



**IDENTIFIKASI POTENSI AIR TANAH
MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK
KONFIGURASI WENNER-SCHLUMBERGER
DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS JEMBER**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Fisika (S-1) dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

Niko Dhian Hernawan
NIM 151810201055

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

SKRIPSI

**IDENTIFIKASI POTENSI AIR TANAH
MENGUNAKAN METODE GEOLISTRIK
KONFIGURASI WENNER-SCHLUMBERGER
DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS JEMBER**

Oleh

Niko Dhian Hernawan

NIM 151810201055

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Supriyadi, S. Si., M. Si.

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya Bapak Dodik Rahmadi Wijaya dan Ibu Hari Warni yang tiada hentinya memberikan saya semangat, doa, dorongan, nasehat, dan kasih sayang serta pengorbanan yang tak tergantikan sampai saat ini;
2. Adik saya Rido Rahmad Nugroho yang selalu memotivasi saya selama menempuh pendidikan di perguruan tinggi;
3. Semua guru saya dari Taman Kanak-Kanak, SD, SMP, SMA sampai Perguruan Tinggi, terima kasih atas ilmu yang telah diberikan selama ini;
4. Almamater tercinta, Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember.

MOTTO

Telah pasti datangnya ketetapan Allah, maka janganlah kamu meminta agar disegerakan (datang)nya (Q.S. An-Nahl: 1)^{*)}



^{*)} Departemen Agama Republik Indonesia. 2006. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Surabaya: Duta Ilmu.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Niko Dhian Hernawan

NIM : 151810201055

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Identifikasi Potensi Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Lingkungan Universitas Jember”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah dijadikan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian bersama dosen dan mahasiswa dan hanya dapat dipublikasikan dengan mencantumkan nama dosen pembimbing.

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

Jember, 20 Desember 2019

Yang menyatakan,

Niko Dhian Hernawan

NIM 151810201055

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Identifikasi Potensi Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Lingkungan Universitas Jember” karya Niko Dhian Hernawan telah diuji dan disahkan pada:

Hari :

Tanggal :

Tempat : Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Anggota I,

Nurul Priyantari, S. Si., M. Si.

Supriyadi, S. Si., M. Si.

NIP 1970032719970220001

NIP 1982042420060410003

Anggota II,

Anggota III,

Agung Tjahjo Nugroho, S.Si., M.Phill., Ph.D. Dr. Artoto Arkundato, S. Si., M. Si.

NIP 196812191994021001

NIP 196912251999031001

Mengesahkan

Dekan,

Drs. Sujito, Ph. D.

NIP 1961020419871110001

RINGKASAN

Identifikasi Potensi Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Lingkungan Universitas Jember; Niko Dhian Hernawan; 151810201055; 2019; 56 halaman; Jurusan Fisika; Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam; Universitas Jember.

Universitas Jember terletak di Kecamatan Sumpersari, Kabupaten Jember dengan kondisi geologinya berupa jenis batuan gunung api atau *volcanic rocks*. Batuan *volcanic rocks* ini merupakan batuan beku yang berpotensi sebagai lapisan air tanah. Selain itu, kondisi geologi lainnya di daerah Sumpersari berupa batuan litosol dan regosol coklat kekuningan. Kandungan mineral tanah liat silikat (*clay*) pada litosolnya yaitu plastisitas yang relatif rendah (lengket) dan sangat rapuh sehingga air akan masuk dengan mudah ke dalam tanah ini. Sedangkan tanah regosol memiliki kemampuan menyerap air tinggi dan mudah tererosi. Fakultas MIPA, Teknik, Keperawatan, Rusunawi, dan Rusunawi merupakan lima lokasi penelitian yang sangat membutuhkan ketersediaan air bersih berupa air tanah. Ketersediaan air tanah pada saat musim hujan mencukupi untuk kebutuhan di lima lokasi penelitian tersebut, namun saat musim kemarau selalu mengalami kekurangan. Salah satu lokasi tersebut berada di Fakultas MIPA. Kebutuhan air di lokasi ini dipasok melalui beberapa sumber air bersih yaitu sumur. Salah satu sumur yang ada di lokasi ini terletak di depan jurusan Fisika. Jumlah sumber air bersih di lokasi ini kurang sepadan dengan banyaknya kebutuhan air bersih yang diperlukan.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan adanya potensi air tanah adalah metode geolistrik. Prinsip kerja dari metode geolistrik yaitu dengan penginjeksikan arus listrik ke permukaan tanah melalui sepasang elektroda dan pengukuran beda potensial dengan sepasang elektroda yang lain. Pada penelitian ini menggunakan metode geolistrik resistivitas 2D (*mapping*). Kelebihan dari konfigurasi ini yaitu dapat menjelaskan kondisi bawah permukaan tanah secara horisontal dan vertikal. Pengukuran yang dilakukan di lapangan menghasilkan nilai arus listrik (I) dan beda potensial (V) sehingga didapatkan nilai

resistansi (R). Nilai resistansi tersebut dikalikan dengan faktor geometri (K) dari konfigurasi Wenner-Schlumberger untuk mendapatkan nilai resistivitas semu (ρ_a). Selanjutnya, untuk mengubah resistivitas semu menjadi resistivitas sebenarnya dalam bentuk model 2D digunakan *Software Res2Dinv*. *Software* tersebut digunakan dengan metode inversi *least square* dari nilai resistivitas semu yang telah dihitung. Hasil dari inversi tersebut menghasilkan penampang resistivitas bawah permukaan tanah. Penentuan lintasan dalam pengambilan data penelitian ini terbagi menjadi lima lintasan untuk kelima lokasi penelitian. Lokasi 1 berada di Fakultas MIPA dengan panjang lintasan 40 m. Lokasi 2-5 berturut-turut berada di Fakultas Teknik, Rusunawi, Fakultas Keperawatan, dan Rusunawa dengan panjang lintasan 60 m. Spasi elektroda dari kelima lokasi penelitian ini 2 m. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 27-29 Juni 2019 dan 21-22 September 2019 yang merupakan puncak musim kemarau.

Hasil pengolahan data 2D dengan *Software Res2Dinv* mendapatkan hasil kondisi penampang resistivitas struktur bawah permukaan tanah terkait potensi air tanahnya di kelima lokasi penelitian didominasi oleh lapisan lempung, kerikil, batu pasir, dan lapisan air tanah. Pada lokasi 1 di Fakultas MIPA diperoleh hasil bahwa kedalaman maksimal yang diduga sebagai lapisan air tanah 6 m. Hasil ini dikuatkan dengan adanya salah satu sumber air bersih (sumur) yang jaraknya ± 2 m dari lintasan dengan kedalaman 6 m. Sedangkan pada lokasi 2 yaitu di Fakultas Teknik diperoleh hasil bahwa kedalaman maksimal yang diduga sebagai lapisan air tanah sangat dangkal 3 m. Hasil ini kurang sesuai dengan kondisi lingkungan sekitarnya. Berdasarkan kedalaman sumur (7,9 m) dan jaraknya dari lintasan ± 5 m, ketidaksesuaian hasil yang diperoleh dipengaruhi beberapa faktor yang salah satunya saat melakukan pengukuran di lapangan. Pada lokasi 3-5 berturut-turut di Rusunawi, Fakultas Keperawatan, dan Rusunawa diperoleh hasil bahwa kedalaman maksimal yang diduga sebagai lapisan air tanah 8 m. Hasil ini diperkuat dengan adanya sumur dengan jarak ± 2 m di lokasi 4 dan ± 7 m di lokasi 3 dan 5 dari tiap lintasan pada lokasi 3-5 .

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT. Karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Identifikasi Potensi Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Lingkungan Universitas Jember”. Perasaan gembira mengiringi shalawat dan salam teruntuk Nabi Muhammad SAW. yang menjadi teladan dan sumber inspirasi hidup kita dalam menapaki perjalanan meraih cita-cita hidup. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S-1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penulis mendapat bantuan serta bimbingan serta berbagai pihak dalam penyusunan skripsi ini, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Nurul Priyantari, S. Si., M. Si., selaku Dosen Pembimbing Utama, dan Bapak Supriyadi, S. Si., M. Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam membantu penulisan skripsi ini;
2. Bapak Agung Tjahjo Nugroho, S.Si., M.Phill., Ph.D. selaku Dosen Penguji Utama dan Bapak Dr. Artoto Arkundato, S. Si., M. Si. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktunya dalam memberikan kritik dan saran dalam menyempurnakan penulisan skripsi ini;
3. Ibu Wenny Maulina, S. Si., M. Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
3. Kedua orang tua tercinta dan segenap keluarga besar dari Ibu yang ada di Jember yang memberi dorongan baik moril maupun materiil;
4. Teman-teman Ganesha Phi 2015, Elphas Indika Aprilian, Faishal Saputra, S., Si., Elvira, Ega Abi B., Gladys, Rara Ajeng D., Azka Fidiana, Choirina, dan Isti yang telah banyak membantu saya dalam penelitian ini;
5. Teman-teman kosan Jl Kalimantan X No. 19 yang telah banyak membantu saya mulai dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan;
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Penulis sadar bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap agar skripsi ini dapat dimanfaatkan sebagaimana semestinya.

Jember, 20 Desember 2019

Penulis



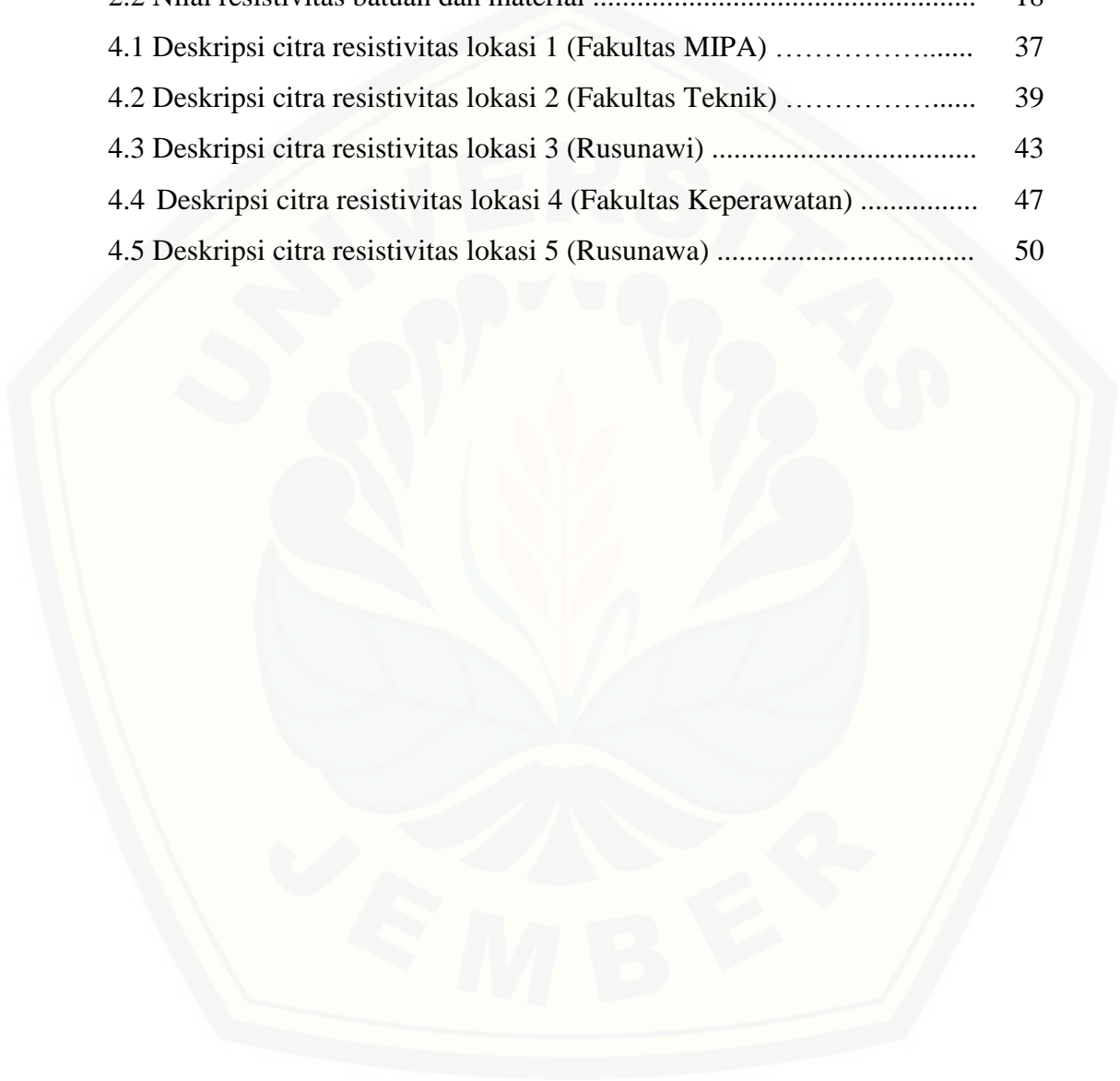
DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan	6
1.4 Manfaat	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Kondisi Geologi	7
2.2 Air Tanah	8
2.3 Metode Geolistrik	11
2.3.1 Konsep Umum Geolistrik	12
2.3.2 Metode Geolistrik Resistivitas	13
2.3.3 Nilai Resistivitas Batuan	17
2.3.4 Konfigurasi Elektroda dalam Akuisisi Data Geolistrik Resistivitas	18
2.4 Software Res2Dinv	23

BAB 3. METODE PENELITIAN	25
3.1 Rancangan Penelitian	25
3.2 Jenis dan Sumber Data Penelitian	32
3.3 Variabel Penelitian	32
3.4 Kerangka Pemecahan Masalah	33
3.5 Teknik Penyajian Data	33
3.6 Interpretasi dan Analisis Data	34
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Lokasi 1 (Fakultas MIPA).....	36
4.2 Lokasi 2 (Fakultas Teknik).....	38
4.3 Lokasi 3 (Rusunawi)	43
4.4 Lokasi 4 (Fakultas Keperawatan)	46
4.5 Lokasi 5 (Rusunawa).....	49
BAB 5. PENUTUP	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	57
Lampiran A. Tabel Pengukuran	57
Lampiran B. Gambar dan Dokumentasi	77

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Nilai resistivitas batuan	17
2.2 Nilai resistivitas batuan dan material	18
4.1 Deskripsi citra resistivitas lokasi 1 (Fakultas MIPA)	37
4.2 Deskripsi citra resistivitas lokasi 2 (Fakultas Teknik)	39
4.3 Deskripsi citra resistivitas lokasi 3 (Rusunawi)	43
4.4 Deskripsi citra resistivitas lokasi 4 (Fakultas Keperawatan)	47
4.5 Deskripsi citra resistivitas lokasi 5 (Rusunawa)	50



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Peta geologi Kabupaten Jember	7
2.2 Penerapan hukum Ohm pada elektroda arus tunggal (homogen).....	12
2.3 Sumber arus di permukaan medium homogen	12
2.4 Titik sumber arus di permukaan medium homogen	13
2.5 Letak elektroda arus dan potensial di permukaan bumi	14
2.6 (a) Resistivitas medium homogen dan (b) Resistivitas semu medium <i>non</i> -homogen	16
2.7 Model pengukuran Dipole-Dipole 2D.....	19
2.8 Elektroda arus dan potensial pada lintasan dengan konfigurasi Wenner	20
2.9 Konfigurasi Schlumberger.....	21
2.10 Pengaturan elektroda konfigurasi Wenner-Schlumberger.....	23
3.1 Diagram alir rancangan kegiatan penelitian.....	25
3.2 Teknik pengambilan data menggunakan konfigurasi Wenner- Schlumberger	27
3.3 Denah lokasi penelitian.....	27
3.4 Sketsa lintasan pengambilan data di lokasi 1, Fakultas MIPA	29
3.5 Sketsa lintasan pengambilan data di lokasi 2, Fakultas Teknik	29
3.6 Sketsa lintasan pengambilan data di lokasi 3, Rusunawi	30
3.7 Sketsa lintasan pengambilan data di lokasi 4, Fakultas Keperawatan	30
3.8 Sketsa lintasan pengambilan data di lokasi 5, Rusunawa	31
3.9 Diagram alir kerangka pemecahan masalah	33
4.1 Citra resistivitas pada lokasi 1 (Fakultas MIPA)	36
4.2 Citra resistivitas pada lokasi 2 (Fakultas Teknik)	39
4.3 (a) Kondisi tanah di lokasi 2 (Fakultas Teknik), (b) Kondisi vegetasi dan lingkungan sekitar di lokasi 2 (Fakultas Teknik), c) Kondisi sumur yang ada di lokasi 2 (Fakultas Teknik)	41
4.4 Citra resistivitas pada lokasi 3 (Rusunawi)	43

4.5 (a) Kondisi lingkungan sekitar di lokasi 3 (Rusunawi), (b) Kondisi sumur yang ada di lokasi 3 (Rusunawi)	45
4.6 Citra resistivitas pada lokasi 4 (Fakultas Keperawatan)	46
4.7 Kondisi sumur di lokasi 4 (Fakultas Keperawatan)	48
4.8 Citra resistivitas pada lokasi 5 (Rusunawa)	49
4.9 Kondisi lingkungan sekitar di lokasi 5 (Rusunawa)	51



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Tabel A.1 Pengukuran resistivitas semu di lokasi 1 (Fakultas MIPA)	57
Tabel A.2 Pengukuran resistivitas semu di lokasi 2 (Fakultas Teknik)	59
Tabel A.3 Pengukuran resistivitas semu di lokasi 3 (Rusunawi)	63
Tabel A.4 Pengukuran resistivitas semu di lokasi 4 (Fakultas Keperawatan)	68
Tabel A.5 Pengukuran resistivitas semu di lokasi 5 (Rusunawa)	72
Gambar B.1 (a) dan (b) Pengambilan data penelitian di lokasi 1 (Fakultas MIPA)	77
Gambar B.2 (a) dan (b) Pengambilan data penelitian di lokasi 2 (Fakultas Teknik)	78
Gambar B.3 (a) dan (b) Pengambilan data penelitian di lokasi 3 (Rusunawi)	79
Gambar B.4 (a) dan (b) Pengambilan data penelitian di lokasi 4 (Fakultas Keperawatan)	80
Gambar B.5 (a) dan (b) Pengambilan data penelitian di lokasi 5 (Rusunawa)	81

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Sudiyono (2012), Universitas Jember (UNEJ) merupakan salah satu Universitas Negeri di Jawa Timur yang terletak pada koordinat 7°07'14" BT dan 8°16'57" LS dan berada di Kabupaten Jember dengan luas wilayah 940.839 m². UNEJ memiliki 15 Fakultas, 3 UPT diantaranya UPT TI, Perpustakaan dan Pelayanan Kesehatan ditambah dengan 1 Fakultas Pasca Sarjana Multidisiplin Ilmu. Berdasarkan data yang dihimpun dari Biro Administrasi Perencanaan dan Sistem Informasi (BAPSI) bagian Kemahasiswaan UNEJ, jumlah mahasiswa UNEJ hingga tahun akademik 2018/2019 sebanyak 31.686 mahasiswa, jumlah tenaga pendidiknya sebanyak 1185 dan jumlah tenaga *non*-pendidiknya sebanyak 1322 (Anonim a, 2018).

Berbagai aktivitas di UNEJ dilakukan setiap harinya, mulai dari aktivitas perkuliahan, praktikum, kegiatan *softskill*, kegiatan administrasi, peribadatan, dan lain-lain. Kebutuhan yang tidak bisa ditinggalkan untuk menopang kegiatan-kegiatan tersebut adalah air bersih. Salah satu sumber air bersih yang ada di UNEJ adalah air sumur, yang merupakan jenis air tanah freatik. Air tanah freatik adalah air tanah dangkal yang secara fisik tampilannya tampak bening dan terletak diantara air permukaan dan lapisan kedap air (*impermeable*). Air permukaan adalah air yang berada di permukaan atas tanah yang tidak mengalami infiltrasi ke bawah tanah dan tidak mengalami infiltrasi saat melewati lapisan kedap air, yaitu lapisan yang memiliki jumlah ruang pada celah butir-butir tanah yang sangat kecil sehingga kemampuan untuk melewatkan air juga kecil (Utomo, 1985). Salah satu jenis tanah yang termasuk ke dalam lapisan kedap air adalah tanah lempung. Proses pembentukan tanah lempung berasal dari hasil pelapukan batuan silika oleh asam karbonat dan sebagian berasal dari aktivitas panas bumi atau geotermal (Rivera, 2015). Menurut Widodo (2011), air tanah freatik umumnya bergerak dari tekanan tinggi menuju ke tekanan rendah. Perbedaan tekanan ini secara umum diakibatkan oleh gaya gravitasi. Sedangkan gaya gravitasi diakibatkan adanya perbedaan ketinggian antara dataran tinggi dengan dataran rendah, adanya lapisan

penutup yang *impermeable* di atas lapisan akuifer, dan gaya lainnya yang diakibatkan oleh pola struktur batuan atau fenomena lainnya yang ada di bawah permukaan. Hal tersebut yang menyebabkan air tanah freatik sering digunakan untuk membuat sumur pada kedalaman sekitar (9-15) m (Dallas, 2016).

