



**APLIKASI METODE *SELF POTENTIAL* UNTUK
MENENTUKAN POLA ALIRAN AIR ARTESIS
DI PTPN XII JEMBER**

SKRIPSI

Oleh:
NUR INDAH NAVRATAMA
NIM 091810201040

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



**APLIKASI METODE *SELF POTENTIAL* UNTUK
MENENTUKAN POLA ALIRAN AIR ARTESIS
DI PTPN XII JEMBER**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Progam Studi Fisika (S1)
dan mencapai gelar sarjana *sains*

Oleh:

**NUR INDAH NAVRATAMA
NIM 091810201040**

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

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang serta shalawat kepada Nabi Muhammad, dengan segala kerendahan hati dan rasa syukur mengucapkan Alhamdulillah. Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
2. Ibunda Suyahmi dan Ayahanda Sujito yang tercinta;
3. Adik Nurvan Surya Pratama dan seluruh keluarga besar;
4. Guru-guru dari taman kanak kanak sampai madrasah aliyah dan dosen-dosen perguruan tinggi.

MOTTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang berilmu pengetahuan beberapa derajat.

*Terjemahan Al-Mujadillah : 11 *)*

*) Departemen Agama RI. 2005. *Al-Qur'an dan Terjemahannya*. Bandung : CV penerbit jumanatul 'ali-art.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Indah Navratama

Nim : 091810201040

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Aplikasi Metode *Self Potential* untuk Menentukan Pola Aliran Air Artesis di PTPN XII Jember” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

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

Jember, Oktober 2015

Yang menyatakan,

Nur Indah Navratama

NIM 091810201040

SKRIPSI

**APLIKASI METODE *SELF POTENTIAL* UNTUK
MENENTUKAN POLA ALIRAN AIR ARTESIS
DI PTPN XII JEMBER**

Oleh:

Nur Indah Navratama
NIM 091810201040

Pembimbing:

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Aplikasi Metode *Self Potential* untuk Menentukan Pola Aliran Air Artesis di PTPN XII Jember” telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada :

hari :

tanggal :

tempat : Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Jember

Tim Penguji :

Ketua

Sekretaris

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

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

Penguji I

Penguji II

Ir. Misto, M.Si.
NIP 195911211991031002

Endhah Purwandari, S.Si, M.Si.
NIP 198111112005012001

Mengesahkan
Dekan,

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

RINGKASAN

Aplikasi Metode *Self Potential* untuk Menentukan Pola Aliran Air Artesis di PTPN XII Jember; Nur Indah Navratama; 091810201040; 2015; 71 halaman; Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Air adalah kebutuhan yang sangat mutlak bagi manusia secara langsung berdampak pada kesejahteraan hidup. Sampai saat ini air tanah masih menjadi solusi untuk menanggulangi permasalahan kebutuhan air bersih, karena air tanah memiliki banyak kelebihan dibanding sumber air yang lain. Jenis air tanah berdasarkan letak kedalamannya ada dua yaitu air freatis (air tanah dangkal) yang kedalamannya kurang dari 100 meter dan air artesis (air tanah dalam) yang kedalamannya lebih dari 100 meter. Air artesis memiliki manfaat yaitu untuk wilayah yang kebutuhan air bersihnya belum sepenuhnya dapat dipenuhi dengan baik, terutama kelompok masyarakat perdesaan yang tinggal di kawasan yang jauh dari kelengkapan dan ketersediaan infrastruktur untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Namun disamping itu jika pemanfaatannya terlalu berlebihan maka dapat menyebabkan penurunan muka air tanah dan pemborosan air yang mengakibatkan kontaminasi. Sedangkan untuk proses pencarian air artesis membutuhkan banyak biaya, oleh karena itu dilakukan penelitian.

Air artesis juga banyak terdapat di Jember, diantaranya di lahan perkebunan karet PTPN XII Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember. PTPN XII melakukan pengeboran air artesis sedalam 200 m hingga 250 m. Biasanya satu sumur artesis digunakan untuk beberapa lahan perkebunan. Sedangkan untuk proses pencarian air artesis tersebut juga perlu penyelidikan yang membutuhkan biaya cukup mahal. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan menggunakan metode *self potential* konfigurasi gradien potensial.

Luas daerah yang diteliti adalah 108.900 m² dengan panjang dan lebar lintasan 330 m dimana spasi antar elektroda 30 m. Topografi lahan perkebunan karet PTPN XII Desa Klatakan Jember Jawa Timur mempunyai ketinggian rata-rata 97 m yang berada diantara 84 m hingga 110 m di atas permukaan laut (MSL). Penelitian yang telah dilakukan didapatkan 288 nilai potensial, latitude, longitude dan elevasi. Hubungan antara metode *self potential* dengan penentuan pola air artesis di PTPN XII Jember merupakan aplikasi dari potensial elektrokinetik, yaitu adanya air yang mengalir melalui media berpori dan akan menghasilkan beda potensial listrik untuk mendeteksi bawah permukaan sehingga menghasilkan nilai potensial negatif, yang muncul akibat dari pergerakan air tanah.

Metode *self potential* dapat menentukan struktur bawah permukaan air artesis di lahan perkebunan karet PTPN XII Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember. Hal tersebut ditunjukkan dari peta kontur yang diperoleh, dapat diketahui struktur bawah permukaan berdasarkan sifat resistif tanah dan konduktif tanah. Terindikasi dengan tingginya nilai potensial yang terukur, yang secara numerik bernilai positif, maka tanah tersebut bersifat resistif, dan sebaliknya. Dapat diinterpretasi bahwa daerah penelitian merupakan dominan resistif dan beberapa titik pengambilan data terlihat konduktif pada lintasan 3, lintasan 4, lintasan 10, lintasan 13, lintasan 17 dan lintasan 23. Dan sifat konduktif tanah yang cukup besar terlihat pada lintasan 4 dan lintasan 17. Pada Pola aliran air bawah permukaan di lahan perkebunan karet PTPN XII Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember berarah dari utara menuju arah selatan mengikuti topografi daerah penelitian. Pola aliran air terlihat hampir sepanjang lintasan 4 dan juga terlihat pada lintasan 17 seperti bentuk irisan aliran air yang terlihat pada lintasan 4.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Aplikasi Metode Self Potential untuk Menentukan Pola Aliran Air Artesis di PTPN XII Jember*”. Penyusunan skripsi ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Nurul Priyantari, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bapak Puguh Hiskiawan, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota, yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Bapak Ir. Misto, M.Si., selaku Dosen Penguji I serta selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Ibu Endhah Purwandari, S.Si., M.Si., sebagai Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan, saran, dan perhatian untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini;
3. PT Perkebunan Nusantara XII (Persero) Wilayah II Jember, yang telah mengizinkan penelitian di Kebun Banjarsari bagian Klatakan dan terima kasih atas segala bantuannya;
4. Bapak Prof. Drs. Kusno, DEA., Ph.D. selaku Dekan FMIPA Universitas Jember dan Bapak Dr. Artoto Arkundarto, S.Si., M.Si., selaku ketua Jurusan Fisika FMIPA Universitas Jember;
5. Ayahanda Sujito dan Ibunda Suyahmi, yang telah memberikan semangat, do'a dan segala kebutuhan;
6. Seluruh Dosen, staf dan karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini;

