambar 3.3 Lokasi penelitian untuk lintasan 4

### 3.2 Alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua metode, yaitu dengan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *Wenner* dan uji indeks properties tanah. Berikut adalah alat masing-masing metode.

#### 3.2.1 Pengambilan Data Geolistrik Resistivitas

Adapun alat-alat yang digunakan dalam pengambilan data geolistrik resistivitas adalah sebagai berikut:

1. *Resistivitymeter*  
digunakan untuk menghitung nilai resistansi bawah permukaan yang didapatkan dengan menginjeksikan arus ke permukaan tanah.
2. *Global Positioning System (GPS)*  
digunakan untuk menentukan koordinat lokasi penelitian
3. Kabel  
digunakan menghubungkan elektroda dengan *resistivitymeter*
4. Elektroda  
digunakan untuk menghantarkan arus listrik yang diinjeksikan ke dalam permukaan tanah
5. Meteran  
digunakan untuk mengukur panjang lintasan dan spasi
6. Sumber arus (Accu)  
digunakan sebagai sumber arus untuk menghidupkan *resistivitymeter*
7. Palu  
digunakan untuk menancapkan elektroda ke dalam tanah



Gambar 3.4 Resistivimeter



Gambar 3.5 Kabel Penghubung



Gambar 3.6 Elektroda



Gambar 3.7 *GPSmap 76*

### 3.2.2 Pengambilan Sampel Tanah

Adapun alat-alat yang digunakan dalam pengambilan sampel tanah adalah sebagai berikut:

1. Pencuplik tanah

Digunakan untuk mengambil sampel tanah terganggu

2. Tabung logam

digunakan untuk mengambil sampel tanah tidak terganggu dan sebagai tempat penyimpanan sebelum diuji di laboratorium

3. Palu besar

digunakan untuk memukul tongkat besi agar masuk ke dalam tanah

4. Kantong plastik tebal

digunakan untuk menyimpan sampel tanah





Keterangan:

1. Tabung logam
2. Pencuplik tanah
3. Palu besar
4. Tongkat besi

Gambar 2.8 Alat pengambilan sampel tanah

### 3.2.3 Pengujian Indeks Properties Tanah

#### a. Kadar Air

Adapun alat-alat yang digunakan dalam pengujian kadar air tanah adalah sebagai berikut:

1. Oven  
digunakan untuk mengeringkan tanah
2. Cawan kedap udara  
digunakan untuk menempatkan tanah yang akan ditimbang beratnya
3. Neraca  
digunakan untuk menimbang berat tanah



Gambar 3.9 Oven



Gambar 3.10 Neraca



Gambar 3.11 Cawan kedap udara

b. Berat Jenis Tanah

Adapun alat-alat yang digunakan dalam pengujian berat jenis tanah adalah sebagai berikut:

1. Piknometer 100 ml  
digunakan sebagai media pengisian bahan uji
2. Neraca  
digunakan untuk menimbang berat tanah
3. Oven  
digunakan untuk mengeringkan tanah
4. Saringan 2 mm  
digunakan untuk menyaring benda uji sebelum diteliti
5. *Speiyer*  
digunakan untuk memasukkan air suling ke dalam piknometer
6. *Hot plate*  
digunakan untuk mendidihkan piknometer



Gambar 3.12 Piknometer



Gambar 3.13 *Speiyer*



Gambar 3.14 *Hot plate*

c. Berat Isi Tanah

Adapun alat-alat yang digunakan dalam pengujian berat isi tanah adalah sebagai berikut:

1. Silinder/ring  
digunakan untuk menempatkan tanah yang akan diuji
2. Pisau pemotong  
digunakan untuk memotong sampel tanah
3. Neraca  
digunakan untuk menimbang berat tanah



Gambar 3.15 Silinder/ring

d. *Atterberg Limit*

Adapun alat-alat yang digunakan dalam pengujian *atterberg limit* adalah sebagai berikut:

1. Casagrande  
digunakan untuk menempatkan benda uji
2. *Grooving tool*  
digunakan untuk membuat alur pada tanah
3. Neraca  
digunakan untuk menimbang sampel tanah
4. Plat kaca  
digunakan untuk menyiapkan sampel tanah
5. Cawan aluminium  
digunakan untuk tempat sampel tanah yang akan ditimbang
6. Sprayer  
digunakan untuk menyemprotkan air
7. Oven  
digunakan untuk mengeringkan tanah



Gambar 3.16 Casagrande

e. Analisa Saringan

Adapun alat-alat yang digunakan dalam pengujian analisa gradasi adalah sebagai berikut:

1. Neraca  
digunakan untuk menimbang berat tanah
2. Satu set saringan  
digunakan untuk menyaring tanah
3. Oven  
digunakan untuk mengeringkan tanah
4. Mesin pengguncang saringan (*shieve shaker*)  
digunakan untuk mengguncangkan saringan tanah
5. Talam  
digunakan untuk meratakan tanah
6. *Scaper*  
digunakan untuk menempatkan tanah



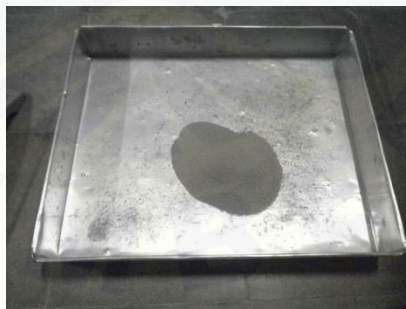
Gambar 3.17 Satu set saringan



Gambar 3.18 Mesin pengguncang saringan (*shieve shaker*)