Ketersediaan air bersih ketika musim hujan dan kemarau di UNEJ sangatlah berbeda. Pada saat musim hujan, air bersihnya telah mencukupi semua aktivitas warga UNEJ, tetapi saat musim kemarau sebagian besar wilayah UNEJ mengalami kekurangan pasokan air bersih. Menurut Surya (2017), salah satu kekurangan tersebut dapat dibuktikan dengan ketersediaan air di toilet yang jumlahnya berkurang. Hingga saat ini solusi dalam mencukupi kebutuhan air bersih saat musim kemarau di UNEJ adalah dengan melakukan pemesanan air bersih melalui truk tangki PDAM.

Menurut Surya (2017), salah satu cara mengetahui keberadaan lapisan pembawa air (akuifer), ketebalan lapisan dan kedalaman lapisan pembawa air tanah tersebut dengan melakukan penyelidikan secara langsung di lapangan. Pendugaan keberadaan air tanah dapat dilakukan dengan berbagai macam metode diantaranya *self-potential*, geolistrik, magnetik, gravitasi, seismik dan lain-lain. Eksplorasi air tanah yang sering dilakukan adalah dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas. Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu metode geofisika yang dilakukan untuk mengetahui jenis bahan penyusun batuan berdasarkan sifat-sifat kelistrikan batumannya (Bahar, 2012).

Menurut Todd (1980), metode geolistrik resistivitas menganut prinsip bahwa masing-masing lapisan batuan mempunyai nilai resistivitas yang berbeda-beda tergantung dari jenis material penyusunnya, kandungan air dalam batuan, sifat kimia air, dan porositas batuan. Terdapat dua metode geolistrik resistivitas yang sering digunakan di lapangan yaitu *sounding* dan *mapping*. Metode geolistrik resistivitas *sounding* atau *Vertical Electrical Sounding* (VES) dapat menghasilkan informasi perubahan variasi nilai resistivitas terhadap kedalaman batuan di bawah permukaan secara vertikal sedangkan metode geolistrik resistivitas *mapping* dapat menghasilkan informasi perubahan variasi harga resistivitas terhadap kedalaman batuan dibawah permukaan secara lateral (Telford *et al*, 1990).

Beberapa peneliti yang telah menggunakan metode geolistrik adalah Patria (2015), mengenai pendugaan persebaran air tanah menggunakan metode geolistrik resistivitas 2D konfigurasi Wenner-Schlumberger di Desa Tanggunharjo, Kabupaten Grobogan. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa nilai resistivitas (1,7-17,5) Ωm berada di kedalaman (6,76-13) m yang diduga terdapat sebaran lapisan pembawa air tanah. Hasil tersebut dapat diketahui dari struktur batuan yang terdiri dari kerikil, lempung, dan pasir. Penelitian berikutnya dilakukan oleh Usman *et al* (2017), yang melakukan identifikasi air tanah Kota Palopo menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger. Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur batuan bawah permukaannya cukup homogen. Nilai resistivitasnya (21,6–81,3) Ωm dengan jenis tanahnya entisol berupa pasir dan kerikil dengan kedalaman < 25 m yang diduga sebagai lapisan pembawa air tanah (akuifer) di daerah tersebut. Penelitian berikutnya juga dilakukan oleh Aulia (2017), mengenai identifikasi keberadaan air tanah menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger di Pandawa, Padang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi air tanahnya terdapat di kedalaman (7-20) m dengan nilai resistivitasnya (6,87-32,6) Ωm yang diidentifikasi adanya batuan *soil*, tuf, dan andesit dengan jenis tanahnya berupa tanah grumusol. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Ramanujam *et al* (2018), mengenai identifikasi air tanah pada medan *Hard Rock* menggunakan geolistrik resistivitas 2D konfigurasi Wenner-Schlumberger di Andaman Selatan, India. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa nilai resistivitasnya (21,6-73,4) Ωm di kedalaman (5-20) m dan diduga sebagai lapisan pembawa air tanah. Hasil tersebut dapat diketahui dari struktur batuan yang terdiri dari batuan lempung, tuf, dan pasir. Selain itu, jenis tanahnya berupa tanah lempung yang bersifat kedap air yang dapat menampung dan melewatkan air tanah.

Penelitian yang dilakukan di lingkungan Universitas Jember, dengan lokasi di FMIPA terkait potensi akuifer diawali oleh Rivera (2012), dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas 2D konfigurasi Wenner-Schlumberger. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa jenis tanahnya berupa tanah lempung yang bersifat kedap air. Tanah tersebut terletak diantara jenis tanah yang memiliki

resistivitas yang lebih tinggi sekitar (3–15) Ωm di kedalaman (5–10) m pada lintasan 1 dan nilai anomali terendahnya kurang dari 1,5 Ωm di kedalaman (7–12) m pada lintasan 2–5. Pada setiap lintasan tersebut terdapat batuan kerikil atau pasir yang dapat menampung dan melewatkan air tanah yang diduga sebagai lapisan pembawa air tanah (akuifer). Potensi akuifer yang terbaik berada di lintasan 5 (dekat gedung Jurusan Kimia), kedalaman hingga 12 m dengan nilai resistivitas sebesar 15 Ωm . Penelitian akuifer di lingkungan UNEJ juga dilakukan oleh Buwana (2019) di Lingkungan Fakultas MIPA Universitas Jember dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas 1D *sounding* konfigurasi Schlumberger. Hasil pendugaannya menunjukkan bahwa sebagian besar batuan didominasi oleh material lempung, kerikil, batu pasir, dan air tanah. Nilai resistivitas yang diperoleh yaitu air tanah (0,5-23,24) Ωm , lempung (23,24-100) Ωm , kerikil (100-600) Ωm , dan batu pasir (600-3000) Ωm . Lapisan tanah yang diduga sebagai sebaran akuifer terbanyak di titik *sounding* ke 8 (barat Masjid Baitul Ilmi FMIPA) dengan kedalaman ≤ 11 m.

Berdasarkan hasil survei, kedalaman rata-rata sumur di UNEJ < 8 m. Hasil penelitian sebelumnya, menunjukkan di beberapa lokasi memiliki kedalaman air tanah hingga lebih dari 17 m. Sedangkan, berdasarkan peta geologi lembar Jember Jawa (Sapei *et al.*, 1992), kawasan UNEJ dilalui oleh tuf Argopuro berupa tuf sela, abu, dan lava. Selain itu, kawasan UNEJ juga dilalui oleh formasi batuan ampar yang terdiri dari batu pasir dan lempung berupa batuan tuf, breksi, dan konglomerat di kedalaman (13-25) m dengan jenis tanahnya berupa tanah lempung dan latosol. Menurut Widodo (2011), tuf Argopuro merupakan tuf yang berasal dari Gunung Argopuro yang juga dilalui oleh jalur breksi Gunung Merapi, berupabatuan andesit yang bersisipan lava di kedalaman 288,1 m.

Berdasarkan penjelasan di atas peneliti ingin meneliti lebih lanjut mengenai pemetaan potensi air tanah di lingkungan Universitas Jember dengan metode geolistrik 2D konfigurasi Wenner-Schlumberger. Lokasi yang diteliti diharapkan mewakili kondisi potensi air tanah sesuai realitas yang ada. Lokasi yang paling sering mengalami kekeringan di musim kemarau secara berturut-turut adalah Fakultas MIPA, Fakultas Teknik, Rusunawi, Fakultas Keperawatan, dan

Rusunawa. Lokasi-lokasi tersebut telah disurvei di awal penentuan lokasi penelitian sesuai dengan kebutuhan air bersih yang digunakan saat perkuliahan dan praktikum dan ketersediaan lahan yang ada. Jika dikaitkan dengan penelitian sebelumnya, hasil survei dan peta geologi diharapkan potensi air tanah terdeteksi. Menurut Wuryantoro (2007), keberadaan akuifer dapat ditinjau dari air yang mengalir pada lapisan akuifer dan melewati daerah tangkapan (*recharge area*) yang berada lebih tinggi daripada daerah buangan (*discharge area*). *Recharge area* biasanya terletak di dataran tinggi (pegunungan) dan *discharge area* terletak di dataran rendah (pantai). Air tersebut kemudian mengalir diantara air permukaan dan lapisan kedap air (*impermeable*) yang biasa disebut sebagai air tanah freatik. Hal tersebut terjadi akibat pengaruh dari gaya gravitasi yang melalui pori-pori akuifer. Air yang berada dibagian bawah akuifer mendapat tekanan yang besar oleh berat air di atasnya. Oleh karena itu, sesuai karakteristik tersebut diharapkan potensi air tanah di lingkungan UNEJ dapat ditemukan dan dipetakan menggunakan 1 lintasan di sekitar sumur sebagai sumber air tanah dengan panjang masing-masing lintasan 60 m untuk keempat lokasi dan 40 m di Fakultas MIPA. Selain itu, spasi antar elektrodanya 2 m dan diharapkan mampu menjangkau kedalaman yang diduga sebagai lapisan air tanah < 10 m.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang dapat dikemukakan dalam penelitian identifikasi potensi air tanah menggunakan metode geolistrik konfigurasi Wenner-Schlumberger di lingkungan Universitas Jember adalah

1. Bagaimana struktur bawah permukaan tanah di lingkungan Universitas Jember terkait potensi air tanahnya?
2. Berapakah kedalaman lapisan air tanah di lingkungan Universitas Jember?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui struktur bawah permukaan terkait potensi air tanah di lingkungan Universitas Jember.
2. Untuk mengetahui potensi kedalaman lapisan air tanah di lingkungan Universitas Jember.

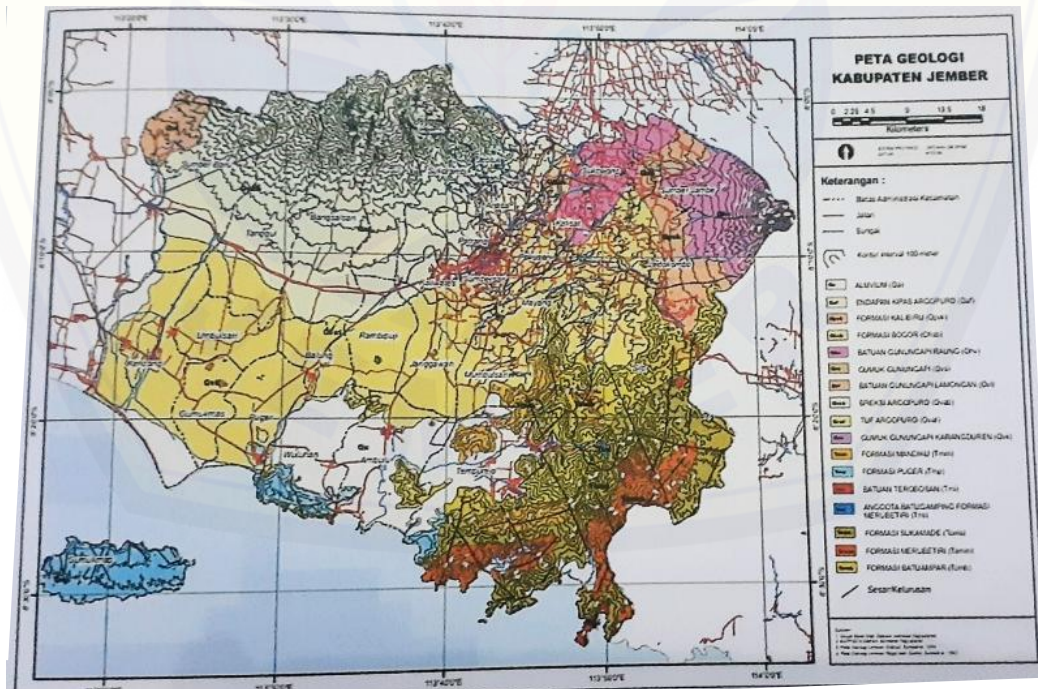
1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dalam penelitian ini adalah didapatkan peta sebaran potensi air tanah di lingkungan UNEJ sehingga bisa sebagai bahan pertimbangan bagi pemegang kebijakan untuk melakukan tindak lanjut sesuai kebutuhan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kondisi Geologi

Menurut Sudiyono (2012), secara geografis Kabupaten Jember terletak pada posisi 6°27'29" s/d 7°14'35" BT dan 7°59'6" s/d 8°33'56" LS. Kabupaten Jember memiliki luas wilayah ± 3.293,34 km², dengan panjang pantai ± 170 km. Sedangkan luas perairan Kabupaten Jember yang termasuk ZEE (Zona Ekonomi Eksklusif) ± 8.338,5 km². Secara garis besar, bagian selatan daratan Kabupaten Jember berupa dataran rendah dengan titik terluarnya Pulau Barong dan terdapat pula sekitar 82 pulau-pulau kecil dimana 16 pulau diantaranya sudah memiliki nama. Selain itu, terdapat pula Taman Nasional Meru Betiri yang berbatasan langsung dengan Kabupaten Banyuwangi. Bagian barat laut Kabupaten Jember berbatasan langsung dengan Kabupaten Probolinggo, merupakan bagian dari Pegunungan Iyang dan Gunung Argopuro (3.088 m). Bagian timur Kabupaten Jember merupakan bagian dari rangkaian dataran tinggi Ijen.



Gambar 2.1 Peta geologi Kabupaten Jember (Sujatmiko, 2016)

Menurut Sujatmiko (2016), Universitas Jember terletak di Kecamatan Sumbersari. Kondisi geologi di Kecamatan Sumbersari menurut peta geologi (Gambar 2.1) terdapat jenis batuan gunung api (*volcanic rocks*). Batuan ini merupakan batuan beku yang berpotensi sebagai akuifer. Selain itu, terdapat batuan litosol dan regosol coklat kekuningan. Kandungan mineralnya berupa tanah liat silikat (*clay*) pada litosol relatif rendah yang bersifat plastisitas (lengket) dan sangat rapuh. Sehingga air akan masuk dengan mudah ke dalam jenis tanah ini. Sedangkan tanah regosol memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi dan mudah tererosi.

2.2 Air Tanah

Kebutuhan air akan semakin meningkat dengan seiring bertambahnya penduduk baik untuk keperluan kehidupan sehari-hari manusia, peternakan, maupun pertanian. Hal itu berarti persediaan air juga semakin terbatas. Di satu sisi ada masyarakat yang kesulitan memperoleh air bersih untuk kehidupan sehari-hari, sementara di sisi lain terdapat penggunaan air secara berlebihan tanpa memperhatikan kebutuhan generasi yang akan datang. Masalah ini memerlukan pemecahan berupa pencarian sumber-sumber air untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Akibat pertumbuhan penduduk maka kebutuhan akan daerah pemukiman juga akan semakin meningkat. Banyak daerah resapan air yang digunakan sebagai daerah pemukiman, dan sebagai akibatnya daerah tersebut tidak dapat memenuhi kebutuhan tersebut (Zubaidah dan Kanata, 2008).

Air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang antara butir-butir tanah yang meresap ke dalam tanah dan bergabung membentuk lapisan tanah yang disebut akuifer (Mutowal, 2008). Pergerakan air dalam tanah jenuh akan mempengaruhi lintasan dan infiltrasi pada suatu daerah, sedangkan proses pergerakan air dalam tanah dipengaruhi oleh sifat-sifat fisik tanah. Perubahan penggunaan lahan sangat mempengaruhi sifat-sifat fisik tanah (Rosyidah dan Wirosedarmo, 2013).

Menurut Arundina *et al* (2014), air yang masuk ke dalam tanah akan mengalir mengikuti gaya gravitasi bumi. Akibat adanya gaya adhesi pada butiran tanah di

zona tidak jenuh air, mengakibatkan pori-pori tanah terisi oleh air dan udara dalam jumlah yang berbeda-beda. Setelah terjadi hujan, air bergerak ke bawah melalui zona tidak jenuh air (zona aerasi). Kemudian sejumlah air beredar di dalam tanah dan ditahan oleh gaya-gaya kapiler pada pori-pori yang kecil atau tarikan molekuler di sekeliling partikel-partikel tanah. Jika kapasitas retensi dari tanah pada zona aerasi telah habis, air akan bergerak ke bawah ke dalam daerah dimana pori-pori tanah atau batuan terisi air. Air di dalam zona jenuh air ini disebut dengan air tanah.

Setiap air tanah memiliki lokasi yang berbeda-beda tergantung dari jenis dan karakteristik dari air tanah tersebut. Lokasi dimana air itu berada merupakan salah satu hal yang dapat dijadikan poin utama mengenai perbedaan air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal umumnya memiliki jenis yang berbeda-beda. Salah satunya adalah air sumur yang banyak dipakai oleh masyarakat. Menurut Kinanti *et al* (2011), air tanah ini bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah. Oleh karena itu, di daerah yang lebih rendah, potensi air tanahnya relatif lebih tinggi dibandingkan di daerah puncak bukit atau gunung. Hal tersebut terjadi karena air hujan yang masuk ke dalam tanah akan bergerak ke wilayah yang lebih rendah.

a. Air Tanah Konat

Jenis air tanah ini disebut juga dengan air tersengkap atau air purba karena terdapat di dalam batuan dengan kedalaman yang tidak tentu lagi selama ribuan bahkan jutaan tahun lamanya. Sebelum menjadi air konat, air tanah tersebut merupakan air tanah biasa. Menurut Arundina *et al* (2014), air tanah ini berubah menjadi air konat akibat terlalu lama berada di batuan. Secara geologi, apabila air tanah ini terlalu lama di dalam batuan sedimen di sekitar gunung berapi, akan menjadi air yang mengalami mineralisasi secara sempurna. Salah satu karakteristik dari jenis air tanah ini adalah kandungan garamnya yang lebih tinggi dibanding air laut.

b. Air Tanah Vados

Menurut Mutowal (2008), air tanah vados atau air tanah tua merupakan air tanah dari hasil presipitasi atau air hujan yang dalam prosesnya mengalami kondensasi dan percampuran debu meteor yang menembus lapisan atmosfer. Air tanah vados juga disebut dengan air tanah meteorit. Air tanah vados mengandung unsur debu meteor seperti tritium serta kimia air berat (H_3). Oleh karena itu, air tanah vados ini tergolong air tanah yang langka sehingga manfaatnya belum terlalu maksimal untuk manusia.

c. Air Tanah Juvenil

Air tanah juvenil terbentuk dari hasil proses intrusi magma di kedalaman tertentu. Air tanah ini dari proses kimiawinya disebut juga dengan air tanah magma. Menurut Yuristina (2015), air tanah ini biasanya ditemukan di kawasan yang berdekatan dengan gunung berapi. Hal tersebut menyebabkan air ini dapat memiliki kandungan belerang yang tinggi. Namun, karakteristik tersebut juga dapat tidak ada apabila dalam prosesnya ke permukaan bumi tidak melewati struktur lapisan batuan belerang. Saat sampai di permukaan bumi, air tanah juvenil berbentuk air panas atau *geyser*. *Geyser* sendiri dapat terjadi jika tekanan air juvenil cukup tinggi.

d. Air Tanah Artesis

Air tanah artesis berada di lapisan kedap air pertama dan paling dekat dengan lapisan permukaan tanah. Menurut Kinanti *et al* (2011), salah satu jenis air tanah dalam ini terdapat di kedalaman (80-300) cm dari permukaan tanah. Oleh karena itu, air tanah artesis dapat diambil menggunakan pompa air khusus dengan kapasitas besar. Namun, bukan tidak mungkin apabila air tanah di kedalaman tersebut dapat keluar dengan sendirinya. Hal tersebut mungkin dapat terjadi apabila tekanan airnya cukup besar untuk membentuk sumur artesis. Air tanah artesis biasanya dapat diminum langsung karena telah mengalami penyaringan yang sempurna sehingga bebas dari bakteri. Air tanah ini dapat mengatasi kekeringan karena karakteristik debit airnya yang stabil meski musim kemarau

panjang terjadi. Namun, biaya yang dibutuhkan untuk membangun sumur artesis juga tidak sedikit.

e. Air Tanah Freatik

Menurut Halik (2008), air tanah freatik adalah air tanah dangkal yang secara fisik tampilannya tampak bening dan terletak diantara air permukaan dan lapisan kedap air (*impermeable*). Air permukaan sendiri berada di permukaan atas tanah yang tidak mengalami infiltrasi ke bawah tanah dan tidak mengalami infiltrasi saat melewati lapisan kedap air, yaitu lapisan yang memiliki jumlah ruang pada celah butir-butir tanah yang sangat kecil sehingga kemampuan untuk melewatkan air juga kecil. Air tanah freatik merupakan salah satu jenis air yang mudah untuk didapatkan dibandingkan jenis air tanah lainnya. Salah satunya dapat menggali tanah sedalam (9-15) m untuk dibuat sumur. Selain itu, kedalaman sumur dari jenis air tanah ini bervariasi yang dapat mencapai < 9 m. Secara fisik, tampilan dari benda cair ini tampak bening. Namun, jika suatu tempat dimana air tersebut berasal tercemar, air tanah freatik ini bisa memiliki kandungan kimia tinggi seperti Mangan (Mn) dan Besi (Fe).