7. Mahasiswa Fisika FMIPA Universitas Jember angkatan 2009 yang telah memberikan bantuan, motivasi dan do'a;
8. Mahasiswa Fisika FMIPA Universitas Jember angkatan 2013 hingga angkatan 2007, yang telah memberikan bantuan, semangat dan do'a;
9. Seluruh teman dan pihak di luar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu atas bantuan moril dan materiil.

Dengan diselesaikannya skripsi ini penulis berharap dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi pembaca.

Jember, Oktober 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Lokasi Penelitian	6
2.2 Metode Geolistrik	7
2.2.1 <i>Self Potential</i>	7
2.2.2 <i>Mekanisme Self Potential</i>	9
2.3 Akuifer	13

2.3.1 <i>Confined Aquifer</i> (Akuifer Tertekan)	14
2.3.2 <i>Unconfined Aquifer</i> (Akuifer Bebas).....	14
2.4 Konfigurasi Pengukuran pada Metode <i>Self Potential</i>	15
BAB 3. METODE PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.1.1 Tempat Penelitian	18
3.1.2 Waktu Penelitian	19
3.2 Desain lintasan	19
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	20
3.3.1 Alat	20
3.3.2 Bahan	23
3.4 Skema Kerja	23
3.5 Prosedur Pengambilan Data	24
3.5.1 Kalibrasi Alat	24
3.5.2 Pengambilan Data.....	25
3.5.3 Pengolahan Data.....	26
3.5.4 Analisa Data	26
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Hasil	27
4.2 Pembahasan	53
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	66

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Peta Lokasi Penelitian	6
2.2 Hubungan nilai anomali self potential dengan arah aliran air	10
2.3 Arah arus listrik (tanda panah) akan selalu tegak lurus terhadap bidang ekipotensial. Arah aliran fluida searah dengan arah arus listrik	11
2.4 Skema Penampang Akuifer Bebas dan Akuifer Tertekan.....	15
2.5 Konfigurasi gradien potensial pengukuran pada <i>self potential</i>	16
2.6 Konfigurasi potensial amplitudo pengukuran pada <i>self potential</i>	17
3.1 Lokasi Penelitian di wilayah PTPN XII Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember.....	18
3.2 Desain Lintasan penelitian di wilayah PTPN XII Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember	19
3.3 GPS (Global Positioning System) merk Garmin tipe 76 CS	20
3.4 Kendi	21
3.5 Alat drill sederhana	22
3.6 Skema Kerja Penelitian	24
3.7 Kalibrasi <i>porous pot</i>	25
4.1 Topografi lahan perkebunan karet PTPN XII Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember dalam koordinat UTM WGS 84.....	27
4.2 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 1	29
4.3 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 2.....	30
4.4 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 3.....	31
4.5 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 4.....	32
4.6 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 5.....	33
4.7 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 6.....	34

4.8 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 7.....	35
4.9 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 8.....	36
4.10 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 9.....	37
4.11 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 10.....	38
4.12 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 11.....	39
4.13 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 12.....	40
4.14 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 13.....	41
4.15 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 14.....	42
4.16 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 15.....	44
4.17 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 16.....	45
4.18 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 17.....	46
4.19 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 18.....	47
4.20 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 19.....	48
4.21 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 20.....	49
4.22 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 21.....	50
4.23 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 22.....	51
4.24 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 23.....	52
4.25 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 24.....	53
4.26 Peta kontur titik titik pengukuran lintasan 1 hingga lintasan 12.....	54
4.27 Peta kontur titik titik pengukuran lintasan 13 hingga lintasan 24.....	56
4.28 Peta kontur lintasan 1 hingga lintasan 12 berdasarkan sebaran nilai potensial.	58
4.29 Peta kontur lintasan 13 hingga lintasan 24 berdasarkan sebaran nilai potensial.	59

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Tipe anomali <i>self potential</i> dari beberapa sumber mineral	8
4.1 Nilai potensial lintasan 1 sampai lintasan 12.....	27
4.1 Nilai potensial lintasan 13 sampai lintasan 24	38

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air adalah kebutuhan yang sangat mutlak bagi manusia secara langsung berdampak pada kesejahteraan hidup. Air tidak hanya untuk keperluan hidup sehari-hari seperti makan dan minum, akan tetapi juga untuk pertanian, perkebunan, industri, irigasi dan banyak lagi kegunaannya. Populasi penduduk yang meningkat dengan cepat menyebabkan kebutuhan air semakin bertambah. Menurut Anna, *et al* (2007) peningkatan kebutuhan air ini bukan hanya disebabkan oleh penambahan penduduk, akan tetapi juga oleh majunya peradaban manusia. Dengan demikian kebutuhan air masa mendatang akan terus bertambah sesuai dengan perkembangan dan dinamika penduduk termasuk kemajuan teknologi yang digunakan.

Sampai saat ini air tanah masih menjadi solusi untuk menanggulangi permasalahan kebutuhan air bersih, karena air tanah memiliki banyak kelebihan dibanding sumber air yang lain. Menurut Anna, *et al* (2007) keunggulan dari sumber air tanah adalah kualitasnya lebih baik dari sumber air lainnya, karena pengaruh kontaminasi atau pencemaran dari lingkungannya relatif kecil.