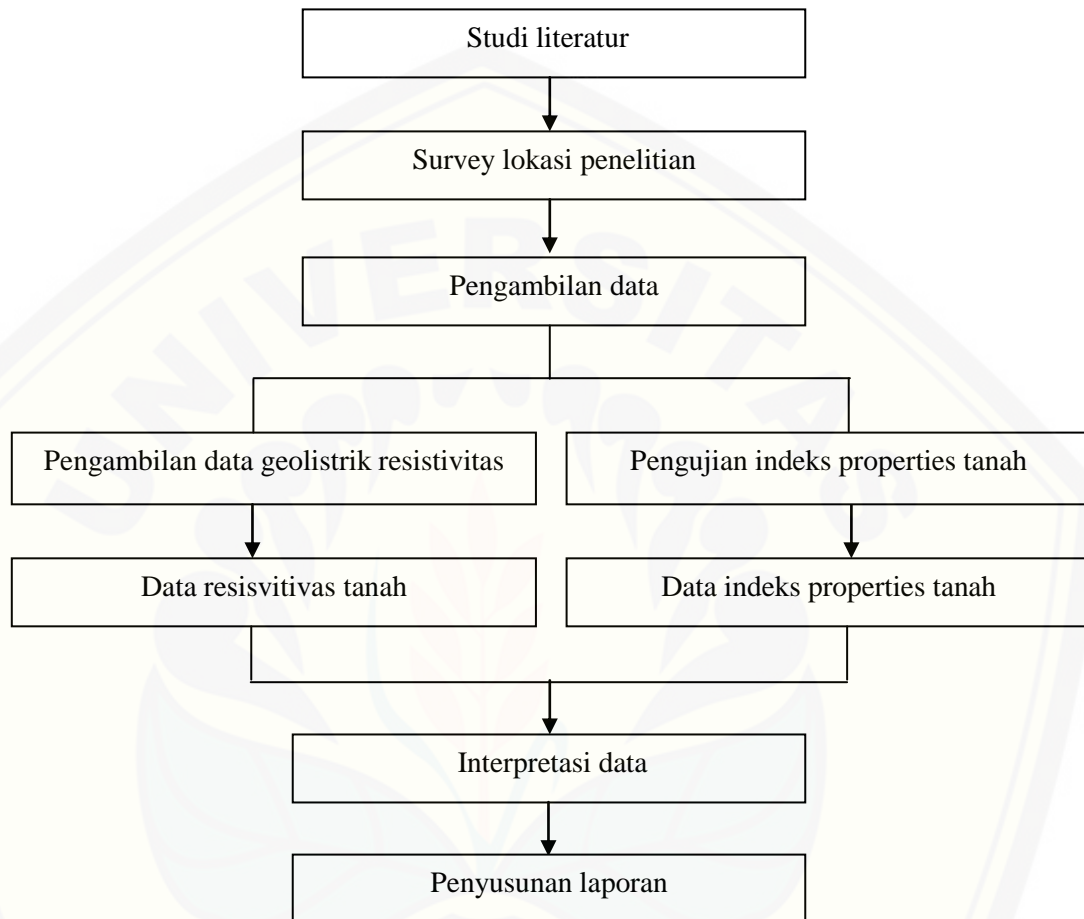
Gambar 3.19 *Scaper*



Gambar 3.20 Talam

### 3.3 Skema Kerja

Diagram kerja penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.21 berikut ini:



Gambar 3.21 Skema kerja pelaksanaan penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahap atau kegiatan yang dilakukan, yaitu:

1. Studi literatur

Studi literatur yang bertujuan sebagai bekal dalam pemecahan masalah yang akan diselesaikan



## 2. Survey lokasi penelitian

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui posisi geografis maupun topografis lokasi penelitian dan untuk menentukan titik – titik lokasi yang akan digunakan dalam pengambilan data geolistrik

## 3. Pengambilan data

Tahap ini dilakukan dua pengambilan data yaitu pengambilan data geolistrik resistivitas berupa data resistivitas tanah dan pengujian indeks properties tanah yang menghasilkan data indeks properties tanah.

## 4. Interpretasi data

Kedua data yang telah didapatkan kemudian diinterpretasikan kesesuaiannya dalam menentukan jenis tanah

## 5. Penyusunan laporan

### 3.4 Prosedur Pengambilan dan Pengolahan Data

Pada penelitian ini dilakukan dua penelitian yaitu pengambilan data geolistrik resistivitas dan pengujian indeks properties tanah. Pengambilan data resistivitas tanah menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi *Wenner* dan pengujian indeks properties tanah dilakukan untuk menentukan indeks properties atau sifat fisik tanah. Kedua metode ini merupakan metode yang berbeda, namun keduanya digunakan untuk menentukan jenis tanah. Masing-masing penelitian ini memiliki prosedur pengambilan dan pengolahan data yang berbeda.

#### 3.4.1 Prosedur Penelitian Geolistrik Resistivitas

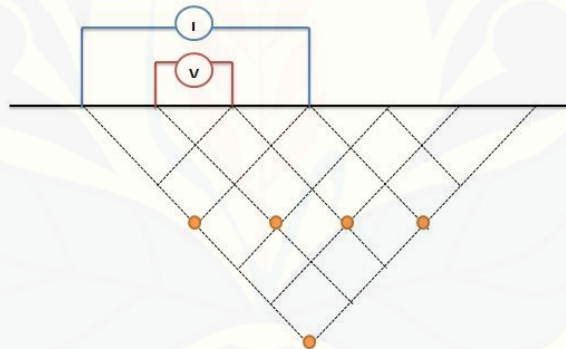
##### a. Pengambilan Data

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode geolistrik resistivitas konfigurasi *Wenner*. Konfigurasi ini dipilih karena kedalaman sampel tanah yang akan diteliti hanya berkisar 1,5 meter dari permukaan tanah. Kedalaman ini merupakan kedalaman minimal dalam pembuatan pondasi rumah satu lantai. Oleh karena itu penggunaan konfigurasi *Wenner* diharapkan dapat memberikan

informasi nilai resistivitas lapisan bawah permukaan pada kedalaman tersebut. Pengambilan data ini menggunakan 4 buah elektroda yaitu  $C_1$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ , dan  $C_2$  dengan susunan elektroda dapat dilihat pada Gambar 2.9

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengambilan data yaitu:

1. Membuat empat denah lintasan dengan panjang masing-masing lintasan yaitu 20 meter dan spasi elektroda terkecil sepanjang  $a=0,5$  meter.
2. Memasang keempat elektroda yaitu dua elektroda arus dan dua elektroda potensial seperti ditunjukkan pada gambar 3.23
3. Menghubungkan elektroda dengan *Resistivitymeter* menggunakan kabel penghubung
4. *Resistivity* yang sudah dihubungkan dengan elektroda kemudian diaktifkan untuk menginjeksikan arus ke dalam tanah



Gambar 3.22 Datum point konfigurasi Wenner

5. Mencatat nilai resistansi ( $R$ ) yang terbaca pada *Resistivitymeter*
6. Memindahkan elektroda sesuai dengan aturan konfigurasi *Wenner* secara terus-menerus sampai panjang lintasan yang sudah ditentukan

#### b. Pengolahan Data

Data hasil pengukuran yang diperoleh dari keempat lintasan yang berupa nilai resistansi kemudian diolah hingga menghasilkan nilai resistivitas semu. Persamaan resistivitas semu yang digunakan adalah:

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \quad (3.1)$$

Sedangkan faktor geometri yang digunakan pada konfigurasi *Wenner* adalah persamaan:

$$K = 2\pi a \quad (3.2)$$

Hasil data kemudian diolah menggunakan *Software Res2Dinv* untuk mendapatkan pemodelan berupa resistivitas bawah permukaan.

### 3.4.2 Prosedur Penelitian Indeks Properties Tanah

Beberapa tahap prosedur penelitian indeks properties adalah sebagai berikut:

#### a. Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel tanah terdiri dari sampel tanah tidak terganggu (*undisturbed soil sample*) dan sampel tanah terganggu (*disturbed soil sample*). Sampel tanah tidak terganggu digunakan untuk menguji kadar air dan berat isi tanah. Sedangkan sampel tanah terganggu digunakan untuk menguji berat jenis, *atterberg limit*, dan analisa saringan.

Prosedur pengambilan sampel tanah adalah sebagai berikut:

1. Menentukan titik lokasi pengambilan sampel tanah berdasarkan interpretasi data geolitik (satu titik sampel pada masing-masing lintasan)
2. Meratakan dan membersihkan permukaan tanah dari rumput
3. Menggali tanah menggunakan pencuplik tanah hingga kedalaman 1,2 m, kemudian tanah diangkat (sebagai sampel tanah terganggu)
4. Meletakkan tabung setinggi 0,4 m di atas permukaan tanah yang telah digali secara tegak lurus, kemudian tabung ditekan menggunakan palu besar (sebagai sampel tanah tidak terganggu)
5. Mengangkat tabung menggunakan kunci
6. Mengiris kelebihan tanah bagian atas menggunakan pisau dengan hati-hati agar permukaan tanah sama dengan permukaan tabung, kemudian tabung ditutup menggunakan tutup plastik

7. Mencantumkan label di atas tutup tabung bagian atas sebagai contoh tanah yang berisi informasi kedalaman, tanggal, dan lokasi pengambilan sampel

b. Pengujian Indeks Properties

Pengujian Indeks Properties dilakukan untuk menguji sifat fisik atau indeks properties yang meliputi kadar air, berat jenis tanah, berat isi tanah, *atterberg limit*, dan analisa saringan.

1. Kadar Air Tanah

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian kadar air tanah adalah:

- 1) Menimbang berat cawan bersih dan kering
- 2) Menempatkan sampel tanah dalam cawan kering kemudian ditimbang beratnya
- 3) Menutup cawan kemudian menempatkannya di oven pengering dengan suhu  $110^{\circ}\text{C}$  hingga berat sampel tanah konstan
- 4) Menimbang cawan dan isinya kemudian dicatat beratnya

2. Berat Jenis Tanah

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian berat jenis tanah adalah:

- 1) Menimbang piknometer dalam keadaan bersih dan kering
- 2) Menyiapkan 50 gr benda uji yang lolos saringan 40
- 3) Memasukkan sampel tanah ke dalam piknometer kemudian ditimbang
- 4) Menambahkan air suling ke dalam piknometer sehingga sampel tanah terendam
- 5) Mendidihkan piknometer dengan *hot plate* hingga keluar gelembung udara
- 6) Menambahkan air sedikit demi sedikit sampai mencapai leher piknometer
- 7) Mendinginkan piknometer sampai suhu konstan
- 8) Membersihkan dan mengeringkan bagian luar piknometer kemudian menimbang piknometer + tanah + air

- 9) Mencuci piknometer sampai bersih dan diisi dengan air suling sampai mencapai leher piknometer
- 10) Menimbang berat piknometer + air

### 3. Berat Isi Tanah

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian berat isi tanah adalah:

- 1) Mengukur tinggi ( $t$ ) dan diameter ( $d$ ) silinder/ring
- 2) Menimbang berat silinder/ring
- 3) Mengolesi bagian dalam silinder/ring dengan pelumas
- 4) Mengisi cincin dengan tanah
- 5) Meratakan kedua permukaan cincin dan membersihkan cincin bagian luar
- 6) Menimbang silinder/ring yang sudah terisi tanah dengan neraca yang memiliki ketelitian 0,01 gram

### 4. *Atterberg limit*

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian batas cair adalah:

- 1) Meletakkan benda uji lolos saringan No.40 di atas kaca dan diaduk dengan air hingga merata
- 2) Mengambil sebagian benda uji dan letakkan di atas mangkuk alat batas cair
- 3) Membuat alur secara tegak lurus menggunakan *grooving tool*
- 4) Memutar Casagrande hingga pukulan tertentu hingga jarak kedua benda uji kira-kira sepanjang 1,25 cm
- 5) Mengambil sebagian benda uji lalu ditimbang
- 6) Mengulang pekerjaan 1) sampai 5) dengan kadar air yang lebih besar dan mengurangi jumlah pukulan
- 7) Mengoven benda uji yang sudah ditimbang

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian batas cair adalah:

- 1) Meletakkan benda uji di atas kaca dan mengaduknya dengan kadar air tertentu
- 2) Membuat bola seberat 8 gr, lalu digelindingkan pada plat kaca sampai diameter tanah sekitar 3 mm
- 3) Mengambil benda uji sepanjang 5 cm lalu menimbang beratnya
- 4) Mengoven benda uji yang sudah ditimbang

#### 5. Analisa Saringan

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian analisa saringan adalah:

- 1) Menimbang masing-masing ayakan yang digunakan
- 2) Menghancurkan sampel tanah kering dengan menggunakan palu karet
- 3) Menimbang sampel tanah  $\pm 500$  gr
- 4) Menyaring sampel tanah melalui urutan-urutan saringan sambil digoyang dengan tangan atau diletakkan ke *shieve shaker*
- 5) Menimbang masing-masing saringan dan sampel tanah yang tertinggal
- 6) Mengurangkan berat saringan + tanah yang tertinggal dengan berat awal saringan

#### c. Pengolahan Data

Data yang sudah didapatkan dari masing-masing indeks properties kemudian diolah dan dianalisa untuk menentukan jenis tanahnya. Analisa tersebut dilakukan dengan mengacu pada tabel yang berisi nilai masing-masing indeks.

### 3.5 Analisis Data

Data pertama yang berisi nilai resistansi tanah diolah menggunakan *software Res2dinv* untuk menghasilkan penampang lintang resistivitas 2D yang menunjukkan nilai resistivitas masing-masing lintasan. Data tersebut kemudian digunakan dalam

memetakan kondisi bawah permukaan tanah berdasarkan metode geolistrik dan menentukan lokasi pengambilan sampel tanah. Sampel tanah yang sudah diambil kemudian dianalisis sifat fisiknya di laboratorium. Data hasil laboratorium yang sudah didapat digunakan dalam menentukan jenis tanah berdasarkan sifat fisik tanah dan digunakan dalam menganalisis kesesuaian kedua metode dalam menentukan jenis tanah.