Air tanah terdapat pada lapisan batuan kerikil atau pasir yang dapat menampung dan melewatkan air tanah. Lapisan ini disebut dengan akuifer. Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menentukan letak dan kedalaman akuifer air tanah. Metode ini memanfaatkan sifat-sifat listrik dari batuan di lapangan. Resistivitas setiap lapisan batuan ditentukan oleh beberapa faktor seperti kandungan air dalam batuan, sifat kimia air, dan porositas batuan (Anshori, 2011).

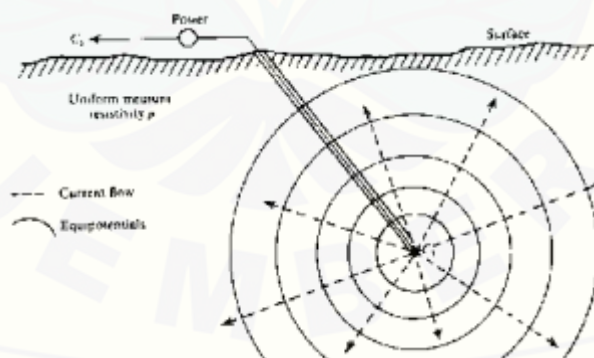
2.3 Metode Geolistrik

Penggunaan metode geolistrik pertama kali dilakukan oleh Conrad Schlumberger pada tahun 1912. Metode geolistrik adalah salah satu metode geofisika untuk menyelidiki kondisi bawah permukaan dengan mempelajari sifat aliran listrik pada batuan di bawah permukaan bumi dan cara mendeteksi di permukaan bumi dengan mengalirkan arus listrik yang mempunyai tegangan

tinggi ke dalam tanah. Injeksi arus listrik ini menggunakan 2 elektroda arus A dan B yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak tertentu. Jarak elektroda AB yang semakin panjang akan menyebabkan aliran arus listrik dapat menembus lapisan batuan lebih dalam (Tearpock dan Bischke, 1991). Metode geolistrik adalah salah satu metode yang cukup akurat digunakan dalam dunia eksplorasi khususnya eksplorasi batuan mineral, eksplorasi air tanah, maupun dalam meneliti pencemaran air tanah, merancang bangunan, dan penemuan arkeologi pondasi terpendam (Reynolds, 1997).

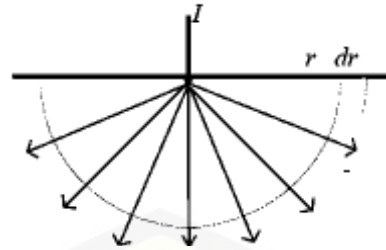
2.3.1 Konsep Umum Metode Geolistrik

Menurut Reynolds (1997), metode geolistrik adalah suatu metode dalam geofisika yang mempelajari sifat kelistrikan di dalam bumi dan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Pendeteksian ini meliputi pengukuran beda potensial dan kuat arus yang terjadi secara alamiah maupun akibat penginjeksian arus ke dalam bumi. Hukum yang mendasari metode ini adalah hukum Ohm. Penerapan hukum Ohm pada metode ini berlaku untuk arus listrik tunggal (homogen) di kedalaman tertentu pada permukaan bola berongga seperti pada Gambar 2.2:



Gambar 2.2 Penerapan hukum Ohm pada elektroda arus tunggal (homogen) (Reynolds, 1997)

Sedangkan penerapan Hukum Ohm untuk arus listrik tunggal di permukaan (medium tak berhingga setengah bola), akan menghasilkan besar arus I yang dapat dituliskan dalam persamaan 2.3. Namun, untuk sumber arus di permukaan homogen menghasilkan besar beda potensial V seperti pada Gambar 2.3,

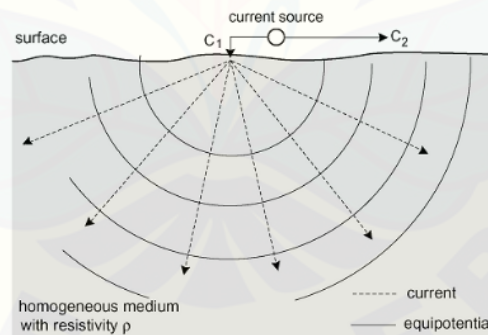


Gambar 2.3 Sumber arus di permukaan medium homogen (Reynolds, 1997)

2.3.2 Metode Geolistrik Resistivitas

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu dari metode geolistrik yang mempelajari tentang sifat resistivitas lapisan tanah yang ada dalam bumi. Pada metode geolistrik resistivitas, arus listrik diinjeksikan ke dalam permukaan bumi melalui dua buah elektroda arus. Kemudian pengukuran beda potensial dilakukan melalui dua buah elektroda potensial (Reynolds, 1997).

Arus di permukaan dengan menggunakan satu elektroda. Misalkan elektroda arus C_1 terletak pada suatu permukaan medium homogen, terhubung dengan elektroda arus C_2 yang terletak jauh tak terhingga sehingga pengaruh dari C_2 , dapat diabaikan seperti pada Gambar 2.4:



Gambar 2.4 Titik sumber arus di permukaan medium homogen (Telford *et al*, 1990)

Aliran arus yang keluar dari titik sumber membentuk medan potensial berbentuk setengah bola di bawah permukaan. Arus yang mengalir melewati permukaan tersebut adalah sebagai berikut.

$$I = 2\pi r^2 J = -\pi r^2 \sigma \frac{dV}{dr} = -2\pi \sigma A \quad (2.1)$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (2.2)$$

$$I = -2\pi \frac{1}{\rho} A \quad (2.3)$$

Untuk konstanta integrasi setengah bola, yaitu:

$$A = -\frac{\rho I}{2\pi} \quad (2.4)$$

Potensial V untuk satu elektroda:

$$V = \left(\frac{\rho I}{2\pi}\right) \frac{1}{r} \quad (2.5)$$

dan resistivitas yang terukur untuk satu elektroda adalah:

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I} \quad (2.6)$$

dimana: I = arus listrik (A)

J = rapat arus (A/m^2)

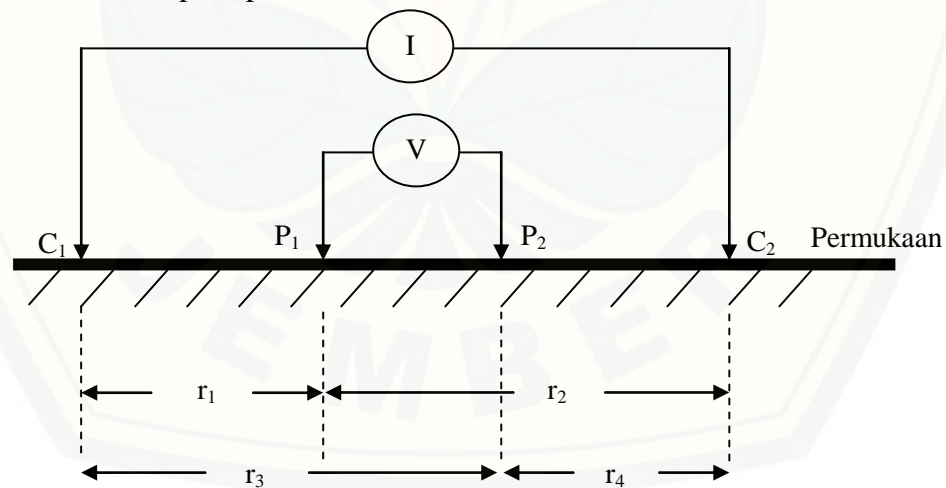
σ = konduktivitas ($1/\Omega m$)

V = potensial (V)

r = jari-jari (m)

ρ = resistivitas semu (Ωm)

Pengukuran potensial dengan menggunakan dua buah elektroda potensial dapat dilakukan seperti pada Gambar 2.5:



Gambar 2.5 Letak elektroda arus dan potensial di permukaan bumi (Telford *et al*, 1990)

Potensial pada titik P_1 yang disebabkan elektroda C_1 adalah:

$$V_1 = \left(\frac{\rho I}{2\pi}\right) \frac{1}{r_1} \quad (2.7)$$

Karena arus pada kedua elektroda sama besar tetapi berlawanan arah, maka potensial di titik P_1 oleh elektroda C_2 diperoleh:

$$V_2 = -\left(\frac{\rho I}{2\pi}\right)\frac{1}{r_2} \quad (2.8)$$

sehingga potensial total pada titik P_1 oleh C_1 dan C_2 dapat dituliskan sebagai:

$$V_{P_1} = V_1 + V_2 = \frac{\rho I}{2\pi}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \quad (2.9)$$

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

$$V_{P_2} = V_3 + V_4 = \frac{\rho I}{2\pi}\left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right) \quad (2.10)$$

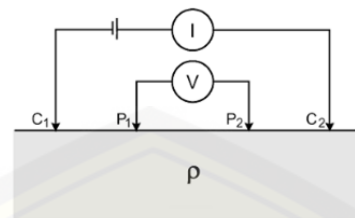
maka beda potensial yang diperoleh antara titik P_1 dan P_2 adalah:

$$\Delta V = V_{P_1} - V_{P_2} = \frac{\rho I}{2\pi}\left\{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right)\right\} \quad (2.11)$$

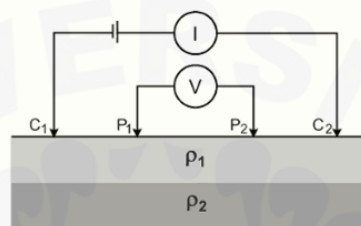
dimana C_1 dan C_2 merupakan elektroda arus, P_1 dan P_2 merupakan elektroda potensial, r_1 , r_2 , r_3 , dan r_4 merupakan jarak antar elektroda C dan P dalam meter seperti pada Gambar 2.2 (Telford *et al*, 1990).

Menurut Telford *et al* (1990), dari beda potensial yang terukur dapat ditentukan variabel resistivitas masing-masing lapisan batuan di bawah titik terukur. Dengan asumsi bahwa bumi sebagai obyek homogen isotropis, maka resistivitas yang terukur pada saat melakukan pengukuran geolistrik merupakan resistivitas sebenarnya dan tidak tergantung oleh spasi elektroda. Pada kenyataannya batuan bumi berlapis-lapis dengan nilai resistivitas yang berbeda-beda sehingga beda potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Homogenitas tiap lapisan, kandungan mineral logam, dan kandungan air merupakan faktor yang mempengaruhi nilai resistivitas. Menurut Reynolds (1997), nilai resistivitas yang terukur bukan nilai resistivitas untuk satu lapisan tetapi nilai resistivitas yang lebih dari satu lapisan yang disebut resistivitas semu. Resistivitas semu merupakan resistivitas dari suatu medium fiktif homogen yang ekuivalen dengan medium berlapis yang ditinjau (Telford *et al*, 1990). Sebagai contoh medium berlapis yang ditinjau misalnya terdiri dari dua lapis yang mempunyai resistivitas berbeda. Gambar 2.6 merupakan salah satu contoh dari

medium berlapis (*non-homogen*) dan medium homogen pada resistivitas medium bawah permukaan.



(a)



(b)

Gambar 2.6 (a) Resistivitas medium homogen dan (b) Resistivitas semu medium *non-homogen* sembarang (Telford *et al*, 1990)

Menurut Telford *et al* (1990), resistivitas semu pada Gambar 2.6 sering disebut juga sebagai resistivitas medium homogen ekuivalen. Artinya jika hasil pengukuran pada suatu medium *non-homogen* sembarang menghasilkan nilai resistivitas semu n maka hasil pengukuran yang sama akan diperoleh jika medium tersebut digantikan oleh suatu medium homogen sebesar n . Untuk menentukan nilai resistivitas semu dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\rho = \frac{2\pi\Delta V}{I} \frac{1}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}\right)} \quad (2.12)$$

$$\rho = \left(\frac{\Delta V}{I}\right) K \quad (2.13)$$

dimana

$$K = \frac{2}{\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4}\right)} \quad (2.14)$$

Keterangan: I = arus listrik (A)

V = potensial (V)

K = faktor geometri (m)

ρ = resistivitas semu (Ωm)

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

2.3.3 Nilai Resistivitas Batuan

Setiap batuan memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda. Menurut Wuryantoro (2007), resistivitas merupakan suatu parameter yang bergantung pada sifat-sifat material penghantar. Selain itu, resistivitas merupakan kemampuan pada suatu bahan untuk menghambat arus listrik. Resistivitas batuan adalah daya hambat dari batuan terhadap aliran listrik. Menurut Telford *et al* (1980), sebaran nilai resistivitas dari beberapa jenis batuan dan mineral yang berada di dalam bumi dapat ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai resistivitas batuan

Material	Resistivitas (Ωm)
Udara	0
Intrusi Air Laut	0,2 – 50
Air Tanah	0,5 – 150
Lempung	1 – 100
Pasir	1 – 1000
Andesit	$4,5 \times 10^4 - 1,7 \times 10^5$
Tembaga	1 – 1,7
Magnesium	4,2
Bijih Besi	0,1 – 25
Khrom	13,2
Aluvium	10 – 800
Mangan	44 – 600
Kerikil	100 – 600
Batu Pasir	200 – 8000
Gamping	$50 - (1 \times 10^7)$
Karbon	3000
Batuan Garam	$30 - (1 \times 10^{13})$
Kwarsa	$4 \times 10^{10} - 2 \times 10^{14}$

Sumber: Telford *et al*, (1990)

Sedangkan menurut Verhoef (1989), nilai sebaran resistivitas batuan dan material dapat ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Nilai resistivitas batuan dan material

Jenis Material	Resistivitas (Ωm)
Gambut dan Lempung	8 – 50
Lempung Pasiran dan Lapisan Kerikil	40 – 250
Pasir dan Kerikil Jenuh	40 – 100
Pasir dan Kerikil Kering	100 – 3000
Batu Lempeng, Nampal, dan Serpih	8 – 100
Batu Pasir dan Batu Kapur	100 – 4000

Sumber: Verhoef, (1989)

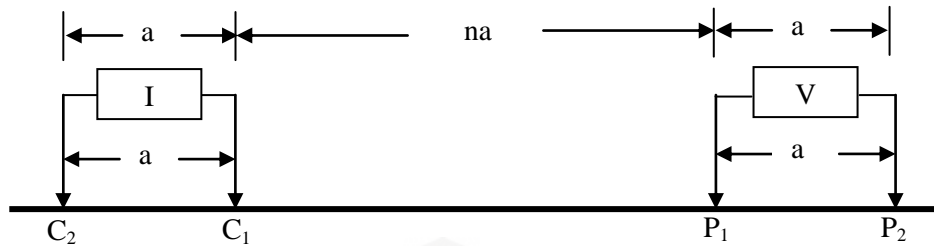
2.3.4 Konfigurasi Elektroda dalam Akuisisi Data Geolistrik Resistivitas

Dalam eksplorasi metode geolistrik terdapat berbagai jenis konfigurasi elektroda, seperti konfigurasi Schlumberger, konfigurasi Wenner, konfigurasi Wenner-Schlumberger, dan konfigurasi Dipole-Dipole. Dari berbagai jenis konfigurasi masing-masing memiliki faktor geometri (K) yang berbeda dan dari konfigurasi inilah yang menentukan hasil untuk interpretasi penentuan nilai resistivitas bawah permukaan.

a. Konfigurasi Dipole-Dipole

Metode geolistrik resistivitas konfigurasi Dipole-Dipole dapat diterapkan untuk tujuan mendapatkan gambaran bawah permukaan pada obyek yang penetrasinya relatif lebih dalam pada arah vertikal dan relatif baik dalam menggambarkan arah horizontal dibandingkan dengan metode *sounding* lainnya seperti konfigurasi Wenner dan konfigurasi Schlumberger. Metode ini sering digunakan dalam survei-survei resistivitas karena rendahnya efek elektromagnetik yang ditimbulkan antara sirkuit dan potensial (Loke, 2004).

Pada konfigurasi Dipole-Dipole pengukuran biasanya dimulai dengan spasi “a” antara elektroda arus C_2-C_1 dan juga P_1-P_2 . Sedangkan jarak antara elektroda arus C_2-C_1 dengan elektroda potensial P_1-P_2 sebesar “na” dengan n dimulai dari 1. Spasi dari konfigurasi Dipole-Dipole dapat dilihat pada Gambar 2.7:



Gambar 2.7 Model pengukuran Dipole-Dipole 2D (Loke, 2004)

Faktor geometri untuk konfigurasi Dipole-Dipole adalah:

$$K = 2\pi \left(\frac{1}{na} - \frac{1}{na+a} - \frac{1}{na+a} + \frac{1}{2a+na} \right)^{-1} \quad (2.15)$$

$$K = \pi a n(n+1)(n+2) \quad (2.16)$$

sehingga resistivitas semu yang diperoleh dari konfigurasi Dipole-Dipole adalah:

$$\rho = \pi a n(n+1)(n+2) \left(\frac{\Delta V}{I} \right) \quad (2.17)$$

dimana:

n : Level (tingkatan)

ρ : Resistivitas Semu (Ωm)

K : Faktor Geometri (m)

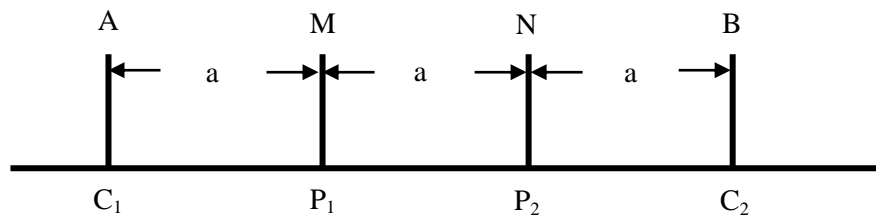
ΔV : Beda Potensial (V)

a : Spasi (m)

I : Arus Listrik (A)

b. Konfigurasi Wenner

Menurut Parasnis (1997), metode ini diperkenalkan oleh Wenner pada tahun 1915. Konfigurasi Wenner merupakan salah satu konfigurasi yang sering digunakan dalam eksplorasi geolistrik dengan susunan jarak spasi sama panjang ($r_1 = r_4 = a$ dan $r_2 = r_3 = 2a$). Jarak antara elektroda arus adalah tiga kali jarak elektroda potensial, jarak potensial dengan titik *sounding*-nya adalah $a/2$, maka jarak masing-masing elektroda arus dengan titik *sounding*-nya adalah $3a/2$. Target kedalaman yang mampu dicapai pada metode ini adalah $a/2$. Dalam akuisisi data lapangan susunan elektroda arus dan elektroda potensial diletakkan simetri dengan titik *sounding*. Pada konfigurasi Wenner jarak antara elektroda arus dan elektroda potensial adalah sama. Seperti yang tertera pada Gambar 2.8:



Gambar 2.8 Elektroda arus dan potensial pada lintasan dengan konfigurasi Wenner (Telford *et al*, 1990)

Dari Gambar 2.8 terlihat bahwa jarak $AM = NB = a$ dan jarak $AN = MB = 2a$, dengan faktor geometri K :

$$K = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{a} - \frac{1}{2a}\right) - \left(\frac{1}{2a} - \frac{1}{a}\right)\right]} \quad (2.18)$$

sehingga resistivitas semu untuk konfigurasi Wenner adalah:

$$\rho = K \cdot R \quad (2.19)$$

Keterangan:

$A = B = C_1 = C_2$: elektroda arus

$M = N = P_1 = P_2$: elektroda potensial

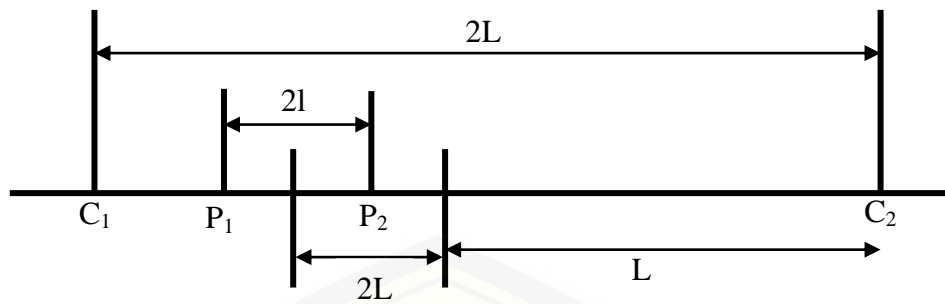
a : jarak antar elektroda (m)

K : faktor geometri (m)

ρ : resistivitas semu (Ωm)

c. Konfigurasi Schlumberger

Menurut Roy (2008), konfigurasi Schlumberger pertama kali diperkenalkan oleh Conrad Schlumberger. Aturan dari konfigurasi ini adalah jarak elektroda potensial P_1 dan P_2 dibuat tetap sedangkan jarak elektroda arus C_1 dan C_2 yang diubah-ubah. Tetapi karena keterbatasan kepekaan alat ukur, maka ketika jarak C_1 dan C_2 sudah relatif besar maka jarak P_1 dan P_2 hendaknya dirubah. Perubahan jarak MN hendaknya tidak lebih besar dari $1/5$ jarak AB seperti pada Gambar 2.9.