Jenis air tanah berdasarkan letak kedalamannya ada dua yaitu air freatis (air tanah dangkal) yang kedalamannya kurang dari 100 meter dan air artesis (air tanah dalam) yang kedalamannya lebih dari 100 meter. Indikasi potensi air artesis dapat dilihat dari adanya keberadaan gunung, dan permukaan tanahnya mempunyai batuan yang mempunyai porositas yang besar, sehingga dapat meloloskan air hujan dengan mudah.

Lokasi air artesis di Indonesia yang pernah dilakukan penelitian terdapat di beberapa daerah diantaranya di Surakarta, Pasuruan, Semarang, dan Malang. Penelitian tentang air artesis tersebut dilakukan oleh Cholil (1998) yang menganalisis

penurunan muka air tanah di Surakarta. Wandowo, *et al* (2005) menyelidiki air artesis dengan teknik isotop alam di Pasuruan. Mifbakhuddin (2010) melakukan penelitian tentang pengaruh ketebalan karbon aktif sebagai media filter terhadap penurunan kesadahan air sumur artesis di Semarang. Sudaryanto dan Lubis (2011) menentukan lokasi pengambilan air tanah dengan pelacak isotop stabil ^{18}O dan ^2H di cekungan air tanah dataran rendah di Semarang. Dan Abduh (2012) tentang kapasitas debit air artesis di Malang.

Menurut Cholil (1998) pengambilan air artesis yang dilakukan secara berlebihan dan kurang efisien dapat menimbulkan dampak negatif terhadap penurunan muka air tanah dan mengakibatkan rusaknya keseimbangan air tanah secara permanen. Selain dampak negatif, air artesis juga memiliki manfaat yaitu untuk wilayah yang kebutuhan air bersihnya belum sepenuhnya dapat dipenuhi dengan baik, terutama kelompok masyarakat perdesaan yang tinggal di kawasan yang jauh dari kelengkapan dan ketersediaan infrastruktur untuk memenuhi kebutuhan air bersih (Rahayu, 2011).

Air artesis juga banyak terdapat di Kabupaten Jember, diantaranya di Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember. Hampir sebagian masyarakat di daerah ini memanfaatkan air artesis dalam kehidupan sehari-hari, selain itu juga digunakan di perkebunan. PTPN XII adalah salah satu yang memanfaatkan air artesis untuk perkebunan. Pengambilan air artesis dilakukan dengan cara pengeboran sedalam 200 meter hingga 250 meter. Biasanya satu sumur artesis digunakan untuk beberapa lahan perkebunan. Sebelum pengambilan air artesis dengan menggunakan bor ini dilakukan, terlebih dahulu dilakukan penyelidikan awal pada permukaan tanah untuk mengetahui keberadaan air artesis. Selain biaya pengeboran yang cukup mahal, biaya penyelidikan air artesis juga dapat dibilang cukup mahal.

Pendugaan keadaan bawah permukaan bumi dengan menggunakan metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang sering diterapkan. Salah satu teknik geolistrik yang sering digunakan untuk membantu menganalisis dan

menginterpretasikan kondisi geologi bawah permukaan adalah menggunakan metode *self potential*.

Metode *self potential* atau *spontaneous polarisation* ditemukan sejak tahun 1830 oleh Robert Fox yang menggunakan elektroda pelat tembaga yang terhubung pada galvanometer untuk mendeteksi bawah permukaan tanah. *Self potential* merupakan metode pasif yang pengukurannya tanpa menginjeksikan arus ke dalam permukaan bumi, perbedaan potensial alami tanah diukur antara dua titik di permukaan tanah. Potensial yang dapat diukur berkisar antara beberapa millivolt (mV) hingga satu volt. *Self potential* adalah potensial spontan yang ada di permukaan bumi yang diakibatkan oleh adanya proses mekanis ataupun yang dikontrol oleh air tanah. Proses mekanis yang menghasilkan potensial elektrolisis, terdiri dari tiga yaitu potensial elektrokinetik, potensial elektrokimia (potensial difusi dan potensial nerst) dan potensial mineralisasi (Reynold, 1997). Untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan dilakukan menggunakan metode *self potential* dengan konfigurasi pengukuran potensial gradien, konfigurasi ini dapat digunakan pada lintasan yang memiliki jarak yang cukup panjang.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan Naudet, *et al* (2004), Indriana, *et al* (2007), Ishido, *et al* (2010), Rachmawati (2010), Yuliatin (2013), dan Shofa, *et al* (2014) menyebutkan bahwa pengukuran menggunakan metode *self potential* dapat mendeteksi sebuah aliran fluida berdasarkan nilai beda potensial yang semakin besar sehingga menyebabkan potensial pada tempat-tempat di permukaan semakin kecil. Hal tersebut mengindikasikan air akan mengalir dari tempat yang berpotensi tinggi menuju tempat yang berpotensi rendah. Metode *self potential* pernah digunakan oleh Naudet, *et al* (2004) untuk mendeteksi rembesan limbah cair pada air tanah. Begitu pula dengan Indriana, *et al* (2007) yang menginterpretasikan bawah permukaan daerah Bledug Kuwu Kradenan Grobogan. Selain itu, juga pernah digunakan Ishido, *et al* (2010) untuk mengaplikasikan pada pengukuran reservoir panas bumi. Juga pernah digunakan Rachmawati (2010) untuk investigasi sebaran anomali di sekitar terowongan kereta api Mrawan-Jember. Kemudian Yuliatin (2013) yang

mendistribusikan data *self potential* di sekitar terowongan kereta api di Desa Garahan Jember. Serta, pernah digunakan Shofa, *et al* (2014) yang menginterpretasi pola aliran fluida panas bumi di lereng utara Gunung Telomoyo Kabupaten Semarang.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan Rachmawati (2010), Idianto (2010) dan Yuliatin (2013) menyebutkan bahwa metode *self potential* dapat mendeteksi aliran fluida bawah permukaan berdasarkan grafik nilai potensial dan peta kontur. Pada grafik nilai potensial jika bernilai negatif maka diduga adanya aliran air. Dan pada peta kontur terdapat tanda panah yang menunjukkan nilai potensial tinggi menuju potensial rendah dimana tanda panah menunjukkan pergerakan air bawah permukaan.

Berdasarkan latar belakang di atas penulis berkeinginan untuk melakukan penelitian tentang pola aliran air artesis di Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember dengan menggunakan metode *self potential*, dengan harapan pemetaan bawah permukaan terkait air artesis bisa didapatkan. Hal tersebut tentunya bermanfaat untuk masyarakat sekitar dalam memanfaatkan air artesis yang ada, sehingga penggunaan air artesis bisa lebih terstruktur dan terpetakan dengan baik dan dapat meminimalkan terjadinya penurunan muka air tanah.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang penelitian ini, maka permasalahan yang muncul adalah bagaimana struktur bawah permukaan dan pola aliran air artesis di PTPN XII Desa Klatakan Kecamatan Tanggul dengan menggunakan metode *self potential*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Penelitian dilakukan di wilayah PTPN XII Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember.
2. Konfigurasi pengukuran yang digunakan dalam penelitian adalah potensial gradien.
3. Penelitian dilakukan pada saat musim kemarau.
4. Larutan yang digunakan adalah CuSO_4 .

1.4 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan struktur bawah permukaan air artesis di Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember menggunakan metode *self potential*.
2. Mengetahui pola aliran air artesis di Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember menggunakan metode *self potential*.

1.5 Manfaat

Manfaat dari hasil penelitian ini yaitu :

1. Memberi informasi kepada masyarakat, mengenai kondisi bawah permukaan terkait pola aliran air artesis sehingga pemanfaatannya bisa lebih terstruktur sehingga meminimalkan dampak terjadinya penurunan muka air tanah;
2. Sebagai bahan masukan dan referensi bagi peneliti lain dalam mengembangkan penelitian tentang air artesis.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Lokasi Penelitian

PTPN XII Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember merupakan salah satu daerah yang memanfaatkan air artesis. Lokasi penelitian mempunyai lintasan yang berbentuk persegi. Berdasarkan data GPS (*Global Positioning System*) secara geografis lokasi penelitian berada di posisi $8^{\circ}10'44.7''$ LS, $113^{\circ}29'39.7''$ BT pada batas selatan bagian ujung barat, $8^{\circ}10'34.0''$ LS, $113^{\circ}29'40.8''$ BT pada batas utara bagian ujung barat, $8^{\circ}10'34.2''$ LS, $113^{\circ}29'50.9''$ BT pada batas utara bagian ujung timur, dan $8^{\circ}10'45.8''$ LS, $113^{\circ}29'50.7''$ BT pada batas selatan bagian ujung timur.



Gambar 2.1 Peta Lokasi Penelitian (Sumber : Google map, 2015)

2.2 Metode Geolistrik

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mendeteksi dan mempelajari sifat aliran listrik di dalam permukaan bumi. Pada pendeteksian aliran listrik di dalam permukaan bumi dapat terjadi secara alamiah maupun akibat arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi. Pada metode geolistrik terdapat beberapa macam metode yaitu metode *self potential*, metode resistivitas (*resistivity*), metode arus *telluric*, metode *magnetotelluric*, dan metode potensial terimbas (*induced polarization*) (Reynold, 1997).

2.2.1 Self Potential

Self potential merupakan salah satu metode eksplorasi sumber daya alam yang digunakan dalam geofisika. *Self potential* memanfaatkan keberadaan potensial listrik alami di dalam lapisan tanah. Potensial listrik alami ini bisa terjadi oleh berbagai faktor, diantaranya proses elektrokinetik, proses elektrokimia, dan proses mineralisasi. Proses proses tersebut membangkitkan potensial elektrokinetik, potensial elektrokimia (potensial difusi dan potensial nerst), dan potensial mineralisasi (Reynold, 1997).

Pada metode *self potential* digunakan elektroda yang ditanamkan ke dalam larutan jenuhnya, misalnya logam Cu dalam larutan CuSO_4 , Ag dalam larutan AgCl , Zn dalam larutan ZnSO_4 dan sebagainya. Logam dan larutan tersebut dikemas dalam sebuah wadah berbentuk pot berpori (*porous pot*). Penggunaan pot berpori tersebut dimaksudkan supaya larutan dapat merembes secara perlahan sehingga membuat kontak dengan tanah (Telford, 1990).

Pada umumnya *self potential* berkaitan dengan pelapukan tubuh mineral sulfide (*weathering of sulphide mineral body*). Aktivitas mekanis dan elektrokimia adalah penyebab dari *self potential* di permukaan bumi. Salah satu faktor pengontrol dalam proses ini adalah air tanah. Potensial ini juga berkaitan erat dengan pelapukan yang terjadi pada mineral, variasi sifat batuan, aktivitas biolistrik dari material

organik, korosi, perbedaan suhu dan tekanan dalam fluida di bawah permukaan dan fenomena-fenomena alam lainnya (Telford, 1990).

Self Potential dilakukan pada lintasan tertentu dengan tujuan untuk mengukur beda potensial dua potensial antara dua titik yang berbeda sebagai V_1 dan V_2 . Cara untuk melakukan pengukurannya ialah dengan menggunakan multimeter untuk mengukur nilai beda potensial dan dua buah elektroda untuk memperoleh kontak yang baik antara elektroda dan lapisan tanah. Tahanan *porous pot* selalu diusahakan sekecil mungkin, nilai potensial baru dilakukan setelah benar benar stabil. Umumnya *self potential* adalah metode yang diinterpretasikan secara kualitatif dan bukan metode yang menghitung berapa ukuran anomali dari suatu benda penyebab anomali, karena tidak dapat diketahui bentuk dari benda tersebut, densitas atau konsentrasi dari berbagai massa (Reynold, 1997).

Tabel 2.1 Tipe anomali *self potential* dari beberapa sumber mineral

Sumber	Tipe Anomali
Potensial mineral	
Sulfida (pirit, kalkopirit, pirhotit, spharelite, galena) Grapite Magnetit dan bahan mineral konduksi elektronik Coal Mangan Kuarsa Pegmatite	Negatif \approx ratusan mV Positif \approx puluhan mV
Potensial background	
Reaksi geokimia dan striming fluida Bioelektrik (pohon, tanaman) Pergerakan air tanah	Positif +/- negatif \leq 100 mV Negatif, \leq 300mV atau lebih Positif atau negatif lebih dari ratusan mV
Topografi	Negatif ,lebih dari 2V
Sumber : (Reynold (1997).	