Gambar 2.9 Konfigurasi Schlumberger (Telford *et al*, 1990)

dengan

$$r_1 = (L - x) - l$$

$$r_2 = (L + x) + l$$

$$r_3 = (L - x) + l$$

$$r_4 = (L + x) - l$$

Substitusikan komponen-komponen r tersebut ke dalam persamaan 2.12

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

Kemudian diperoleh

$$\rho = \frac{2\pi\Delta V}{I} \left[\left(\frac{1}{(L-x)-l} - \frac{1}{(L+x)+l} \right) - \left(\frac{1}{(L-x)+l} - \frac{1}{(L+x)-l} \right) \right]^{-1} \quad (2.20)$$

$$\rho = \frac{\pi(L^2 - x^2)^2}{2l(L^2 + x^2)} \left(\frac{\Delta V}{I} \right) \quad (2.21)$$

$$\rho = \frac{\pi L^2}{2l} \left(\frac{\Delta V}{I} \right) \quad (2.22)$$

Simbol alternatif untuk konfigurasi Schlumberger yang sering digunakan pada literatur lain untuk masing-masing elektroda adalah memakai simbol A, B (elektroda arus) dan M, N (elektroda potensial). Dapat juga dituliskan C_1, C_2 (elektroda arus) dan P_1, P_2 (elektroda potensial) dengan $L = \frac{1}{2} AB$ dan $l = \frac{1}{2} MN$ (Telford *et al*, 1990).

Secara umum faktor geometri untuk konfigurasi Schlumberger adalah:

$$K = \pi \frac{AB^2 - MN^2}{4MN} \quad (2.23)$$

dengan: ρ = resistivitas semu (Ωm)

ΔV = potensial yang terukur antara elektroda P_1 dan P_2 (V)

I = arus listrik yang mengalir ke tanah melalui elektroda C_1 dan C_2
(A)

K = faktor geometri konfigurasi elektroda

Menurut Reynolds (1997), salah satu metode yang digunakan dalam konfigurasi Schlumberger adalah metode *Vertical Electrical Sounding* (VES) dapat digunakan dalam dengan kedalaman yang dicapai cukup besar dan hanya dengan menambah jarak bentangan elektroda arus. Selama ini pemodelan data VES lebih didominasi oleh pemodelan 1D. VES 1D atau biasa dikenal dengan *sounding* 1D yang resolusinyahanya bersifat vertikal. Teknik ini digunakan untuk mengetahui distribusi harga resistivitas kearah vertikal bawah permukaan dibawah titik *sounding*.

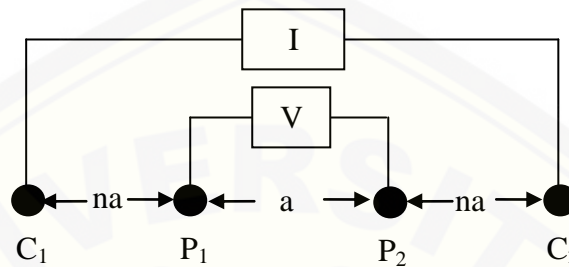
Menurut Tearpock dan Bischke (1991), pengukuran metode VES 1D adalah dengan memasang elektroda arus dan potensial yang diletakkan dalam satu garis lurus dengan spasi tertentu. Kemudian spasi elektroda ini diperbesar secara bertahap. Selanjutnya, memplot harga resistivitas semu hasil pengukuran versus spasi elektroda pada grafik log-log. Hal tersebut berguna untuk menentukan letak dan posisi kedalaman benda anomali di bawah permukaan.

d. Konfigurasi Wenner-Schlumberger

Konfigurasi Wenner-Schlumberger merupakan gabungan antara konfigurasi Wenner dan konfigurasi Schlumberger. Konfigurasi Wenner-Schlumberger mendasarkan pengukuran kepada kontinuitas pengukuran dalam satu penampang dan hasilnya suatu penampang semu (*pseudosection*). Salah satunya dengan menggunakan metode resistivitas 2D *mapping*. *Mapping* atau *traversing* merupakan pengukuran perubahan resistivitas bawah permukaan secara lateral (horisontal). *Mapping* ini dapat dilakukan dengan cara berpindah titik pengukuran, namun mempertahankan jarak antar elektroda arus dan potensial. Pengukuran metode ini dilakukan dengan membuat variasi posisi elektroda arus (C_1 , C_2) dan elektroda potensial (P_1 , P_2) (Telford *et al*, 1997).

Menurut Tearpock dan Bischke (1991), konfigurasi Wenner-Schlumberger adalah konfigurasi dengan sistem aturan spasi yang konstan dengan catatan faktor

“ n ” untuk konfigurasi ini adalah perbandingan jarak antara elektroda C_1 - P_1 atau C_2 - P_2 dengan spasi antara P_1 - P_2 seperti pada Gambar 2.7. Jika jarak antar elektroda potensial (P_1 dan P_2) adalah a maka jarak antar elektroda arus (C_1 dan C_2) adalah $2na + a$. Proses penentuan resistivitas menggunakan 4 buah elektroda yang diletakkan dalam sebuah garis lurus seperti pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Pengaturan elektroda konfigurasi Wenner-Schlumberger (Loke, 2004)

Perhitungan resistivitas semu pada konfigurasi Wenner-Schlumberger dapat ditentukan menggunakan persamaan:

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.24)$$

$$K = \left[\left(\frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{P_1 C_2} \right) - \left(\frac{1}{C_1 P_2} - \frac{1}{C_2 P_2} \right) \right]^{-1} \quad (2.25)$$

dengan persamaan 2.22, K dapat dihitung dengan:

$$K = \pi n(n + 1)a \quad (2.26)$$

dengan K adalah faktor geometri dari konfigurasi elektroda yang digunakan di lapangan. Rumus K diatas merupakan rumus dari faktor geometri konfigurasi Wenner-Schlumberger (Loke, 2004).

2.4 Software Res2Dinv

Res2Dinv adalah *software* komputer yang secara otomatis dapat menggambar atau membuat model 2D bawah permukaan dari data survei geolistrik. *Software* ini bekerja dalam *platform windows system* dan menggunakan teknik *invers modelling* dari data resistivitas semu hasil pengukuran untuk mendapatkan hasil inversinya. *Software Res2Dinv* ini menyediakan pilihan menggunakan teknik *non-linier finite different forward modelling* dan *finite element forward modelling*.

Selain itu, *Software Res2Dinv* ini juga *support* terhadap konfigurasi elektroda Wenner, Pole-pole, Dipole-dipole, dan Wenner-Schlumberger (Loke, 2004).

Menurut Rahmi (2005), tahap-tahap penggunaan *Software Res2Dinv* untuk memproses data geolistrik adalah sebagai berikut:

1. Data hasil penelitian berupa arus, tegangan, dan spasi antar elektroda diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel* untuk menentukan faktor geometri dan nilai resistivitas semu.
2. Data input *Software Res2Dinv* diletakkan pada *text editor (notepad)* dengan format input sebagai berikut:

Line 1 Nama File

Line 2 Spasi elektroda terpendek

Line 3 Kode konfigurasi yang dipakai (Wenner = 1, Pole-pole = 2, Dipole-dipole = 3, Pole-dipole = 6, Wenner-Schlumberger = 7)

Line 4 Jumlah total titik datum

Line 5 Tipe dari lokasi x untuk datum *point* (memasukkan bila datum pertama berada pada elektroda pertama, 1 jika datum pertama berada di tengah-tengah elektroda)

Line 6 Memasukkan nilai 0 untuk data resistivitas

Line 7 Memasukkan nilai datum, spasi elektroda, nilai n, dan nilai resistivitas semu untuk konfigurasi Wenner-Schlumberger

Line 8 Akhiri input data dengan nilai 0 sebanyak 7 baris ke bawah

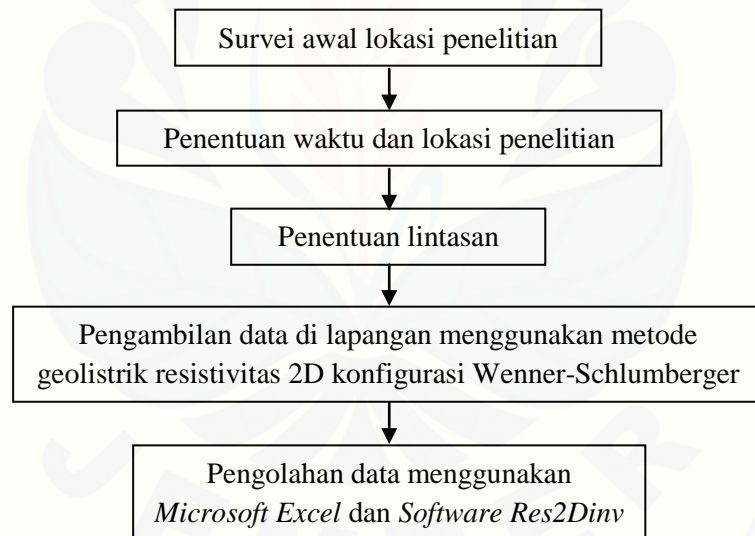
3. File *notepad* disimpan dengan ekstensi file *.dat*
4. *Software Res2Dinv* dibuka dan klik menu *File* pilih *Read data file* lalu pilih file yang telah tersimpan tadi dengan ekstensi file *.dat*
5. Muncul perintah data telah siap dibaca lalu klik ok
6. Klik Menu *Inversion* lalu pilih *Choose logarithm of apparent resistivity* kemudian muncul perintah untuk memilih *Use apparent resistivity* lalu klik ok
7. Klik Menu *Inversion* lalu pilih *Least-squares inversion*
8. Menunggu beberapa detik data akan memunculkan penampang 2D resistivitas semu bawah permukaan yang telah diinginkan.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian adalah cara penyajian dengan suatu penelitian, disebut juga sebagai tahapan-tahapan sistematis dalam melakukan penelitian. Dalam hal ini terdapat rancangan penelitian, jenis dan sumber data penelitian, variabel penelitian, kerangka pemecahan masalah, teknik penyajian data, dan interpretasi dan analisis data.

3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian merupakan rencana menyeluruh dari penelitian mencakup tahapan-tahapan yang akan dilakukan oleh peneliti. Secara garis besar, skema dari rancangan kegiatan penelitian ditampilkan dalam bentuk diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3.1:



Gambar 3.1 Diagram Alir Rancangan Kegiatan Penelitian

1.) Survei Awal Lokasi Penelitian

Survei awal lokasi penelitian dilakukan untuk mencari informasi awal mengenai obyek penelitian dan kondisi lingkungan sekitar. Kelima lokasi yang disurvei berada di Fakultas MIPA, Fakultas Teknik, Rusunawi, Fakultas Keperawatan, dan Rusunawa. Survei lokasi penelitian dilakukan sebelum melakukan pengambilan data dengan pengamatan tentang kondisi lokasi

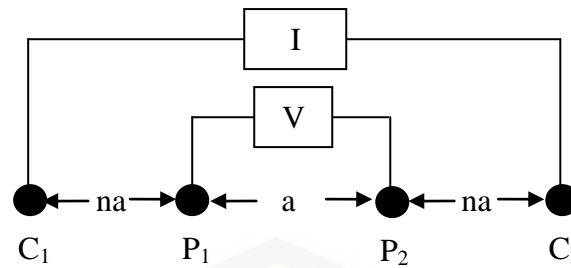
penelitian dan indikator yang akan diteliti. Pada tahap ini, kondisi lokasi penelitian yang dipilih adalah kontur tanah yang tidak terlalu keras di tiap lintasan. Indikator yang diteliti pada kelima lokasi tersebut yaitu mengenai ketersediaan air tanah sesuai pola aliran air tanah pada kedalaman tertentu. Survei awal lokasi penelitian dilakukan untuk mengetahui kondisi tanah dan kedalaman muka air tanah pada sumur. Hasil yang didapat dari survei kelima lokasi tersebut pada 26-27 Februari 2019 adalah kedalaman muka air tanah pada sumur. Kedalaman muka air tanah pada sumur di Fakultas MIPA 6 m, di Fakultas Teknik 7,9 m, di Rusunawi 5,7 m, di Fakultas Keperawatan 7,6 m, dan di Rusunawa 7,1 m. Kedalaman muka air tanah pada sumur dan ketersediaan lahan yang ada dapat digunakan dalam menentukan panjang lintasan yang dibuat dalam penelitian ini.

2.) Penentuan Waktu dan Lokasi Penelitian

Setelah diperoleh permasalahan dan mempelajari literatur mengenai kondisi lokasi penelitian, air tanah, dan metode geolistrik maka lokasi penelitian dapat ditentukan untuk pelaksanaan penelitian ini. Lokasi penelitian yang dipilih berdasarkan indikator yang akan diteliti dan sesuai dengan kriteria berada Fakultas MIPA, Fakultas Teknik, Rusunawi, Fakultas Keperawatan, dan Rusunawa. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni dan September 2019. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 27-29 Juni 2019 dan 21-22 September 2019 yang merupakan puncak musim kemarau.

3.) Penentuan Lintasan

Penentuan lintasan di masing-masing lokasi penelitian dilakukan dengan cara mengambil 1 lintasan sepanjang 40 m di lokasi 1, Fakultas MIPA dan 60 m untuk keempat lokasi lainnya (Fakultas Teknik, Fakultas Keperawatan, Rusunawa, dan Rusunawi). Pengambilan lintasan dilakukan di dekat sumur yang sudah ada dengan harapan bisa memetakan daerah yang memang terindikasi adanya potensi air tanah dan mengetahui kedalaman air tanah yang memungkinkan. Hasil ini nantinya diharapkan dapat menjadi acuan untuk memetakan di lokasi lain yang memungkinkan. Teknik pengambilan data menggunakan geolistrik resistivitas 2D dengan konfigurasi Wenner-Schlumberger dapat digambarkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Teknik pengambilan data menggunakan konfigurasi Wenner-Schlumberger (Mutowal, 2008)

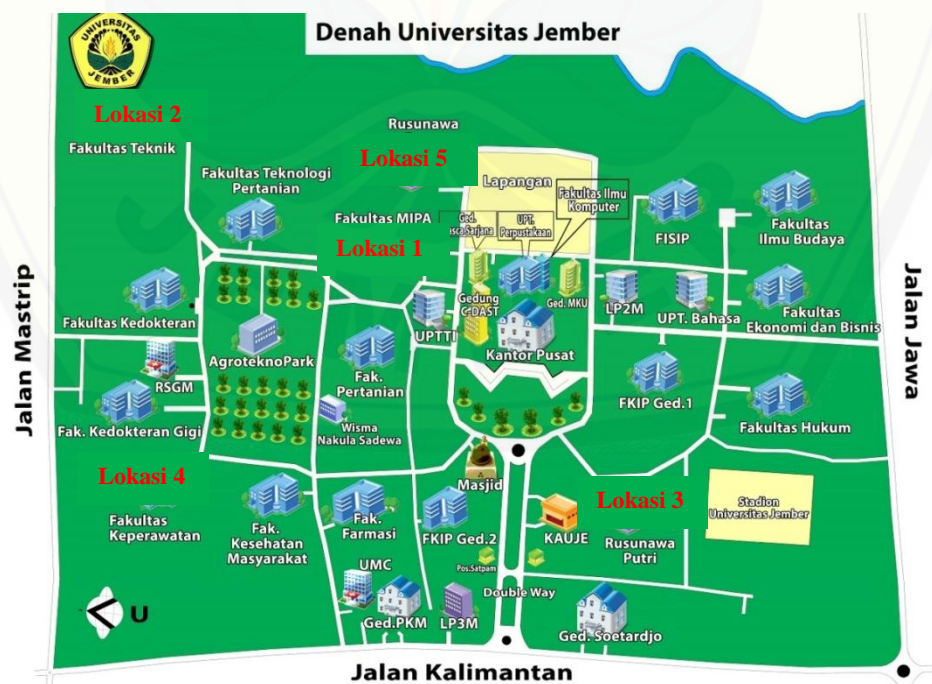
dimana:

C_1 dan C_2 : elektroda arus (A)

P_1 dan P_2 : elektroda tegangan (V)

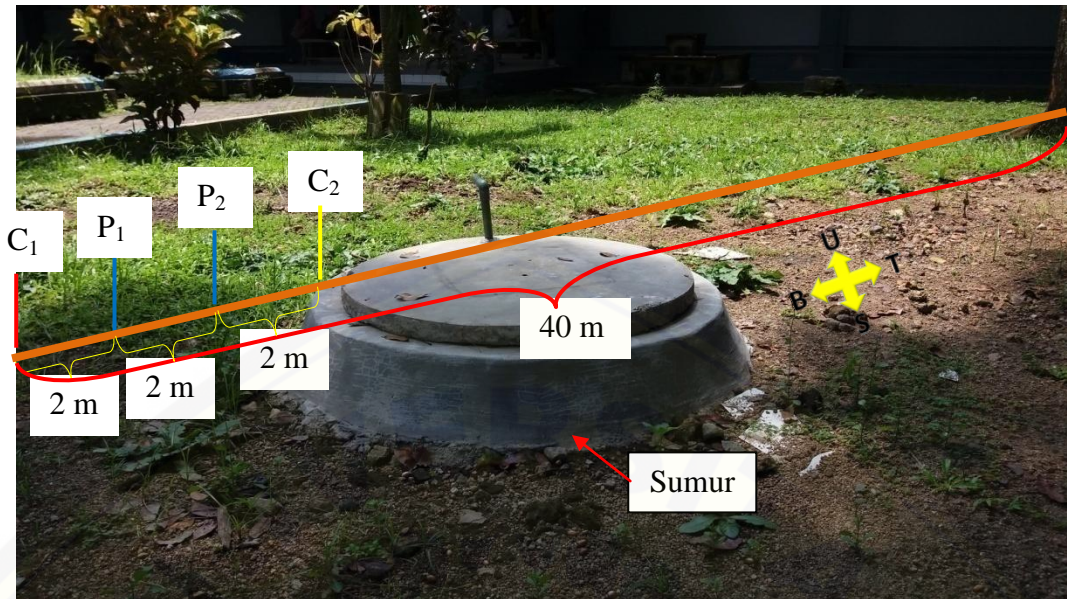
a : jarak antar elektroda (m)

Lokasi 1 penelitian ini berada di Fakultas MIPA yang bersebelahan dengan lokasi 5 Rusunawa. Sedangkan lokasi 2 Fakultas Teknik bersebelahan dengan Fakultas Teknologi Pertanian dan lokasi 4 berada di Fakultas Keperawatan yang bersebelahan dengan Fakultas Kedokteran Gigi. Lokasi 3 Rusunawi bersebelahan dengan gedung KAUJE. Denah lokasi dari kelima lokasi penelitian tersebut dapat digambarkan pada Gambar 3.3,

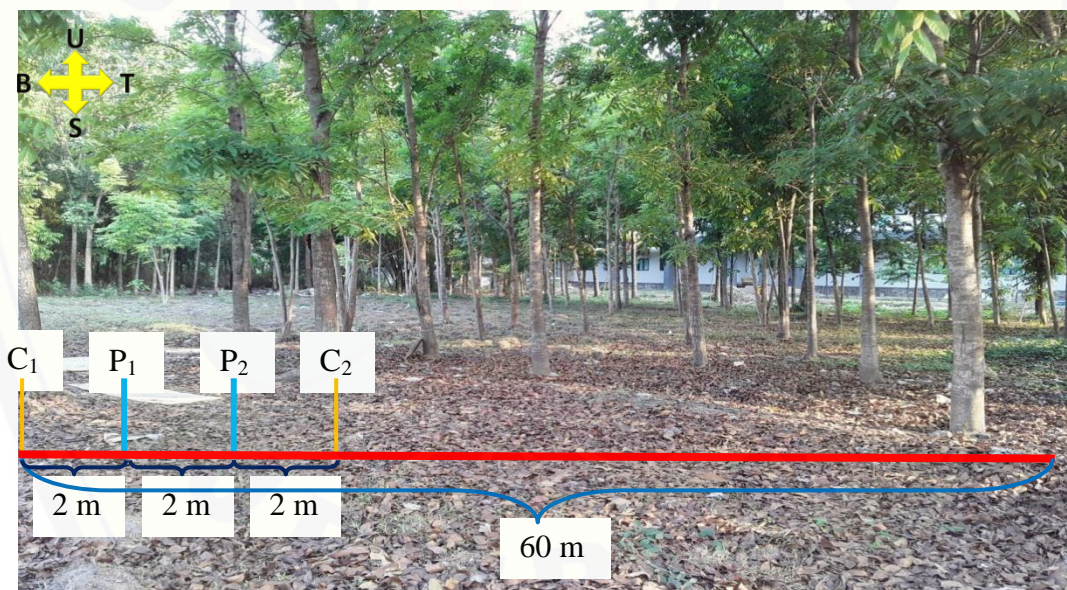


Gambar 3.3 Denah lokasi penelitian (Anonim b, 2018)