Hasil akhir dari anomali *self potential* diperoleh data berupa nilai potensial terukur dengan jarak spasi tertentu yang kemudian dibuat grafik antara jarak lintasan dengan nilai potensial terukur yang kemudian disebut profil dan suatu peta kontur. Proses terjadinya potensial tidak dapat dijelaskan secara pasti, tetapi beberapa sumber alam mempunyai karakteristik tertentu yang berhubungan dengan anomali *self potential* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

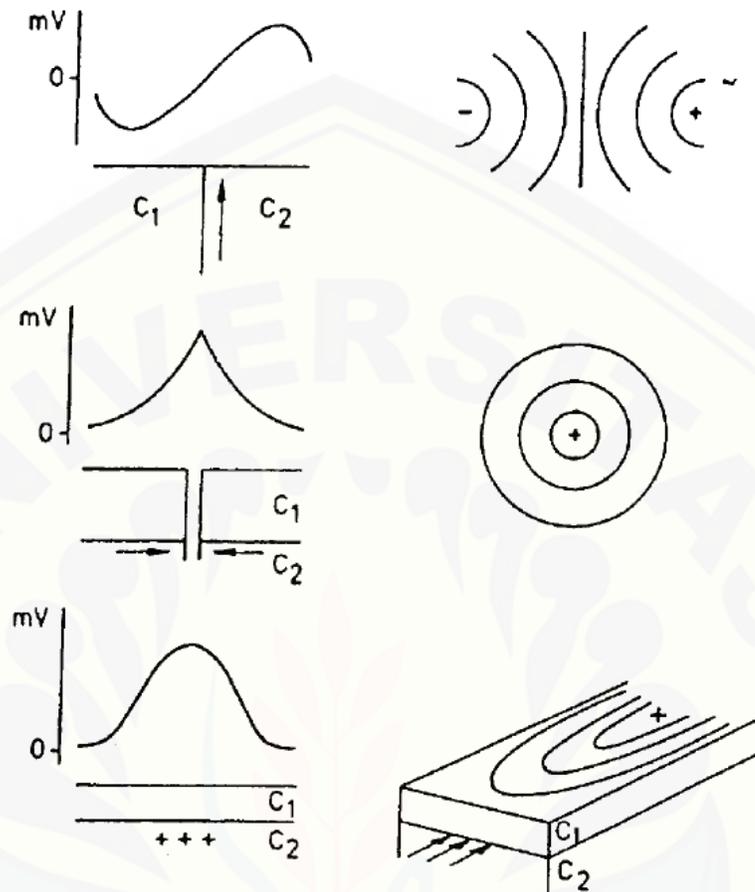
2.2.2 Mekanisme *Self Potential*

Metode *Self Potential* merupakan suatu metode survei geofisika yang dapat digunakan untuk mengeksplorasi sumber daya alam bawah permukaan. Metode *Self Potential* adalah salah satu metoda geolistrik yang memanfaatkan keberadaan potensial listrik alami di dalam bumi. Mekanisme terjadinya potensial listrik alami karena beberapa faktor (Reynold, 1997):

a. Potensial Elektrokinetik (elektrofiltrasi, elektromekanik atau *streaming* potensial)

Menurut Ishido, *et al* (2010) potensial elektrokinetik adalah fluida yang mengalir melalui media berpori dan akan menghasilkan beda potensial listrik, jadi beda tekanan hidrostatislah yang akan menimbulkan beda potensial listrik tersebut. Potensial aliran fluida ditunjukkan oleh Gambar 2.2.

Menurut Reynold (1997) pada Gambar 2.2 menunjukkan bahwa potensial aliran air muncul ketika air mengalir ke dalam pasir atau pori-pori batuan pada daerah-daerah dengan curah hujan tinggi, bertopografi, dan memiliki batuan yang berporositas tinggi. Potensial cenderung meningkat lebih besar (ke arah positif) searah dengan aliran air.



Gambar 2.2 Hubungan nilai anomali *self potential* dengan arah aliran air (Reynold, 1997)

Besarnya resultan beda potensial untuk aliran pada sebuah pipa kapiler yang berisi cairan elektrolit adalah (Reynold, 1997):

$$E_k = \frac{\varepsilon \rho \zeta}{4\pi \eta} p \quad 2.1$$

dengan:

E_k = potensial gradien pipa kapiler yang berisi cairan elektrolit (Vm^{-1})

ε = konstanta dielektrik dari cairan elektrolit (farad/m)

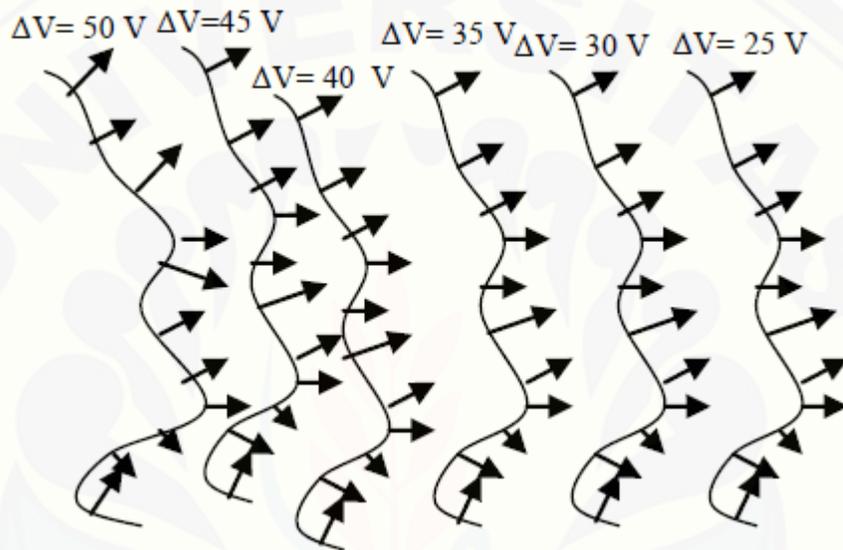
ρ = resistivitas cairan elektrolit (Ωm)

ζ = parameter yang ditentukan oleh material dinding pipa kapiler cairan elektrolit (mV)

η = viskositas dinamis elektrolit (Ns/m²)

p = tekanan gradien (N/m²)

Sesuai dengan formula tersebut maka aliran fluida akan searah dengan arah arus listrik. Hal ini bisa ditunjukkan dalam ilustrasi pada Gambar berikut:



Gambar 2.3 Arah arus listrik (tanda panah) akan selalu tegak lurus terhadap bidang ekuipotensial. Arah aliran fluida searah dengan arah arus listrik (Idianto, 2010)

b. Potensial Difusi

Menurut Reynold (1997) perbedaan mobilitas anion (ion positif) dan kation (ion negatif) dalam larutan yang konsentrasinya bervariasi akan menghasilkan perbedaan potensial. Hal ini hanya bisa terjadi jika konsentrasi elektrolit dibawah permukaan tanah bervariasi secara lokal. Apabila hal ini dihasilkan maka akan terbentuk potensial difusi (*liquid junction* atau *diffusion potential*) dan besarnya potensial dapat ditentukan dengan menggunakan hubungan sebagai berikut:

$$E_d = -\frac{R\theta(I_a - I_c)}{nF(I_a + I_c)} \ln\left(\frac{C_1}{C_2}\right) \quad 2.2$$

dengan:

- E_d = potensial gradien pipa kapiler yang berisi cairan elektrolit (Vm^{-1})
- R = konstanta gas (8,31 joule/ $^{\circ}\text{C}$)
- θ = temperatur absolute (K)
- I_a dan I_c = pergerakan anion dan kation
- n = muatan listrik/ion
- F = konstanta Faraday ($9,65 \times 10^4$ Cal/mol)
- C_1 dan C_2 = konsentrasi larutan (mol/m^3)

c. Potensial *Nerst* (*Shale*)

Menurut Telford (1990) jika dalam larutan yang homogen dengan konsentrasi larutan masing masing elektrode berbeda kemudian dicelupkan dua logam identik maka akan menghasilkan perbedaan potensial antara dua logam yang identik tersebut, potensial tersebut adalah potensial *nerst* (*shale*). Kombinasi antara potensial difusi dan potensial *nerst* disebut potensial elektrokimia.

Adapun menurut Reynold (1997) besarnya nilai potensial *nerst* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$E_s = -\frac{R\theta}{nF} \ln\left(\frac{C_1}{C_2}\right) \quad 2.3$$

dengan:

- E_s = potensial gradien pipa kapiler yang berisi cairan elektrolit (Vm^{-1})
- R = konstanta gas (8,31 joule/ $^{\circ}\text{C}$)
- θ = temperatur absolute (K)
- n = muatan listrik/ion
- F = konstanta Faraday ($9,65 \times 10^4$ Cal/mol)
- C_1 dan C_2 = konsentrasi larutan (mol/m^3)

d. Potensial Mineralisasi

Menurut Telford (1990) bila dua macam logam dimasukkan dalam suatu larutan homogen, maka pada logam tersebut akan timbul beda potensial. Beda potensial ini biasanya disebut sebagai potensial kontak elektrolit. Pada daerah yang banyak mengandung mineral, potensial kontak elektrolit dan potensial elektrokimia sering muncul dan dapat diukur di permukaan dimana mineral itu berada, sehingga dalam hal ini kedua proses munculnya potensial ini disebut juga dengan potensial mineralisasi. Potensial mineralisasi bernilai kurang dari 100 mV. Secara rata-rata pengukuran potensial dengan interval beberapa ribu meter, potensialnya selalu bertambah mendekati nol atau bisa dikatakan dari positif menuju negatif.

Elektron ditransfer melalui tubuh mineral dari pereduksi di bawah muka air tanah menuju pengoksidasi di atas muka air tanah (dekat permukaan). Tubuh mineral sendiri tidak berperan secara langsung dalam reaksi elektrokimia, tetapi bertindak sebagai konduktor untuk mentransfer elektron.

2.3 Akuifer

Menurut Kodoatie (1996, dalam Kodoatie, 2010) akuifer adalah suatu lapisan, formasi, atau kelompok formasi satuan geologi yang lolos air baik yang terkonsolidasi (misalnya batu pasir) maupun yang tidak terkonsolidasi (pasir lepas) dengan kondisi jenuh air dan mempunyai suatu besaran keterhantaran hidraulik (K) sehingga dapat membawa air (atau air dapat diambil) dalam jumlah yang ekonomis. Banyaknya air yang meresep ke dalam tanah bergantung pada ruang dan waktu, kecuraman lereng, kondisi permukaan tanah, banyaknya vegetasi, curah hujan dan kapasitas cekungan.

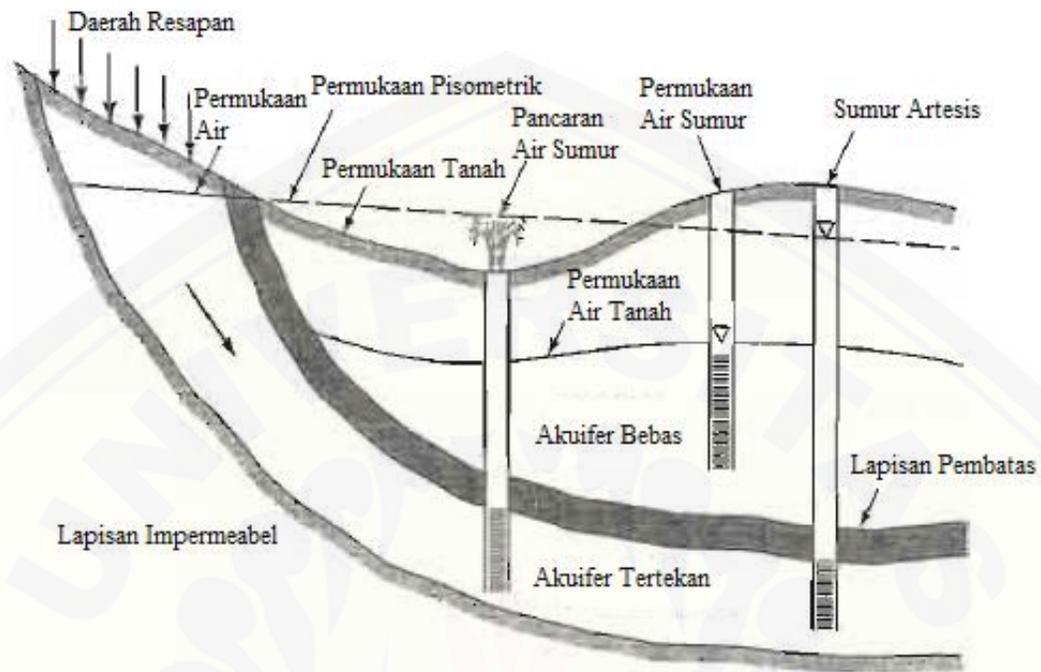
Menurut Kodoatie (2010) ditinjau dari sistemnya, jenis akuifer secara garis besar terdiri atas *confined aquifer* (akuifer tertekan) dan *unconfined aquifer* (akuifer bebas).