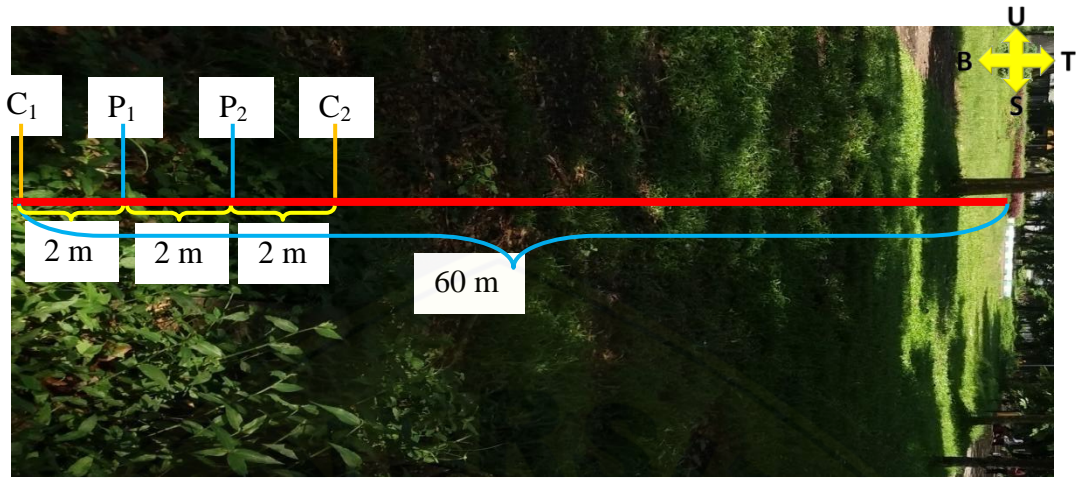
Gambar 3.4-Gambar 3.8 merupakan sketsa lintasan pengambilan data dimasing-masing lokasi. Terdapat 1 lintasan dalam pengambilan data di setiap lokasi penelitian. Panjang lintasan lokasi 1 (Fakultas MIPA) 40 m sedangkan keempat lokasi lainnya (Fakultas Teknik, Fakultas Keperawatan, Rusunawa, dan Rusunawi) 60 m. Lintasan diambil di sekitar (1-3) m dari sumur yang memiliki kedalaman bervariasi dari (5,7-7,9) m, tetapi untuk lintasan di lokasi 3 dan 5 (Rusunawa dan Rusunawi) dibuat relatif jauh dari lokasi sumur (7 m) karena keterbatasan lahan yang ada. Spasi elektroda yang digunakan 2 m dengan nilai $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6,$ dan 7 untuk lintasan lokasi 1 (Fakultas MIPA) sedangkan dengan nilai $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,$ dan 9 untuk lintasan di keempat lokasi lainnya (Fakultas Teknik, Keperawatan, Rusunawa, dan Rusunawi). Pergerakan elektroda untuk $n = 1$ berdasarkan konfigurasi Wenner-Schlumberger sebagai berikut: elektroda potensial (P_1 dan P_2) ditanam diantara elektroda arus (C_1 dan C_2) dengan spasi antar elektroda yang sama 2 m. Elektroda arus (C_1) berada di titik awal (0 m), elektroda potensial (P_1) di 2 m, elektroda potensial (P_2) di 4 m, dan elektroda arus (C_2) di 6 m dari titik awal. Kemudian untuk $n = 2$, elektroda dipindah ke titik selanjutnya maka spasinya menjadi 6 m dan perpindahan elektrodanya sama halnya dengan langkah sebelumnya hingga $n = 7$ untuk lokasi 1 (Fakultas MIPA) dan $n = 9$ untuk keempat lokasi lainnya (Fakultas Teknik, Keperawatan, Rusunawa, dan Rusunawi). Berdasarkan spasi elektroda dan nilai n , jangkauan kedalaman yang didapat masing-masing lokasi < 10 m.



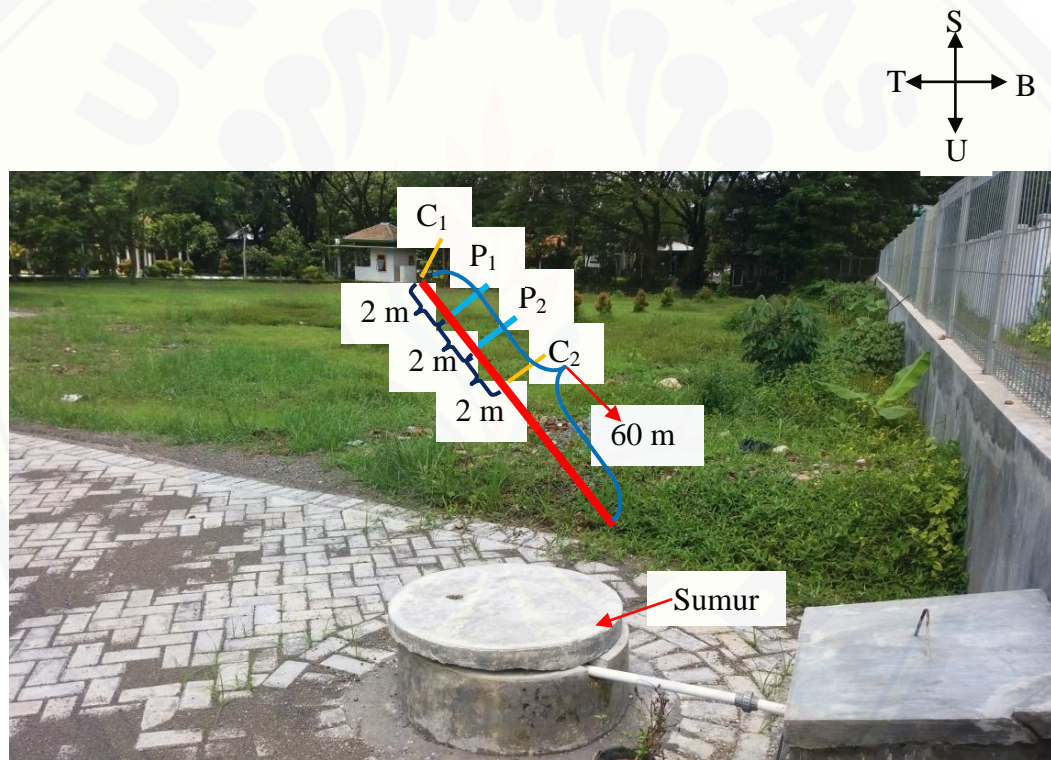
Gambar 3.4 Sketsa lintasan pengambilan data di lokasi 1, Fakultas MIPA



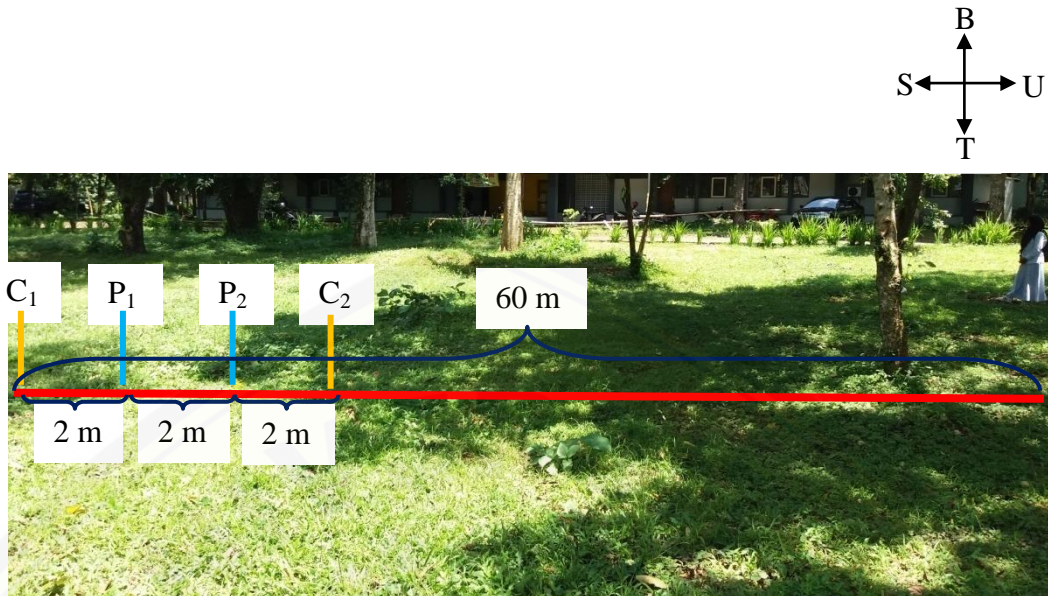
Gambar 3.5 Sketsa lintasan pengambilan data di lokasi 2, Fakultas Teknik



Gambar 3.6 Sketsa lintasan pengambilan data di lokasi 3, Rusunawi



Gambar 3.7 Sketsa lintasan pengambilan data di lokasi 4, Fakultas Keperawatan



Gambar 3.8 Sketsa lintasan pengambilan data di lokasi 5, Rusunawa

4.) Pengambilan Data di Lapangan

Teknik pengambilan data dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode geolistrik resistivitas 2D dengan konfigurasi Wenner-Schlumberger. Metode tersebut dipilih karena kemampuannya untuk mendeteksi adanya *non-homogenitas* lapisan batuan pada permukaan dengan membandingkan nilai resistivitas semu saat terjadi perubahan pada jarak elektroda $P_1P_2/2$. Berikut langkah kerja yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Sebelum pengambilan data alat dan bahan yang dibutuhkan dipersiapkan dan dipastikan alat yang digunakan bekerja dengan baik. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: GPS, resistivimeter, meteran, elektroda, kabel, alat tulis, dan komputer.
- b. GPS digunakan untuk menentukan titik koordinat pada lokasi penelitian.
- c. Elektroda ditanam pada titik lintasan yang telah ditentukan memenuhi aturan konfigurasi Wenner-Schlumberger.
- d. Keluaran yang tercantum di resistivimeter dicatat sebagai beda potensial dan arus di tiap titik lintasan pengukuran.

5.) Pengolahan Data

Pengolahan data yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan *Microsoft Excel* dan *Software Res2Dinv* yang sesuai dengan metode geolistrik resistivitas 2D konfigurasi Wenner-Schlumberger. Data penelitian yang diperoleh sebelumnya berupa data arus dan potensial yang didapat saat melakukan pengukuran. Namun, data tersebut diolah terlebih dahulu di dalam *Microsoft Excel 2007* untuk mendapatkan data *rho apparent* guna mempermudah pengolahan data selanjutnya terkait besaran-besaran yang akan didapat dan diinterpretasikan dalam *Software Res2Dinv*.

3.2 Jenis dan Sumber Data Penelitian

Penelitian yang dilakukan bersifat kuantitatif, dimana data yang diperoleh dapat diukur dan dihitung secara langsung yang kemudian dinyatakan dalam bentuk angka-angka. Data yang diperoleh berupa nilai arus listrik, beda potensial, resistivitas, spasi elektroda, faktor geometri (K), dan sebaran resistivitas. Data yang diambil berupa angka kuantitatif yang dapat diukur dan memiliki besaran dengan satuan tertentu. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa variasi data primer yang langsung diukur oleh peneliti tanpa literatur lain.

3.3 Variabel Penelitian

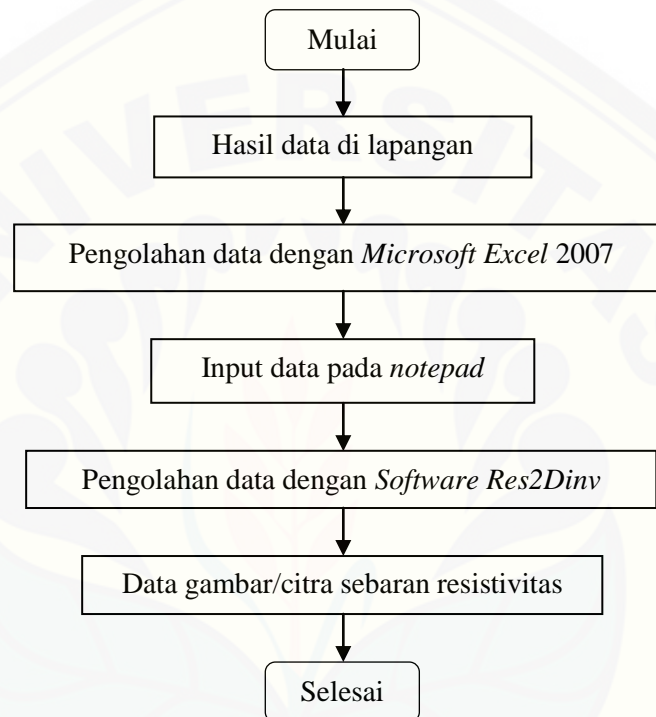
Penelitian ini adalah penelitian dengan skala lapang. Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- 1) Panjang lintasan merupakan lintasan yang akan diukur nilai resistivitasnya dengan panjang 40 m di lokasi 1, Fakultas MIPA dan 60 m di keempat lokasi lainnya (Fakultas Teknik, Keperawatan, Rusunawa, dan Rusunawi).
- 2) Konfigurasi elektroda, merupakan aturan spasi antar elektroda. Pada penelitian ini konfigurasi yang digunakan adalah Wenner-Schlumberger dengan spasi antar elektroda 2 m.
- 4) Arus listrik (I) adalah arus listrik yang diinjeksikan pada elektroda arus.
- 5) Beda potensial (ΔV) merupakan tegangan yang tertangkap oleh elektroda potensial akibat pemberian arus listrik.

- 6) Sebaran resistivitas (Ωm)
- 7) Kedalaman sumur di lokasi penelitian
- 8) Ada tidaknya potensi air tanah

3.4 Kerangka Pemecahan Masalah

Kerangka pemecahan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah.



Gambar 3.9 Diagram alir kerangka pemecahan masalah

63.5 Teknik Penyajian Data

Data yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah data resistivitas (ρ) bawah permukaan yang ditampilkan dengan citra sebaran resistivitas berupa penampang horisontal sebagai panjang lintasan dan vertikal sebagai kedalaman. Nilai resistivitas diwakili oleh degradasi warna dimana setiap warna memiliki resistivitas yang berbeda-beda.

3.6 Interpretasi dan Analisis Data

Interpretasi data yang digunakan adalah interpretasi kuantitatif yaitu suatu cara pendugaan terhadap potensi air tanah berdasarkan citra sebaran resistivitas yang diperoleh kemudian disesuaikan dengan nilai resistivitas batuan pada Tabel 2.2, peta geologi (Gambar 2.1), hasil penelitian dari Rivera (2012), dan Buwana (2019). Pendugaan lokasi adanya potensi air tanah yang terkandung di sekitar lima lokasi penelitian (Fakultas MIPA, Fakultas Teknik, Rusunawi, Fakultas Keperawatan, dan Rusunawa) apabila didapat nilai resistivitas air tanah (0,5-23,24) Ωm dengan kedalaman < 10 m. Sedangkan untuk nilai resistivitas lempung (23,24-100) Ωm , kerikil (100-600) Ωm , dan batu pasir (600-3000) Ωm . Selain itu, pada jangkauan kedalaman yang berbeda-beda nilainya, dapat ditemukan adanya lapisan batuan kerikil, lempung, dan atau pun pasir yang dapat menampung dan melewati air tanah diantara air permukaan dan lapisan kedap air (*impermeable*).

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Struktur bawah permukaan tanah dari kelima lokasi penelitian di lingkungan Universitas Jember memiliki berbagai jenis material. Jenis material di tiap lintasan pada tiap lapisannya berbeda-beda. Jenis material tersebut berupa lempung, kerikil, pasir, dan air tanah. Struktur bawah permukaan tanah tersebut sangat mempengaruhi ada tidaknya potensi air tanah. Kaitannya dengan potensi air tanah di semua lokasi penelitian tersebut juga memperhatikan kondisi lingkungan yang ada disekitarnya.
2. Kedalaman lapisan air tanah dari kelima lokasi penelitian di lingkungan Universitas Jember berada di kedalaman (6-8) m.

5.2 Saran

Penelitian mengenai dugaan adanya potensi air tanah telah dilakukan dan telah diketahui letak keberadaannya. Di beberapa lokasi penelitian ditemukan adanya potensi air tanah permukaan tetapi belum dapat disimpulkan sebagai lapisan air tanah karena belum ada informasi mengenai jenis lapisan dibawahnya. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dapat memperpanjang lintasan agar dapat lebih dalam lagi mengidentifikasi lapisan yang ada di permukaan tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim a. 2018. <http://www.si.bapsi.unej.ac.id/kepegawaian/> [diakses pada 29 Januari 2019 pukul 12.30 WIB]
- Anonim b. 2018. http://www.unej.ac.id/en/unduhandena_unej [diakses pada 15 Maret 2019 pukul 08.20 WIB]
- Anshori, M. 2011. Pemetaan Akuifer Air Tanah dengan Metode Geolistrik Resistivitas. *Skripsi*. Padang: Universitas Andalas.
- Arundina, K., Reinhart, A., G., Prasetya, S., dan Ciptani. 2014. *Pemetaan Air Tanah Untuk Analisis Cadangan dan Pola Persebaran Aliran di Kelurahan Tanjung, Kecamatan Muntok, Kabupaten Bangka Barat, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Aulia, F. S. 2017. Identifikasi Keberadaan Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi *Schlumberger* di Daerah Pandawa, Jorong Tarok, Kecamatan Kayu Tanam. *Skripsi*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Bahar, H. 2012. Metode Geolistrik untuk Mengetahui Potensi Air Tanah di Daerah Beji Kabupaten Pasuruan Jawa Timur. *Skripsi*. Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS).
- Buwana, B. 2019. Identifikasi Sebaran Akuifer dengan Metode Geolistrik Resistivitas 1D Konfigurasi Schlumberger di Lingkungan FMIPA Universitas Jember. *Skripsi*. Jember: Fakultas MIPA Universitas Jember.
- Dallas, V. 2016. Pendugaan Potensi Air Tanah dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Fakultas Teknik dan Gedung Soetardjo Universitas Jember. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Halik, G., dan Jojok, W. 2008. Pendugaan Potensi Air Tanah dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Fakultas Teknik Universitas Jember. *Media Teknik Sipil*. 8(2) : 109-114.
- Hariani, S. A. 2015. Peran Serta Masyarakat dan Pemerintah dalam Upaya Konservasi Gumuk di Kabupaten Jember. *Jurnal MIPA dan Pendidikan MIPA*. 14(2): 4-10.
- Kinanti, F., Supriyanto, dan Haryono, A. 2011. Interpretasi Pola Sebaran Air Tanah dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner di Perumahan Tepian Kelurahan Sempaja Selatan, Samarinda. *Jurnal Teknik Geofisika* 7(2) 12-19.

- Loke, M. H. 2004. *Electrical Imaging Surveys for Environmental and Engineering Studies: A practical guide to 2-D and 3-D Surveys*. Malaysia: Penang.
- Mutowal, W. 2008. Penentuan Sebaran Akuifer dan Pola Aliran Air Tanah dengan Metode Resistivitas (*Resistivity Method*) di Desa Cisalak, Kecamatan Sukmajaya, Kota Depok, Provinsi Jawa Barat. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Parasnis, D. S. 1997. *Principles of Applied Geophysics Fifth Edition*. United Kingdom: Chapman & Hall.
- Patria, A. Y. 2015. Pendugaan Persebaran Air Bawah Permukaan dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Desa Tanggunharjo, Kabupaten Grobogan. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Rahmi, P. A. 2005. Citra Bawah Permukaan: Pengaruh Jenis dan Kedalaman Obyek terhadap Distribusi Resistivitas. *Skripsi*. Jember: Universitas Jember.
- Ramanujam, N., Maniruzzaman, S., Champoil, V., dan Ojha, C. 2018. Identification of Groundwater in Hard Rock Terrain Using 2D Electrical Resistivity Tomography Imaging Technique: Securing Water Scarcity at the Time of Seasonal Rainfall Failure, South Andaman. *International Journal of Geosciences* 9(3): 59-70.
- Reynolds, J. M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. England: John Willey and Sons Inc.
- Rivera, G. C. 2012. Pendugaan Potensi Akuifer dengan Metode Geolistrik Resistivitas 2D Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Lingkungan Fakultas MIPA Universitas Jember. *Skripsi*. Jember: FMIPA Universitas Jember.
- Rosyidah, E. dan Wirosodarmo, R. 2013. Pengaruh Sifat Fisik Tanah Pada Konduktivitas Hidrolik Jenuh di 5 Penggunaan Lahan (Studi Kasus di Kelurahan Sumbersari Malang). *AGRITECH* 33(3): 340-345.
- Roy, K. K. 2008. *Potential Theory in Applied Geophysics*. New York: Springer Berlin Heidelberg.
- Sapei, T., A. H., Suganda, K. A. S., Astadiredja, dan Suharsono. 1992. *Peta Geologi Bersistem Indonesia*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Sudiyono, A. 2012. *Potensi dan Peluang Investasi Kabupaten Jember*. Jember: Dinas Perindustrian dan Perdagangan.