2.3.1 *Confined Aquifer* (Akuifer Tertekan)

Menurut Todd (2005) akuifer tertekan juga dikenal sebagai artesis atau akuifer tertekan, terjadi di mana air tanah tertekan di bawah tekanan besar dari atmosfer dengan lapisan kedap air. Akuifer tertekan berada di atas dan di bawah material impermeabel dan mengandung air tanah di bawah tekanan yang cukup besar, lebih besar daripada tekanan atmosfer disebut akuifer tertekan. Jika akuifer tertekan ini sedemikian hingga dapat keluar mencapai permukaan tanah, maka yang terjadi adalah semburan air tanah yang cukup kuat, air tanah semacam ini biasa disebut air artesis. Air artesis keluar ke permukaan bumi melalui mata air atau karena buatan manusia yaitu dengan pengeboran. Air artesis dikatakan positif apabila airnya dapat keluar sendiri melalui lubang bor, karena adanya tekanan hidrostatik. Apabila air artesis tersebut tidak keluar sendiri, maka disebut air artesis negatif (Cholil, 1998).

2.3.2 *Unconfined Aquifer* (Akuifer Bebas)

Menurut Todd (2005) akuifer bebas adalah akuifer jenuh air dimana air tanah dalam akuifer yang tertutup lapisan impermeabel yang memiliki lapisan dasar kedap air, tergantung pada daerah resapan dan debit, pengeboran sumur dan permeabilitas. Air tanah yang diperoleh dari akuifer bebas ini dikenal sebagai air tanah dangkal. Naik dan turun permukaan air sesuai pada perubahan volume air di tempat penyimpanan dalam akuifer. Permukaan air tanah di sumur dan air tanah bebas merupakan permukaan air bebas, jadi permukaan air tanah bebas merupakan batas antara zona jenuh dengan air tanah dan zona tak jenuh (zona aerosi) di atas zona jenuh.



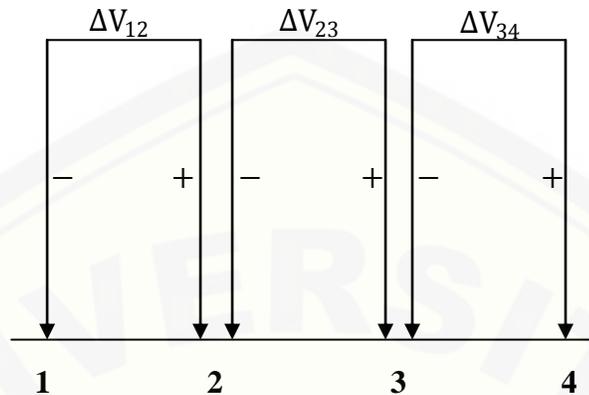
Gambar 2.4 Skema Penampang Akuifer Bebas dan Akuifer Tertekan (Todd, *et al*, 2005)

Akuifer bebas berasal dari infiltrasi air hujan pada permukaan tanah menuju ke bawah akibat gravitasi sehingga alirannya terhenti oleh adanya material impermeabel. Air tanah kemudian mulai terakumulasi di atas permukaan impermeabel. Secara bertahap mengisi ruang-ruang pori dan muncul kembali di atas permukaan tanah.

2.4 Konfigurasi Pengukuran pada Metode *Self Potential*

Menurut Reynold (1997) konfigurasi pengukuran pada *self potential* terbagi atas dua macam, yaitu:

1. Konfigurasi potensial gradien



Gambar 2.5 Konfigurasi potensial gradien pengukuran pada *self potential* (Idianto, 2010)

dimana:

ΔV_{12} = beda potensial antara titik 1 dan titik 2 (mV)

ΔV_{23} = beda potensial antara titik 2 dan titik 3 (mV)

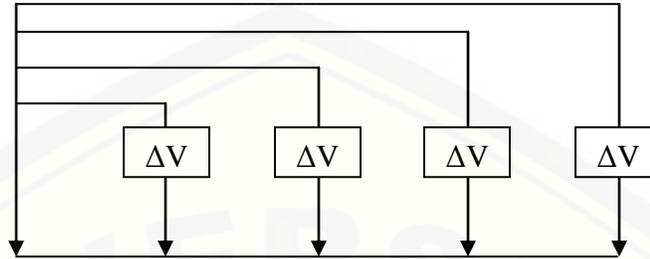
ΔV_{34} = beda potensial antara titik 3 dan titik 4 (mV)

Tanda + berarti elektroda positif

Tanda - berarti elektroda negatif

Pada konfigurasi potensial gradien, elektroda yang digunakan sebanyak dua buah. Elektroda dicelupkan ke dalam *porous pot* yang telah berisi larutan CuSO_4 . Untuk mendapatkan nilai beda potensial pada titik selanjutnya, kedua elektroda yang telah dimasukan ke dalam *porous pot* tersebut dipindahkan sepanjang jalur yang akan diukur menggunakan multimeter dengan jarak spasi tetap yang telah ditentukan. Multimeter tersebut telah dihubungkan dengan kabel pada kedua elektroda.