- Sujatmiko, E. 2016. *Peta Geologi Jember*. Diakses dari <https://www.scribd.com/document/319862999/Peta-Geologi-Jember> pada tanggal 7 Maret 2019
- Suparno, M., dan Marlina, E. 2005. *Perencanaan dan Pengembangan Perumahan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Surya, A. S. 2017. Pendugaan Potensi Air Tanah Menggunakan Alat Geolistrik di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Gedung Satu Universitas Jember. *Skripsi*. Jember: Fakultas Teknik Universitas Jember.
- Tearpock, D. J. dan Bischke, R. E. 1991. *Applied Subsurface Geological Mapping*. New Jersey: Prentice Hall PTR.
- Telford, W. M., Sherif, R. E., dan Geldart, L. P. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. New York: Cambridge University.
- Todd, D. K. 1980. *Groundwater Hydrology*. 2nd ed. New York: John Willey dan Sons. Inc.
- Trisno, R. L., Ayu, N. D., dan Asih, R. A. 2015. Pemetaan Geologi Teknik Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor (Studi Kasus di Kecamatan Kaliwates dan Sumbersari Kabupaten Jember). *Jurnal Seminar Nasional Fisika* 2(1): 4-6
- Usman, B., Manrulu, R. H., Nurfalaq, A., dan Rohayu, E. 2017. Identifikasi Akuifer Air Tanah Kota Palopo menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger. *Jurnal Fisika FLUX*. 14(2) : 67-70.
- Utomo, W. H. 1985. *Dasar-Dasar Fisika Tanah*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Verhoef. 1989. *Geologi untuk Teknik Sipil*. Jakarta: Erlangga.
- Widodo, A. 2011. *Peranan Geokimia terhadap Stabilitas Lereng Tanah Residu Vulkanik di Panti, Kabupaten Jember*. Yogyakarta: Pasca Sarjana Teknik Geologi, Program Pascasarjana Fakultas Teknik UGM.
- Wuryantoro. 2007. Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis untuk Menentukan Letak dan Kedalaman Aquifer Air Tanah. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Yuristina, A. P. 2015. Pendugaan Persebaran Air Bawah Permukaan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Desa Tanjungharjo, Kabupaten Grobogan. *Skripsi*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Zubaidah, T. dan Kananta, B. 2008. Pemodelan Fisika Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Untuk Investigasi Keberadaan Air Tanah. *Teknik Elektro*. 7(1): 20-24.

LAMPIRAN

Lampiran A. Tabel Pengukuran

A.1 Pengukuran resistivitas semu lapisan bawah permukaan di Fakultas MIPA

n	Datum	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂	V (mVolt)	I (mA)	R (Ω)	K	ρ _a (Ωm)
1	3	0	2	4	6	155,5	8	19,44	12,56	244,14
1	5	2	4	6	8	157,2	4	39,30	12,56	493,61
1	7	4	6	8	10	124,6	7	17,80	12,56	223,57
1	9	6	8	10	12	107,9	7	15,41	12,56	193,60
1	11	8	10	12	14	244,7	10	24,47	12,56	307,34
1	13	10	12	14	16	171,5	9	19,06	12,56	239,34
1	15	12	14	16	18	186,7	9	20,74	12,56	260,55
1	17	14	16	18	20	231,7	7	33,10	12,56	415,74
1	19	16	18	20	22	254,3	9	28,26	12,56	354,89
1	21	18	20	22	24	269,5	7	38,50	12,56	483,56
1	23	20	22	24	26	158,7	8	19,84	12,56	249,16
1	25	22	24	26	28	260,5	7	37,21	12,56	467,41
1	27	24	26	28	30	220,3	6	36,72	12,56	461,16
1	29	26	28	30	32	262,5	11	23,86	12,56	299,73
1	31	28	30	32	34	298,5	13	22,96	12,56	288,40
1	33	30	32	34	36	181,8	17	10,69	12,56	134,32
1	35	32	34	36	38	70,1	17	4,12	12,56	51,79
1	37	34	36	38	40	67,8	22	3,08	12,56	38,71
2	5	0	4	6	10	16,5	8	2,06	37,68	77,72
2	7	2	6	8	12	10,6	6	1,77	37,68	66,57
2	9	4	8	10	14	12,4	9	1,38	37,68	51,91
2	11	6	10	12	16	27	9	3,00	37,68	113,04
2	13	8	12	14	18	17,2	11	1,56	37,68	58,92
2	15	10	14	16	20	15,6	8	1,95	37,68	73,48
2	17	12	16	18	22	31	5	6,20	37,68	233,62
2	19	14	18	20	24	52	13	4,00	37,68	150,72
2	21	16	20	22	26	34,8	8	4,35	37,68	163,91
2	23	18	22	24	28	36,6	9	4,07	37,68	153,23
2	25	20	24	26	30	51,9	11	4,72	37,68	177,78
2	27	22	26	28	32	47	11	4,27	37,68	161,00
2	29	24	28	30	34	32,9	11	2,99	37,68	112,70
2	31	26	30	32	36	47	17	2,76	37,68	104,17
2	33	28	32	34	38	19,5	13	1,50	37,68	56,52
2	35	30	34	36	40	11,2	11	1,02	37,68	38,37
3	7	0	6	8	14	14,3	12	1,19	75,36	89,80
3	9	2	8	10	16	7,1	6	1,18	75,36	89,18

3	11	4	10	12	18	11	18	0,61	75,36	46,05
3	13	6	12	14	20	5,6	9	0,62	75,36	46,89
3	15	8	14	16	22	31,1	10	3,11	75,36	234,37
3	17	10	16	18	24	6	9	0,67	75,36	50,24
3	19	12	18	20	26	11,7	12	0,98	75,36	73,48
3	21	14	20	22	28	17,2	18	0,96	75,36	72,01
3	23	16	22	24	30	12,5	14	0,89	75,36	67,29
3	25	18	24	26	32	9,9	11	0,90	75,36	67,82
3	27	20	26	28	34	6	7	0,86	75,36	64,59
3	29	22	28	30	36	11,3	15	0,75	75,36	56,77
3	31	24	30	32	38	13,5	16	0,84	75,36	63,59
3	33	26	32	34	40	11,8	22	0,54	75,36	40,42
3	9	0	8	10	18	5,3	7	0,76	75,36	57,06
3	11	2	10	12	20	1,2	4	0,30	75,36	22,61
4	13	4	12	14	22	4,8	9	0,53	125,60	66,99
4	15	6	14	16	24	3,6	8	0,45	125,60	56,52
4	17	8	16	18	26	15,1	10	1,51	125,60	189,66
4	19	10	18	20	28	3,2	5	0,64	125,60	80,38
4	21	12	20	22	30	3,7	11	0,34	125,60	42,25
4	23	14	22	24	32	3,7	13	0,28	125,60	35,75
4	25	16	24	26	34	4,1	19	0,22	125,60	27,10
4	27	18	26	28	36	5,3	16	0,33	125,60	41,61
4	29	20	28	30	38	5,8	7	0,83	125,60	104,07
4	31	22	30	32	40	4,7	19	0,25	125,60	31,07
5	11	0	10	12	22	4,7	7	0,67	188,40	126,50
5	13	2	12	14	24	3,3	6	0,55	188,40	103,62
5	15	4	14	16	26	3,6	10	0,36	188,40	67,82
5	17	6	16	18	28	1,2	10	0,12	188,40	22,61
5	19	8	18	20	30	3,1	7	0,44	188,40	83,43
5	21	10	20	22	32	4,1	7	0,59	188,40	110,35
5	23	12	22	24	34	4,2	15	0,28	188,40	52,75
5	25	14	24	26	36	9,8	24	0,41	188,40	76,93
5	27	16	26	28	38	4	17	0,24	188,40	44,33
5	29	18	28	30	40	5,7	18	0,32	188,40	59,66
6	13	0	12	14	26	14,8	9	1,64	263,76	433,74
6	15	2	14	16	28	5,4	10	0,54	263,76	142,43
6	17	4	16	18	30	2,2	12	0,18	263,76	48,36
6	19	6	18	20	32	3,7	13	0,28	263,76	75,07
6	21	8	20	22	34	6,7	17	0,39	263,76	103,95
6	23	10	22	24	36	3,7	16	0,23	263,76	60,99
6	25	12	24	26	38	5	13	0,38	263,76	101,45
6	27	14	26	28	40	4,3	29	0,15	263,76	39,11

7	15	0	14	16	30	2,7	11	0,25	351,68	86,32
7	17	2	16	18	32	1,2	10	0,12	351,68	42,20
7	19	4	18	20	34	4,9	12	0,41	351,68	143,60
7	21	6	20	22	36	1,9	13	0,15	351,68	51,40
7	23	8	22	24	38	1,2	12	0,10	351,68	35,17
7	25	10	24	26	40	1,9	15	0,13	351,68	44,55

A.2 Pengukuran resistivitas semu lapisan bawah permukaan di Fakultas Teknik

n	Datum	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂	V (mVolt)	I (mA)	R (Ω)	K	ρ _a (Ωm)
1	3	0	2	4	6	90,7	42	2,16	12,56	27,12
1	5	2	4	6	8	102,2	52	1,97	12,56	24,69
1	7	4	6	8	10	111,6	57	1,96	12,56	24,59
1	9	6	8	10	12	51,9	23	2,26	12,56	28,34
1	11	8	10	12	14	43,5	42	1,04	12,56	13,01
1	13	10	12	14	16	40,4	33	1,22	12,56	15,38
1	15	12	14	16	18	98,4	44	2,24	12,56	28,09
1	17	14	16	18	20	79,7	40	1,99	12,56	25,03
1	19	16	18	20	22	49	29	1,69	12,56	21,22
1	21	18	20	22	24	27	37	0,73	12,56	9,17
1	23	20	22	24	26	68,2	33	2,07	12,56	25,96
1	25	22	24	26	28	39,6	38	1,04	12,56	13,09
1	27	24	26	28	30	27,2	37	0,74	12,56	9,23
1	29	26	28	30	32	60,1	55	1,09	12,56	13,72
1	31	28	30	32	34	82	49	1,67	12,56	21,02
1	33	30	32	34	36	40,2	46	0,87	12,56	10,98
1	35	32	34	36	38	67,5	47	1,44	12,56	18,04
1	37	34	36	38	40	51,3	39	1,32	12,56	16,52
1	39	36	38	40	42	77,7	43	1,81	12,56	22,70
1	41	38	40	42	44	94,9	48	1,98	12,56	24,83
1	43	40	42	44	46	76,5	45	1,70	12,56	21,35
1	45	42	44	46	48	74,3	47	1,58	12,56	19,86
1	47	44	46	48	50	116,4	58	2,01	12,56	25,21
1	49	46	48	50	52	102,8	40	2,57	12,56	32,28
1	51	48	50	52	54	98,8	40	2,47	12,56	31,02
1	53	50	52	54	56	56,6	29	1,95	12,56	24,51
1	55	52	54	56	58	66,7	34	1,96	12,56	24,64
1	57	54	56	58	60	96	36	2,67	12,56	33,49
2	5	0	4	6	10	41,8	51	0,82	37,68	30,88
2	7	2	6	8	12	30,4	40	0,76	37,68	28,64
2	9	4	8	10	14	17,4	32	0,54	37,68	20,49
2	11	6	10	12	16	26,6	35	0,76	37,68	28,64

2	13	8	12	14	18	29	40	0,73	37,68	27,32
2	15	10	14	16	20	30,6	36	0,85	37,68	32,03
2	17	12	16	18	22	32,5	46	0,71	37,68	26,62
2	19	14	18	20	24	33	42	0,79	37,68	29,61
2	21	16	20	22	26	40,7	57	0,71	37,68	26,90
2	23	18	22	24	28	33	45	0,73	37,68	27,63
2	25	20	24	26	30	31,4	45	0,70	37,68	26,29
2	27	22	26	28	32	34,8	30	1,16	37,68	43,71
2	29	24	28	30	34	20,8	38	0,55	37,68	20,62
2	31	26	30	32	36	28	40	0,70	37,68	26,38
2	33	28	32	34	38	24,9	36	0,69	37,68	26,06
2	35	30	34	36	40	31,8	43	0,74	37,68	27,87
2	37	32	36	38	42	30,7	38	0,81	37,68	30,44
2	39	34	38	40	44	35	50	0,70	37,68	26,38
2	41	36	40	42	46	26,1	36	0,73	37,68	27,32
2	43	38	42	44	48	30,2	47	0,64	37,68	24,21
2	45	40	44	46	50	27,9	38	0,73	37,68	27,67
2	47	42	46	48	52	25	37	0,68	37,68	25,46
2	49	44	48	50	54	34,7	46	0,75	37,68	28,42
2	51	46	50	52	56	20,7	30	0,69	37,68	26,00
2	53	48	52	54	58	20,4	32	0,64	37,68	24,02
2	55	50	54	56	60	30	20	1,50	37,68	56,52
3	7	0	6	8	14	23,6	29	0,81	75,36	61,33
3	9	2	8	10	16	19	51	0,37	75,36	28,08
3	11	4	10	12	18	30	41	0,73	75,36	55,14
3	13	6	12	14	20	17,8	35	0,51	75,36	38,33
3	15	8	14	16	22	18	39	0,46	75,36	34,78
3	17	10	16	18	24	20	46	0,43	75,36	32,77
3	19	12	18	20	26	28	37	0,76	75,36	57,03
3	21	14	20	22	28	14	28	0,50	75,36	37,68
3	23	16	22	24	30	20	45	0,44	75,36	33,49
3	25	18	24	26	32	16	37	0,43	75,36	32,59
3	27	20	26	28	34	17	32	0,53	75,36	40,04
3	29	22	28	30	36	15	20	0,75	75,36	56,52
3	31	24	30	32	38	16	41	0,39	75,36	29,41
3	33	26	32	34	40	25	60	0,42	75,36	31,40
3	35	28	34	36	42	26	50	0,52	75,36	39,19
3	37	30	36	38	44	19	44	0,43	75,36	32,54
3	39	32	38	40	46	18	33	0,55	75,36	41,11
3	41	34	40	42	48	30	39	0,77	75,36	57,97
3	43	36	42	44	50	15	42	0,36	75,36	26,91
3	45	38	44	46	52	17	21	0,81	75,36	61,01

3	47	40	46	48	54	17	46	0,37	75,36	27,85
3	49	42	48	50	56	11	30	0,37	75,36	27,63
3	51	44	50	52	58	17	35	0,49	75,36	36,60
3	53	46	52	54	60	13	22	0,59	75,36	44,53
3	9	0	8	10	18	35	37	0,95	75,36	71,29
3	11	2	10	12	20	11,4	55	0,21	75,36	15,62
4	13	4	12	14	22	13	32	0,41	125,60	51,03
4	15	6	14	16	24	14	31	0,45	125,60	56,72
4	17	8	16	18	26	13	33	0,39	125,60	49,48
4	19	10	18	20	28	9,3	43	0,22	125,60	27,16
4	21	12	20	22	30	9,2	28	0,33	125,60	41,27
4	23	14	22	24	32	16,6	35	0,47	125,60	59,57
4	25	16	24	26	34	14,5	19	0,76	125,60	95,85
4	27	18	26	28	36	13	27	0,48	125,60	60,47
4	29	20	28	30	38	18,3	37	0,49	125,60	62,12
4	31	22	30	32	40	16	30	0,53	125,60	66,99
4	33	24	32	34	42	14,5	29	0,50	125,60	62,80
4	35	26	34	36	44	10	47	0,21	125,60	26,72
4	37	28	36	38	46	14	30	0,47	125,60	58,61
4	39	30	38	40	48	16	32	0,50	125,60	62,80
4	41	32	40	42	50	13	25	0,52	125,60	65,31
4	43	34	42	44	52	16	38	0,42	125,60	52,88
4	45	36	44	46	54	18,9	43	0,44	125,60	55,21
4	47	38	46	48	56	16,6	29	0,57	125,60	71,90
4	49	40	48	50	58	14	52	0,27	125,60	33,82
4	51	42	50	52	60	15	36	0,42	125,60	52,33
5	11	0	10	12	22	11,9	48	0,25	188,40	46,71
5	13	2	12	14	24	9,8	41	0,24	188,40	45,03
5	15	4	14	16	26	17,5	28	0,63	188,40	117,75
5	17	6	16	18	28	17,4	34	0,51	188,40	96,42
5	19	8	18	20	30	17,9	25	0,72	188,40	134,89
5	21	10	20	22	32	9,8	51	0,19	188,40	36,20
5	23	12	22	24	34	17,8	26	0,68	188,40	128,98
5	25	14	24	26	36	13	21	0,62	188,40	116,63
5	27	16	26	28	38	10,9	31	0,35	188,40	66,24
5	29	18	28	30	40	18,9	39	0,48	188,40	91,30
5	31	20	30	32	42	16	34	0,47	188,40	88,66
5	33	22	32	34	44	16,9	26	0,65	188,40	122,46
5	35	24	34	36	46	17,9	32	0,56	188,40	105,39
5	37	26	36	38	48	13,5	34	0,40	188,40	74,81
5	39	28	38	40	50	19	38	0,50	188,40	94,20
5	41	30	40	42	52	19	40	0,48	188,40	89,49

5	43	32	42	44	54	16,2	52	0,31	188,40	58,69
5	45	34	44	46	56	12,7	21	0,60	188,40	113,94
5	47	36	46	48	58	14,5	23	0,63	188,40	118,77
5	49	38	48	50	60	17,8	39	0,46	188,40	85,99
6	13	0	12	14	26	16,8	72	0,23	263,76	61,54
6	15	2	14	16	28	16,3	26	0,63	263,76	165,36
6	17	4	16	18	30	12	26	0,46	263,76	121,74
6	19	6	18	20	32	12,6	21	0,60	263,76	158,26
6	21	8	20	22	34	10	37	0,27	263,76	71,29
6	23	10	22	24	36	14,9	30	0,50	263,76	131,00
6	25	12	24	26	38	18,9	33	0,57	263,76	151,06
6	27	14	26	28	40	14,3	34	0,42	263,76	110,93
6	29	16	28	30	42	13	34	0,38	263,76	100,85
6	31	18	30	32	44	12	37	0,32	263,76	85,54
6	33	20	32	34	46	10	32	0,31	263,76	82,43
6	35	22	34	36	48	18	55	0,33	263,76	86,32
6	37	24	36	38	50	18	40	0,45	263,76	118,69
6	39	26	38	40	52	18	40	0,45	263,76	118,69
6	41	28	40	42	54	12,9	31	0,42	263,76	109,76
6	43	30	42	44	56	12,6	22	0,57	263,76	151,06
6	45	32	44	46	58	28	47	0,60	263,76	157,13
6	47	34	46	48	60	11	32	0,34	263,76	90,67
7	15	0	14	16	30	13,6	37	0,37	351,68	129,27
7	17	2	16	18	32	17,7	51	0,35	351,68	122,05
7	19	4	18	20	34	16,6	52	0,32	351,68	112,27
7	21	6	20	22	36	13	42	0,31	351,68	108,85
7	23	8	22	24	38	18,9	39	0,48	351,68	170,43
7	25	10	24	26	40	15,9	39	0,41	351,68	143,38
7	27	12	26	28	42	13,6	26	0,52	351,68	183,96
7	29	14	28	30	44	12	41	0,29	351,68	102,93
7	31	16	30	32	46	15	30	0,50	351,68	175,84
7	33	18	32	34	48	15,8	36	0,44	351,68	154,35
7	35	20	34	36	50	12,4	51	0,24	351,68	85,51
7	37	22	36	38	52	15,4	39	0,39	351,68	138,87
7	39	24	38	40	54	11,5	37	0,31	351,68	109,31
7	41	26	40	42	56	13,8	40	0,35	351,68	121,33
7	43	28	42	44	58	14	40	0,35	351,68	123,09
7	45	30	44	46	60	9,6	30	0,32	351,68	112,54
8	17	0	16	18	34	11,7	63	0,19	452,16	83,97
8	19	2	18	20	36	20	70	0,29	452,16	129,19
8	21	4	20	22	38	18,8	58	0,32	452,16	146,56
8	23	6	22	24	40	19	45	0,42	452,16	190,91

8	25	8	24	26	42	14,6	42	0,35	452,16	157,18
8	27	10	26	28	44	18,2	67	0,27	452,16	122,83
8	29	12	28	30	46	13,3	52	0,26	452,16	115,65
8	31	14	30	32	48	17,8	58	0,31	452,16	138,77
8	33	16	32	34	50	13,6	45	0,30	452,16	136,65
8	35	18	34	36	52	18	49	0,37	452,16	166,10
8	37	20	36	38	54	13	48	0,27	452,16	122,46
8	39	22	38	40	56	12	64	0,19	452,16	84,78
8	41	24	40	42	58	19,7	60	0,33	452,16	148,46
8	43	26	42	44	60	17	49	0,35	452,16	156,87
9	19	0	18	20	38	17	65	0,26	565,20	147,82
9	21	2	20	22	40	11,3	51	0,22	565,20	125,23
9	23	4	22	24	42	18	59	0,31	565,20	172,43
9	25	6	24	26	44	13,6	42	0,32	565,20	183,02
9	27	8	26	28	46	15	60	0,25	565,20	141,30
9	29	10	28	30	48	12	57	0,21	565,20	118,99
9	31	12	30	32	50	15,2	56	0,27	565,20	153,41
9	33	14	32	34	52	11,1	46	0,24	565,20	136,39
9	35	16	34	36	54	13,4	69	0,19	565,20	109,76
9	37	18	36	38	56	13,3	63	0,21	565,20	119,32
9	39	20	38	40	58	11	57	0,19	565,20	109,07
9	41	22	40	42	60	11	50	0,22	565,20	124,34

A.3 Pengukuran resistivitas semu lapisan bawah permukaan di Rusunawi

n	Datum	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂	V (mVolt)	I (mA)	R (Ω)	K	ρ _a (Ωm)
1	3	0	2	4	6	36,1	17	2,12	12,56	26,67
1	5	2	4	6	8	61,5	20	3,08	12,56	38,62
1	7	4	6	8	10	28,7	10	2,87	12,56	36,05
1	9	6	8	10	12	22,7	8	2,84	12,56	35,64
1	11	8	10	12	14	30,6	17	1,80	12,56	22,61
1	13	10	12	14	16	24,9	29	0,86	12,56	10,78
1	15	12	14	16	18	13,4	6	2,23	12,56	28,05
1	17	14	16	18	20	7,4	4	1,85	12,56	23,24
1	19	16	18	20	22	9,2	5	1,84	12,56	23,11
1	21	18	20	22	24	12,6	7	1,80	12,56	22,61
1	23	20	22	24	26	9,9	4	2,48	12,56	31,09
1	25	22	24	26	28	18,4	8	2,30	12,56	28,89
1	27	24	26	28	30	22,9	10	2,29	12,56	28,76
1	29	26	28	30	32	22,2	8	2,78	12,56	34,85
1	31	28	30	32	34	18,7	8	2,34	12,56	29,36
1	33	30	32	34	36	18,4	10	1,84	12,56	23,11

1	35	32	34	36	38	17,2	9	1,91	12,56	24,00
1	37	34	36	38	40	32,1	12	2,68	12,56	33,60
1	39	36	38	40	42	24,3	4	6,08	12,56	76,30
1	41	38	40	42	44	34,2	15	2,28	12,56	28,64
1	43	40	42	44	46	80,8	23	3,51	12,56	44,12
1	45	42	44	46	48	77,2	27	2,86	12,56	35,91
1	47	44	46	48	50	82,6	21	3,93	12,56	49,40
1	49	46	48	50	52	47	17	2,76	12,56	34,72
1	51	48	50	52	54	61,9	26	2,38	12,56	29,90
1	53	50	52	54	56	59,5	26	2,29	12,56	28,74
1	55	52	54	56	58	47,8	19	2,52	12,56	31,60
1	57	54	56	58	60	50,4	20	2,52	12,56	31,65
2	5	0	4	6	10	20,6	32	0,64	37,68	24,26
2	7	2	6	8	12	29,2	52	0,56	37,68	21,16
2	9	4	8	10	14	19,8	32	0,62	37,68	23,31
2	11	6	10	12	16	16,9	30	0,56	37,68	21,23
2	13	8	12	14	18	15,5	13	1,19	37,68	44,93
2	15	10	14	16	20	8,4	18	0,47	37,68	17,58
2	17	12	16	18	22	3,2	26	0,12	37,68	4,64
2	19	14	18	20	24	15	25	0,60	37,68	22,61
2	21	16	20	22	26	6,2	8	0,78	37,68	29,20
2	23	18	22	24	28	5,5	18	0,31	37,68	11,51
2	25	20	24	26	30	6,1	8	0,76	37,68	28,73
2	27	22	26	28	32	8,8	9	0,98	37,68	36,84
2	29	24	28	30	34	8,5	14	0,61	37,68	22,88
2	31	26	30	32	36	9	10	0,90	37,68	33,91
2	33	28	32	34	38	14,2	18	0,79	37,68	29,73
2	35	30	34	36	40	19,2	25	0,77	37,68	28,94
2	37	32	36	38	42	17,9	21	0,85	37,68	32,12
2	39	34	38	40	44	13,3	19	0,70	37,68	26,38
2	41	36	40	42	46	11,5	17	0,68	37,68	25,49
2	43	38	42	44	48	20,8	30	0,69	37,68	26,12
2	45	40	44	46	50	25,3	32	0,79	37,68	29,79
2	47	42	46	48	52	25,2	35	0,72	37,68	27,13
2	49	44	48	50	54	30,1	45	0,67	37,68	25,20
2	51	46	50	52	56	24	33	0,73	37,68	27,40
2	53	48	52	54	58	19,1	26	0,73	37,68	27,68
2	55	50	54	56	60	24,3	22	1,10	37,68	41,62
3	7	0	6	8	14	17,7	38	0,47	75,36	35,10
3	9	2	8	10	16	7,1	26	0,27	75,36	20,58
3	11	4	10	12	18	13,2	19	0,69	75,36	52,36
3	13	6	12	14	20	3,4	8	0,43	75,36	32,03

3	15	8	14	16	22	3,3	11	0,30	75,36	22,61
3	17	10	16	18	24	8,3	28	0,30	75,36	22,34
3	19	12	18	20	26	2,9	15	0,19	75,36	14,57
3	21	14	20	22	28	10,1	32	0,32	75,36	23,79
3	23	16	22	24	30	3,1	13	0,24	75,36	17,97
3	25	18	24	26	32	3,4	11	0,31	75,36	23,29
3	27	20	26	28	34	2,5	9	0,28	75,36	20,93
3	29	22	28	30	36	2,1	17	0,12	75,36	9,31
3	31	24	30	32	38	4,7	16	0,29	75,36	22,14
3	33	26	32	34	40	7,7	19	0,41	75,36	30,54
3	35	28	34	36	42	5	20	0,25	75,36	18,84
3	37	30	36	38	44	6,8	20	0,34	75,36	25,62
3	39	32	38	40	46	2,5	15	0,17	75,36	12,56
3	41	34	40	42	48	7,5	21	0,36	75,36	26,91
3	43	36	42	44	50	7,7	12	0,64	75,36	48,36
3	45	38	44	46	52	6,2	20	0,31	75,36	23,36
3	47	40	46	48	54	6	17	0,35	75,36	26,60
3	49	42	48	50	56	11,2	26	0,43	75,36	32,46
3	51	44	50	52	58	11,4	33	0,35	75,36	26,03
3	53	46	52	54	60	4,9	25	0,20	75,36	14,77
3	9	0	8	10	18	1,9	11	0,17	75,36	13,02
3	11	2	10	12	20	2,7	11	0,25	75,36	18,50
4	13	4	12	14	22	1,7	8	0,21	125,6	26,69
4	15	6	14	16	24	3,5	15	0,23	125,6	29,31
4	17	8	16	18	26	2,7	14	0,19	125,6	24,22
4	19	10	18	20	28	2,4	20	0,12	125,6	15,07
4	21	12	20	22	30	4,6	26	0,18	125,6	22,22
4	23	14	22	24	32	6,9	30	0,23	125,6	28,89
4	25	16	24	26	34	2,1	10	0,21	125,6	26,38
4	27	18	26	28	36	2,5	9	0,28	125,6	34,89
4	29	20	28	30	38	2,1	9	0,23	125,6	29,31
4	31	22	30	32	40	2,8	34	0,08	125,6	10,34
4	33	24	32	34	42	3,2	16	0,20	125,6	25,12
4	35	26	34	36	44	2,9	17	0,17	125,6	21,43
4	37	28	36	38	46	2,7	17	0,16	125,6	19,95
4	39	30	38	40	48	4,3	23	0,19	125,6	23,48
4	41	32	40	42	50	6,6	35	0,19	125,6	23,68
4	43	34	42	44	52	3,3	14	0,24	125,6	29,61
4	45	36	44	46	54	6	18	0,33	125,6	41,87
4	47	38	46	48	56	3,5	19	0,18	125,6	23,14
4	49	40	48	50	58	5,3	23	0,23	125,6	28,94
4	51	42	50	52	60	7	31	0,23	125,6	28,36

5	11	0	10	12	22	1,8	14	0,13	188,4	24,22
5	13	2	12	14	24	2,6	15	0,17	188,4	32,66
5	15	4	14	16	26	0,9	19	0,05	188,4	8,92
5	17	6	16	18	28	0,8	18	0,04	188,4	8,37
5	19	8	18	20	30	3,7	18	0,21	188,4	38,73
5	21	10	20	22	32	0,6	14	0,04	188,4	8,07
5	23	12	22	24	34	0,5	28	0,02	188,4	3,36
5	25	14	24	26	36	0,1	8	0,01	188,4	2,36
5	27	16	26	28	38	0,8	12	0,07	188,4	12,56
5	29	18	28	30	40	0,7	17	0,04	188,4	7,76
5	31	20	30	32	42	0,4	5	0,08	188,4	15,07
5	33	22	32	34	44	0,1	26	0,00	188,4	0,72
5	35	24	34	36	46	2,6	6	0,43	188,4	81,64
5	37	26	36	38	48	0,5	35	0,01	188,4	2,69
5	39	28	38	40	50	1,2	13	0,09	188,4	17,39
5	41	30	40	42	52	0,3	9	0,03	188,4	6,28
5	43	32	42	44	54	0,5	62	0,01	188,4	1,52
5	45	34	44	46	56	0,7	64	0,01	188,4	2,06
5	47	36	46	48	58	0,4	28	0,01	188,4	2,69
5	49	38	48	50	60	0,6	8	0,08	188,4	14,13
6	13	0	12	14	26	0,3	15	0,02	263,76	5,28
6	15	2	14	16	28	0,3	6	0,05	263,76	13,19
6	17	4	16	18	30	0,3	11	0,03	263,76	7,19
6	19	6	18	20	32	1,2	37	0,03	263,76	8,55
6	21	8	20	22	34	0,9	33	0,03	263,76	7,19
6	23	10	22	24	36	0,8	26	0,03	263,76	8,12
6	25	12	24	26	38	1	18	0,06	263,76	14,65
6	27	14	26	28	40	0,9	10	0,09	263,76	23,74
6	29	16	28	30	42	2,4	25	0,10	263,76	25,32
6	31	18	30	32	44	1,3	21	0,06	263,76	16,33
6	33	20	32	34	46	0,3	68	0,00	263,76	1,16
6	35	22	34	36	48	0,9	59	0,02	263,76	4,02
6	37	24	36	38	50	0,1	4	0,03	263,76	6,59
6	39	26	38	40	52	0,1	13	0,01	263,76	2,03
6	41	28	40	42	54	0,5	48	0,01	263,76	2,75
6	43	30	42	44	56	0,1	34	0,00	263,76	0,78
6	45	32	44	46	58	0,3	48	0,01	263,76	1,65
6	47	34	46	48	60	0,9	25	0,04	263,76	9,50
7	15	0	14	16	30	0,4	30	0,01	351,68	4,69
7	17	2	16	18	32	1,7	50	0,03	351,68	11,96
7	19	4	18	20	34	2,3	31	0,07	351,68	26,09
7	21	6	20	22	36	0,7	46	0,02	351,68	5,35

7	23	8	22	24	38	0,5	49	0,01	351,68	3,59
7	25	10	24	26	40	1,5	46	0,03	351,68	11,47
7	27	12	26	28	42	3,1	50	0,06	351,68	21,80
7	29	14	28	30	44	4,3	59	0,07	351,68	25,63
7	31	16	30	32	46	3,2	42	0,08	351,68	26,79
7	33	18	32	34	48	2,7	39	0,07	351,68	24,35
7	35	20	34	36	50	0,9	26	0,03	351,68	12,17
7	37	22	36	38	52	1,5	11	0,14	351,68	47,96
7	39	24	38	40	54	2,3	14	0,16	351,68	57,78
7	41	26	40	42	56	1,8	14	0,13	351,68	45,22
7	43	28	42	44	58	1,4	18	0,08	351,68	27,35
7	45	30	44	46	60	0,9	12	0,08	351,68	26,38
8	17	0	16	18	34	1,3	15	0,09	452,16	39,19
8	19	2	18	20	36	2,6	14	0,19	452,16	83,97
8	21	4	20	22	38	3,3	41	0,08	452,16	36,39
8	23	6	22	24	40	4,7	38	0,12	452,16	55,93
8	25	8	24	26	42	1,6	20	0,08	452,16	36,17
8	27	10	26	28	44	2,2	15	0,15	452,16	66,32
8	29	12	28	30	46	3,4	19	0,18	452,16	80,91
8	31	14	30	32	48	2,8	16	0,18	452,16	79,13
8	33	16	32	34	50	1,7	23	0,07	452,16	33,42
8	35	18	34	36	52	4,5	31	0,15	452,16	65,64
8	37	20	36	38	54	5,1	24	0,21	452,16	96,08
8	39	22	38	40	56	1,8	14	0,13	452,16	58,13
8	41	24	40	42	58	2,1	20	0,11	452,16	47,48
8	43	26	42	44	60	3,2	30	0,11	452,16	48,23
9	19	0	18	20	38	2,7	29	0,09	565,2	52,62
9	21	2	20	22	40	1,3	19	0,07	565,2	38,67
9	23	4	22	24	42	4,9	40	0,12	565,2	69,24
9	25	6	24	26	44	3,5	46	0,08	565,2	43,00
9	27	8	26	28	46	3,2	31	0,10	565,2	58,34
9	29	10	28	30	48	2,6	42	0,06	565,2	34,99
9	31	12	30	32	50	1,7	35	0,05	565,2	27,45
9	33	14	32	34	52	0,9	18	0,05	565,2	28,26
9	35	16	34	36	54	3,8	23	0,17	565,2	93,38
9	37	18	36	38	56	1,9	34	0,06	565,2	31,58
9	39	20	38	40	58	1,5	21	0,07	565,2	40,37
9	41	22	40	42	60	2,4	15	0,16	565,2	90,43

A.4 Pengukuran resistivitas semu lapisan bawah permukaan di Fakultas Keperawatan

n	Datum	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂	V (mVolt)	I (mA)	R (Ω)	K	ρ _a (Ωm)
1	3	0	2	4	6	14	19	0,74	12,56	9,25
1	5	2	4	6	8	14,3	28	0,51	12,56	6,41
1	7	4	6	8	10	13,4	23	0,58	12,56	7,32
1	9	6	8	10	12	48	22	2,18	12,56	27,40
1	11	8	10	12	14	27,2	30	0,91	12,56	11,39
1	13	10	12	14	16	39,1	25	1,56	12,56	19,64
1	15	12	14	16	18	24,3	18	1,35	12,56	16,96
1	17	14	16	18	20	20,2	21	0,96	12,56	12,08
1	19	16	18	20	22	35,2	28	1,26	12,56	15,79
1	21	18	20	22	24	18,6	21	0,89	12,56	11,12
1	23	20	22	24	26	29	21	1,38	12,56	17,34
1	25	22	24	26	28	27,8	16	1,74	12,56	21,82
1	27	24	26	28	30	17,2	20	0,86	12,56	10,80
1	29	26	28	30	32	17,9	23	0,78	12,56	9,77
1	31	28	30	32	34	22	20	1,10	12,56	13,82
1	33	30	32	34	36	15,6	20	0,78	12,56	9,80
1	35	32	34	36	38	41,9	25	1,68	12,56	21,05
1	37	34	36	38	40	22,3	21	1,06	12,56	13,34
1	39	36	38	40	42	41,5	18	2,31	12,56	28,96
1	41	38	40	42	44	18,5	17	1,09	12,56	13,67
1	43	40	42	44	46	32,9	22	1,50	12,56	18,78
1	45	42	44	46	48	44,1	23	1,92	12,56	24,08
1	47	44	46	48	50	20,1	18	1,12	12,56	14,03
1	49	46	48	50	52	27,8	18	1,54	12,56	19,40
1	51	48	50	52	54	47	22	2,14	12,56	26,83
1	53	50	52	54	56	30,6	17	1,80	12,56	22,61
1	55	52	54	56	58	31,8	18	1,77	12,56	22,19
1	57	54	56	58	60	38,8	18	2,16	12,56	27,07
2	5	0	4	6	10	14	18	0,78	37,68	29,31
2	7	2	6	8	12	12,7	16	0,79	37,68	29,91
2	9	4	8	10	14	11	17	0,65	37,68	24,38
2	11	6	10	12	16	18,6	15	1,24	37,68	46,72
2	13	8	12	14	18	15,6	16	0,98	37,68	36,74
2	15	10	14	16	20	17,8	18	0,99	37,68	37,26
2	17	12	16	18	22	20	21	0,95	37,68	35,89
2	19	14	18	20	24	16,6	20	0,83	37,68	31,27
2	21	16	20	22	26	18,2	18	1,01	37,68	38,10
2	23	18	22	24	28	15,6	16	0,98	37,68	36,74

2	25	20	24	26	30	12,6	14	0,90	37,68	33,91
2	27	22	26	28	32	25,6	27	0,95	37,68	35,73
2	29	24	28	30	34	19,8	17	1,16	37,68	43,89
2	31	26	30	32	36	17,3	18	0,96	37,68	36,21
2	33	28	32	34	38	18,4	15	1,23	37,68	46,22
2	35	30	34	36	40	12,8	16	0,80	37,68	30,14
2	37	32	36	38	42	17,7	13	1,36	37,68	51,30
2	39	34	38	40	44	14,5	13	1,12	37,68	42,03
2	41	36	40	42	46	11,6	16	0,73	37,68	27,32
2	43	38	42	44	48	16	18	0,89	37,68	33,49
2	45	40	44	46	50	15,8	24	0,66	37,68	24,81
2	47	42	46	48	52	13,6	20	0,68	37,68	25,62
2	49	44	48	50	54	15,9	20	0,80	37,68	29,96
2	51	46	50	52	56	14,4	20	0,72	37,68	27,13
2	53	48	52	54	58	17,9	16	1,12	37,68	42,15
2	55	50	54	56	60	18	21	0,86	37,68	32,30
3	7	0	6	8	14	21	20	1,05	75,36	79,13
3	9	2	8	10	16	21,8	20	1,09	75,36	82,14
3	11	4	10	12	18	22,7	21	1,08	75,36	81,46
3	13	6	12	14	20	18	18	1,00	75,36	75,36
3	15	8	14	16	22	17	16	1,06	75,36	80,07
3	17	10	16	18	24	19,8	18	1,10	75,36	82,90
3	19	12	18	20	26	40,6	18	2,26	75,36	169,98
3	21	14	20	22	28	24,4	17	1,44	75,36	108,16
3	23	16	22	24	30	14,4	14	1,03	75,36	77,51
3	25	18	24	26	32	17,4	16	1,09	75,36	81,95
3	27	20	26	28	34	21,8	20	1,09	75,36	82,14
3	29	22	28	30	36	21,9	23	0,95	75,36	71,76
3	31	24	30	32	38	19,9	15	1,33	75,36	99,98
3	33	26	32	34	40	14,8	19	0,78	75,36	58,70
3	35	28	34	36	42	22,6	19	1,19	75,36	89,64
3	37	30	36	38	44	19	17	1,12	75,36	84,23
3	39	32	38	40	46	15,5	17	0,91	75,36	68,71
3	41	34	40	42	48	21,8	21	1,04	75,36	78,23
3	43	36	42	44	50	20	14	1,43	75,36	107,66
3	45	38	44	46	52	14	12	1,17	75,36	87,92
3	47	40	46	48	54	13,4	15	0,89	75,36	67,32
3	49	42	48	50	56	22,6	22	1,03	75,36	77,42
3	51	44	50	52	58	20	17	1,18	75,36	88,66
3	53	46	52	54	60	17,5	18	0,97	75,36	73,27
3	9	0	8	10	18	22,3	15	1,49	75,36	112,04
3	11	2	10	12	20	21,4	16	1,34	75,36	100,79

4	13	4	12	14	22	23,2	28	0,83	125,60	104,07
4	15	6	14	16	24	21,7	28	0,78	125,60	97,34
4	17	8	16	18	26	20,1	25	0,80	125,60	100,98
4	19	10	18	20	28	23,1	25	0,92	125,60	116,05
4	21	12	20	22	30	21,5	29	0,74	125,60	93,12
4	23	14	22	24	32	18,7	21	0,89	125,60	111,84
4	25	16	24	26	34	21,4	28	0,76	125,60	95,99
4	27	18	26	28	36	21,1	27	0,78	125,60	98,15
4	29	20	28	30	38	23	29	0,79	125,60	99,61
4	31	22	30	32	40	24,8	29	0,86	125,60	107,41
4	33	24	32	34	42	22,7	30	0,76	125,60	95,04
4	35	26	34	36	44	21,8	26	0,84	125,60	105,31
4	37	28	36	38	46	22,4	27	0,83	125,60	104,20
4	39	30	38	40	48	14,2	19	0,75	125,60	93,87
4	41	32	40	42	50	14,7	19	0,77	125,60	97,17
4	43	34	42	44	52	22,5	28	0,80	125,60	100,93
4	45	36	44	46	54	22,9	25	0,92	125,60	115,05
4	47	38	46	48	56	14,5	16	0,91	125,60	113,83
4	49	40	48	50	58	17,4	23	0,76	125,60	95,02
4	51	42	50	52	60	19,5	21	0,93	125,60	116,63
5	11	0	10	12	22	13,1	24	0,55	188,40	102,84
5	13	2	12	14	24	12,4	20	0,62	188,40	116,81
5	15	4	14	16	26	14,6	28	0,52	188,40	98,24
5	17	6	16	18	28	12,8	26	0,49	188,40	92,75
5	19	8	18	20	30	12,3	21	0,59	188,40	110,35
5	21	10	20	22	32	10,3	17	0,61	188,40	114,15
5	23	12	22	24	34	16,1	24	0,67	188,40	126,39
5	25	14	24	26	36	13,3	21	0,63	188,40	119,32
5	27	16	26	28	38	10,7	17	0,63	188,40	118,58
5	29	18	28	30	40	15,1	26	0,58	188,40	109,42
5	31	20	30	32	42	15,7	24	0,65	188,40	123,25
5	33	22	32	34	44	11,1	20	0,56	188,40	104,56
5	35	24	34	36	46	13,2	20	0,66	188,40	124,34
5	37	26	36	38	48	13,2	23	0,57	188,40	108,13
5	39	28	38	40	50	11,1	21	0,53	188,40	99,58
5	41	30	40	42	52	19,9	29	0,69	188,40	129,28
5	43	32	42	44	54	11,1	24	0,46	188,40	87,14
5	45	34	44	46	56	13,9	25	0,56	188,40	104,75
5	47	36	46	48	58	15,4	21	0,73	188,40	138,16
5	49	38	48	50	60	15,6	24	0,65	188,40	122,46
6	13	0	12	14	26	11,3	25	0,45	263,76	119,22
6	15	2	14	16	28	11,7	25	0,47	263,76	123,44

6	17	4	16	18	30	10,4	22	0,47	263,76	124,69
6	19	6	18	20	32	13,5	25	0,54	263,76	142,43
6	21	8	20	22	34	12,1	30	0,40	263,76	106,38
6	23	10	22	24	36	11,3	27	0,42	263,76	110,39
6	25	12	24	26	38	14,2	31	0,46	263,76	120,82
6	27	14	26	28	40	14,2	35	0,41	263,76	107,01
6	29	16	28	30	42	10,1	24	0,42	263,76	111,00
6	31	18	30	32	44	11,5	16	0,72	263,76	189,58
6	33	20	32	34	46	2,8	12	0,23	263,76	61,54
6	35	22	34	36	48	2,9	31	0,09	263,76	24,67
6	37	24	36	38	50	1,1	8	0,14	263,76	36,27
6	39	26	38	40	52	2,9	6	0,48	263,76	127,48
6	41	28	40	42	54	3,1	9	0,34	263,76	90,85
6	43	30	42	44	56	2,5	19	0,13	263,76	34,71
6	45	32	44	46	58	2	17	0,12	263,76	31,03
6	47	34	46	48	60	1,1	13	0,08	263,76	22,32
7	15	0	14	16	30	1,4	10	0,14	351,68	49,24
7	17	2	16	18	32	2	4	0,50	351,68	175,84
7	19	4	18	20	34	2	17	0,12	351,68	41,37
7	21	6	20	22	36	4,4	12	0,37	351,68	128,95
7	23	8	22	24	38	3	8	0,38	351,68	131,88
7	25	10	24	26	40	2,8	8	0,35	351,68	123,09
7	27	12	26	28	42	2,3	7	0,33	351,68	115,55
7	29	14	28	30	44	0,4	15	0,03	351,68	9,38
7	31	16	30	32	46	0,6	10	0,06	351,68	21,10
7	33	18	32	34	48	5,5	5	1,10	351,68	386,85
7	35	20	34	36	50	2,1	9	0,23	351,68	82,06
7	37	22	36	38	52	2,5	19	0,13	351,68	46,27
7	39	24	38	40	54	1,3	8	0,16	351,68	57,15
7	41	26	40	42	56	3,4	9	0,38	351,68	132,86
7	43	28	42	44	58	0,4	6	0,07	351,68	23,45
7	45	30	44	46	60	1,2	13	0,09	351,68	32,46
8	17	0	16	18	34	1,3	13	0,10	452,16	45,22
8	19	2	18	20	36	2	9	0,22	452,16	100,48
8	21	4	20	22	38	1,3	26	0,05	452,16	22,61
8	23	6	22	24	40	0,9	16	0,06	452,16	25,43
8	25	8	24	26	42	2,3	9	0,26	452,16	115,55
8	27	10	26	28	44	0,1	6	0,02	452,16	7,54
8	29	12	28	30	46	0,8	6	0,13	452,16	60,29
8	31	14	30	32	48	0,7	20	0,04	452,16	15,83
8	33	16	32	34	50	0,4	15	0,03	452,16	12,06
8	35	18	34	36	52	0,3	6	0,05	452,16	22,61

8	37	20	36	38	54	3,3	21	0,16	452,16	71,05
8	39	22	38	40	56	3,1	18	0,17	452,16	77,87
8	41	24	40	42	58	1,7	6	0,28	452,16	128,11
8	43	26	42	44	60	2,8	7	0,40	452,16	180,86
9	19	0	18	20	38	8,3	14	0,59	565,20	335,08
9	21	2	20	22	40	1,7	8	0,21	565,20	120,11
9	23	4	22	24	42	4,3	16	0,27	565,20	151,90
9	25	6	24	26	44	3,5	10	0,35	565,20	197,82
9	27	8	26	28	46	3,9	8	0,49	565,20	275,54
9	29	10	28	30	48	5,4	15	0,36	565,20	203,47
9	31	12	30	32	50	5,3	10	0,53	565,20	299,56
9	33	14	32	34	52	6,8	14	0,49	565,20	274,53
9	35	16	34	36	54	2,5	16	0,16	565,20	88,31
9	37	18	36	38	56	3,7	10	0,37	565,20	209,12
9	39	20	38	40	58	1,4	17	0,08	565,20	46,55
9	41	22	40	42	60	8,1	14	0,58	565,20	327,01

A.5 Pengukuran resistivitas semu lapisan bawah permukaan di Rusunawa

n	Datum	C ₁	P ₁	P ₂	C ₂	V (mVolt)	I (mA)	R (Ω)	K	ρ _a (Ωm)
1	3	0	2	4	6	26,6	11	2,42	12,56	30,37
1	5	2	4	6	8	32,8	11	2,98	12,56	37,45
1	7	4	6	8	10	25,6	8	3,20	12,56	40,19
1	9	6	8	10	12	20,7	10	2,07	12,56	26,00
1	11	8	10	12	14	20,7	11	1,88	12,56	23,64
1	13	10	12	14	16	25,7	7	3,67	12,56	46,11
1	15	12	14	16	18	14,8	7	2,11	12,56	26,56
1	17	14	16	18	20	17	5	3,40	12,56	42,70
1	19	16	18	20	22	24	6	4,00	12,56	50,24
1	21	18	20	22	24	19,4	6	3,23	12,56	40,61
1	23	20	22	24	26	14,2	5	2,84	12,56	35,67
1	25	22	24	26	28	21,6	7	3,09	12,56	38,76
1	27	24	26	28	30	24,4	7	3,49	12,56	43,78
1	29	26	28	30	32	32,9	7	4,70	12,56	59,03
1	31	28	30	32	34	39,3	8	4,91	12,56	61,70
1	33	30	32	34	36	33,5	9	3,72	12,56	46,75
1	35	32	34	36	38	35,9	9	3,99	12,56	50,10
1	37	34	36	38	40	58,4	10	5,84	12,56	73,35
1	39	36	38	40	42	32,8	11	2,98	12,56	37,45
1	41	38	40	42	44	35,3	9	3,92	12,56	49,26
1	43	40	42	44	46	19,2	6	3,20	12,56	40,19
1	45	42	44	46	48	63,1	14	4,51	12,56	56,61

1	47	44	46	48	50	35,3	9	3,92	12,56	49,26
1	49	46	48	50	52	37,2	12	3,10	12,56	38,94
1	51	48	50	52	54	24,4	6	4,07	12,56	51,08
1	53	50	52	54	56	12,6	5	2,52	12,56	31,65
1	55	52	54	56	58	33,3	11	3,03	12,56	38,02
1	57	54	56	58	60	33,7	7	4,81	12,56	60,47
2	5	0	4	6	10	10,7	13	0,82	37,68	31,01
2	7	2	6	8	12	6,8	13	0,52	37,68	19,71
2	9	4	8	10	14	6,5	16	0,41	37,68	15,31
2	11	6	10	12	16	5	36	0,14	37,68	5,23
2	13	8	12	14	18	6,4	13	0,49	37,68	18,55
2	15	10	14	16	20	9,8	15	0,65	37,68	24,62
2	17	12	16	18	22	14,3	8	1,79	37,68	67,35
2	19	14	18	20	24	7,1	10	0,71	37,68	26,75
2	21	16	20	22	26	22,7	11	2,06	37,68	77,76
2	23	18	22	24	28	16,5	14	1,18	37,68	44,41
2	25	20	24	26	30	15,7	7	2,24	37,68	84,51
2	27	22	26	28	32	13,5	7	1,93	37,68	72,67
2	29	24	28	30	34	9,2	8	1,15	37,68	43,33
2	31	26	30	32	36	8,1	11	0,74	37,68	27,75
2	33	28	32	34	38	6,8	6	1,13	37,68	42,70
2	35	30	34	36	40	6,2	8	0,78	37,68	29,20
2	37	32	36	38	42	9,8	10	0,98	37,68	36,93
2	39	34	38	40	44	16,8	15	1,12	37,68	42,20
2	41	36	40	42	46	10,9	18	0,61	37,68	22,82
2	43	38	42	44	48	9,1	9	1,01	37,68	38,10
2	45	40	44	46	50	6,8	8	0,85	37,68	32,03
2	47	42	46	48	52	11,2	14	0,80	37,68	30,14
2	49	44	48	50	54	8,4	7	1,20	37,68	45,22
2	51	46	50	52	56	18,6	14	1,33	37,68	50,06
2	53	48	52	54	58	14,7	12	1,23	37,68	46,16
2	55	50	54	56	60	22,3	12	1,86	37,68	70,02
3	7	0	6	8	14	21,3	48	0,44	75,36	33,44
3	9	2	8	10	16	18,1	30	0,60	75,36	45,47
3	11	4	10	12	18	14,9	34	0,44	75,36	33,03
3	13	6	12	14	20	26	62	0,42	75,36	31,60
3	15	8	14	16	22	19,4	52	0,37	75,36	28,12
3	17	10	16	18	24	41,8	46	0,91	75,36	68,48
3	19	12	18	20	26	19,6	41	0,48	75,36	36,03
3	21	14	20	22	28	22	37	0,59	75,36	44,81
3	23	16	22	24	30	9,8	27	0,36	75,36	27,35
3	25	18	24	26	32	19,4	34	0,57	75,36	43,00

3	27	20	26	28	34	19,8	39	0,51	75,36	38,26
3	29	22	28	30	36	13	39	0,33	75,36	25,12
3	31	24	30	32	38	22,6	34	0,66	75,36	50,09
3	33	26	32	34	40	14,5	35	0,41	75,36	31,22
3	35	28	34	36	42	10,2	41	0,25	75,36	18,75
3	37	30	36	38	44	12,5	46	0,27	75,36	20,48
3	39	32	38	40	46	10,2	52	0,20	75,36	14,78
3	41	34	40	42	48	9	40	0,23	75,36	16,96
3	43	36	42	44	50	19,1	58	0,33	75,36	24,82
3	45	38	44	46	52	11,3	40	0,28	75,36	21,29
3	47	40	46	48	54	8,5	41	0,21	75,36	15,62
3	49	42	48	50	56	9,6	37	0,26	75,36	19,55
3	51	44	50	52	58	10,2	43	0,24	75,36	17,88
3	53	46	52	54	60	12	47	0,26	75,36	19,24
3	9	0	8	10	18	5,2	46	0,11	75,36	8,52
3	11	2	10	12	20	7,6	47	0,16	75,36	12,19
4	13	4	12	14	22	6,3	32	0,20	125,6	24,73
4	15	6	14	16	24	7,1	47	0,15	125,6	18,97
4	17	8	16	18	26	9,2	46	0,20	125,6	25,12
4	19	10	18	20	28	4,3	43	0,10	125,6	12,56
4	21	12	20	22	30	8,7	47	0,19	125,6	23,25
4	23	14	22	24	32	4,5	42	0,11	125,6	13,46
4	25	16	24	26	34	6,7	36	0,19	125,6	23,38
4	27	18	26	28	36	6,3	32	0,20	125,6	24,73
4	29	20	28	30	38	3,9	39	0,10	125,6	12,56
4	31	22	30	32	40	7,4	36	0,21	125,6	25,82
4	33	24	32	34	42	7,8	41	0,19	125,6	23,89
4	35	26	34	36	44	3,2	38	0,08	125,6	10,58
4	37	28	36	38	46	6,9	42	0,16	125,6	20,63
4	39	30	38	40	48	5,2	40	0,13	125,6	16,33
4	41	32	40	42	50	3,2	44	0,07	125,6	9,13
4	43	34	42	44	52	9,7	41	0,24	125,6	29,72
4	45	36	44	46	54	3,9	39	0,10	125,6	12,56
4	47	38	46	48	56	5,1	36	0,14	125,6	17,79
4	49	40	48	50	58	4,6	79	0,06	125,6	7,31
4	51	42	50	52	60	13,1	77	0,17	125,6	21,37
5	11	0	10	12	22	4,5	39	0,12	188,4	21,74
5	13	2	12	14	24	3,1	43	0,07	188,4	13,58
5	15	4	14	16	26	4,1	37	0,11	188,4	20,88
5	17	6	16	18	28	3,6	46	0,08	188,4	14,74
5	19	8	18	20	30	5,1	52	0,10	188,4	18,48
5	21	10	20	22	32	6,2	76	0,08	188,4	15,37

5	23	12	22	24	34	9,9	77	0,13	188,4	24,22
5	25	14	24	26	36	4,9	59	0,08	188,4	15,65
5	27	16	26	28	38	3,8	49	0,08	188,4	14,61
5	29	18	28	30	40	3,8	35	0,11	188,4	20,45
5	31	20	30	32	42	3,9	34	0,11	188,4	21,61
5	33	22	32	34	44	3,9	39	0,10	188,4	18,84
5	35	24	34	36	46	5,6	58	0,10	188,4	18,19
5	37	26	36	38	48	3,8	39	0,10	188,4	18,36
5	39	28	38	40	50	3,2	32	0,10	188,4	18,84
5	41	30	40	42	52	5,3	56	0,09	188,4	17,83
5	43	32	42	44	54	4,8	41	0,12	188,4	22,06
5	45	34	44	46	56	4,2	29	0,14	188,4	27,29
5	47	36	46	48	58	4,5	38	0,12	188,4	22,31
5	49	38	48	50	60	2,7	49	0,06	188,4	10,38
6	13	0	12	14	26	2,7	30	0,09	263,76	23,74
6	15	2	14	16	28	2,9	45	0,06	263,76	17,00
6	17	4	16	18	30	2,5	32	0,08	263,76	20,61
6	19	6	18	20	32	6,3	59	0,11	263,76	28,16
6	21	8	20	22	34	3,5	41	0,09	263,76	22,52
6	23	10	22	24	36	3,6	42	0,09	263,76	22,61
6	25	12	24	26	38	3,9	38	0,10	263,76	27,07
6	27	14	26	28	40	2,4	38	0,06	263,76	16,66
6	29	16	28	30	42	1,4	40	0,04	263,76	9,23
6	31	18	30	32	44	2,1	37	0,06	263,76	14,97
6	33	20	32	34	46	4,9	45	0,11	263,76	28,72
6	35	22	34	36	48	4,8	40	0,12	263,76	31,65
6	37	24	36	38	50	5,8	43	0,13	263,76	35,58
6	39	26	38	40	52	2,5	46	0,05	263,76	14,33
6	41	28	40	42	54	2,3	34	0,07	263,76	17,84
6	43	30	42	44	56	1,5	36	0,04	263,76	10,99
6	45	32	44	46	58	3,1	65	0,05	263,76	12,58
6	47	34	46	48	60	6,3	73	0,09	263,76	22,76
7	15	0	14	16	30	2	40	0,05	351,68	17,58
7	17	2	16	18	32	2,6	42	0,06	351,68	21,77
7	19	4	18	20	34	2,5	69	0,04	351,68	12,74
7	21	6	20	22	36	3,3	69	0,05	351,68	16,82
7	23	8	22	24	38	2,5	41	0,06	351,68	21,44
7	25	10	24	26	40	1,3	41	0,03	351,68	11,15
7	27	12	26	28	42	1,9	52	0,04	351,68	12,85
7	29	14	28	30	44	2,6	44	0,06	351,68	20,78
7	31	16	30	32	46	2,5	30	0,08	351,68	29,31
7	33	18	32	34	48	2,1	29	0,07	351,68	25,47

7	35	20	34	36	50	2,8	36	0,08	351,68	27,35
7	37	22	36	38	52	2,1	34	0,06	351,68	21,72
7	39	24	38	40	54	2,9	30	0,10	351,68	34,00
7	41	26	40	42	56	2,1	31	0,07	351,68	23,82
7	43	28	42	44	58	2,6	30	0,09	351,68	30,48
7	45	30	44	46	60	2,3	47	0,05	351,68	17,21
8	17	0	16	18	34	2,7	42	0,06	452,16	29,07
8	19	2	18	20	36	4,7	32	0,15	452,16	66,41
8	21	4	20	22	38	6,9	35	0,20	452,16	89,14
8	23	6	22	24	40	3,8	42	0,09	452,16	40,91
8	25	8	24	26	42	4,5	46	0,10	452,16	44,23
8	27	10	26	28	44	12,1	32	0,38	452,16	170,97
8	29	12	28	30	46	14,1	46	0,31	452,16	138,60
8	31	14	30	32	48	10,7	36	0,30	452,16	134,39
8	33	16	32	34	50	10,6	25	0,42	452,16	191,72
8	35	18	34	36	52	5,3	54	0,10	452,16	44,38
8	37	20	36	38	54	2,2	33	0,07	452,16	30,14
8	39	22	38	40	56	6	27	0,22	452,16	100,48
8	41	24	40	42	58	4,5	38	0,12	452,16	53,55
8	43	26	42	44	60	2,4	46	0,05	452,16	23,59
9	19	0	18	20	38	1,3	25	0,05	565,2	29,39
9	21	2	20	22	40	3,5	30	0,12	565,2	65,94
9	23	4	22	24	42	2,6	50	0,05	565,2	29,39
9	25	6	24	26	44	3,1	43	0,07	565,2	40,75
9	27	8	26	28	46	2,4	59	0,04	565,2	22,99
9	29	10	28	30	48	2,6	46	0,06	565,2	31,95
9	31	12	30	32	50	3,3	29	0,11	565,2	64,32
9	33	14	32	34	52	3,1	51	0,06	565,2	34,36
9	35	16	34	36	54	1,6	34	0,05	565,2	26,60
9	37	18	36	38	56	2,8	40	0,07	565,2	39,56
9	39	20	38	40	58	2,6	36	0,07	565,2	40,82
9	41	22	40	42	60	2,4	36	0,07	565,2	37,68

Lampiran B. Gambar dan Dokumentasi



(a)



(b)

Gambar B.1 (a) dan (b) Pengambilan data penelitian di Fakultas MIPA



(a)



(b)

Gambar B.2 (a) dan (b) Pengambilan data penelitian di Fakultas Teknik



(a)



(b)

Gambar B.3 (a) dan (b) Pengambilan data penelitian di Rusunawi



(a)



(b)

Gambar B.4 (a) dan (b) Pengambilan data penelitian di Fakultas Keperawatan



(a)



(b)

Gambar B.5 (a) dan (b) Pengambilan data penelitian di Rusunawa