2. Konfigurasi potensial amplitudo.



Gambar 2.6 Konfigurasi potensial amplitudo pengukuran pada *self potential* (Idianto, 2010)

Pada konfigurasi potensial amplitudo juga menggunakan dua buah elektroda yang telah dimasukkan kedalam *porous pot*. Untuk mendapatkan nilai beda potensial pada titik selanjutnya, salah satu elektroda dibuat tetap berada pada satu titik acuan. Sedangkan elektroda yang lain berpindah pindah pada setiap pengukuran.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

3.1.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada lokasi yang berada di atas sumber air. Pada Gambar 3.1 dapat dilihat lokasi pengambilan data yang dilakukan di lahan perkebunan karet yang terletak di PTPN XII Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian di wilayah PTPN XII Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember

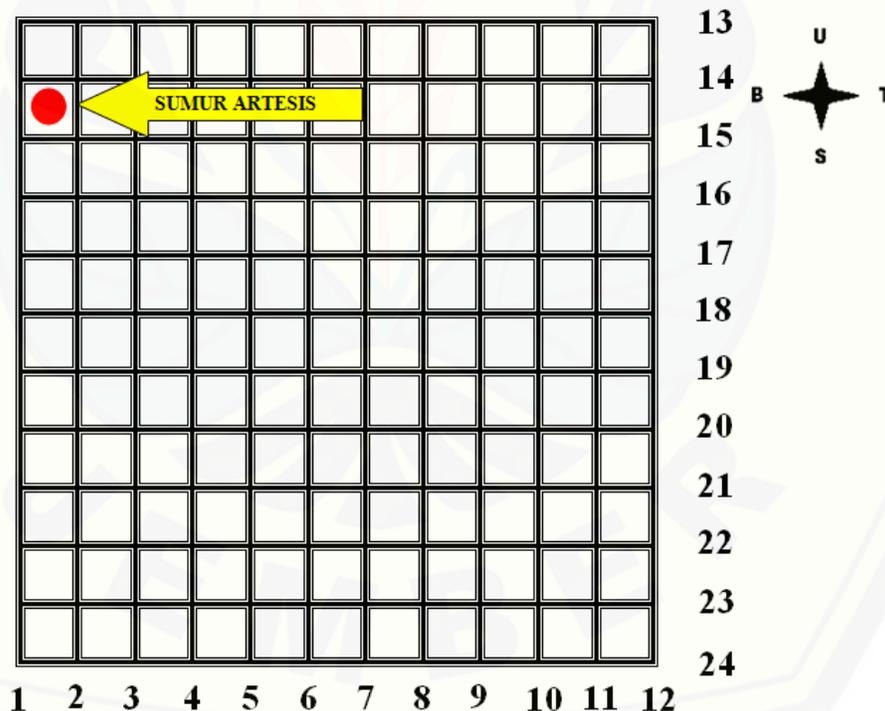
Pemilihan lokasi sebagai tempat penelitian dikarenakan letak lokasi yang cukup lapang sehingga memungkinkan dilakukan pengambilan data. Disamping itu, terdapat potensi air yang cukup besar sehingga menarik minat untuk mengetahui struktur bawah permukaan dan pola aliran air artesis. Jumlah lintasan pada penelitian ini yaitu 24 lintasan yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 dengan arah pengambilan data dari barat ke timur 12 lintasan dan dari selatan ke utara 12 lintasan. Pada Gambar 3.2 panjang setiap lintasan 330 meter dan jarak antar lintasan 30 meter.

3.1.2 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada 28 Juli 2013.

3.2 Desain lintasan

Desain lintasan penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Desain Lintasan penelitian di wilayah PTPN XII Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember

Keterangan Gambar 3.2 menunjukkan 24 lintasan penelitian. Pengambilan data lintasan 1 sampai lintasan 12 dari arah selatan ke arah utara, sedangkan lintasan 13 sampai lintasan 24 dari arah barat ke arah timur. Posisi sumur artesis berada diantara lintasan 14 dan lintasan 15 bagian ujung barat berbatasan dengan lintasan 1 dan lintasan 2, pada Gambar 3.2 ditunjukkan dengan tanda lingkaran merah.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Multimeter digital 4 buah.

Multimeter digunakan untuk mengukur nilai beda potensial diantara dua elektroda potensial.

2. Kabel 200 meter 4 buah.

Kabel digunakan untuk menghubungkan elektroda dengan multimeter digital.

3. GPS (*Global Positioning System*) merk Garmin tipe 76 CS.

GPS digunakan untuk mengetahui posisi lintang dan bujur serta setiap titik posisi pengambilan data.



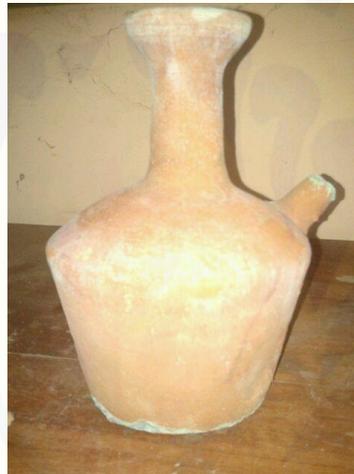
Gambar 3.3 GPS (*Global Positioning System*) merk Garmin tipe 76 CS

- Meteran 2 buah.

Meteran digunakan untuk mengukur panjang lintasan dan spasi lintasan.

- Porous pot* 16 buah.

Porous pot merupakan kendi yang terbuat dari gerabah berwarna merah bata dengan diameter bagian atas 11 cm, diameter bagian tengah 40 cm, diameter bagian bawah 31,5 cm dan tinggi 15 cm. Untuk mengetahui kendi tersebut bersih atau tidak, maka dilakukan kalibrasi.



Gambar 3.4 Kendi

- Elektroda 12 buah.

Elektroda digunakan untuk menentukan besarnya beda tegangan yang ditimbulkan. Elektroda terbuat dari kabel tembaga tunggal dengan panjang 50 cm serta bagian yang akan dimasukkan ke *porous pot* mempunyai bentuk *spiral*.

- Alat drill sederhana 4 buah.

Alat drill sederhana digunakan untuk membuat lubang pada permukaan tanah di titik yang akan ditanamkan *porous pot*.



Gambar 3.5 Alat drill sederhana

8. Spon.

Spon digunakan untuk menutup lubang agar tidak tumpah pada *porous pot* yang mempunyai bentuk lingkaran dengan lebar 1,5 cm seperti pada bagian atas *porous pot*.

9. Alat Tulis dan Formulir Data Pengukuran.

Alat Tulis dan Formulir Data Pengukuran digunakan untuk mencatat data hasil pengambilan data.

10. Jepit buaya 4 set

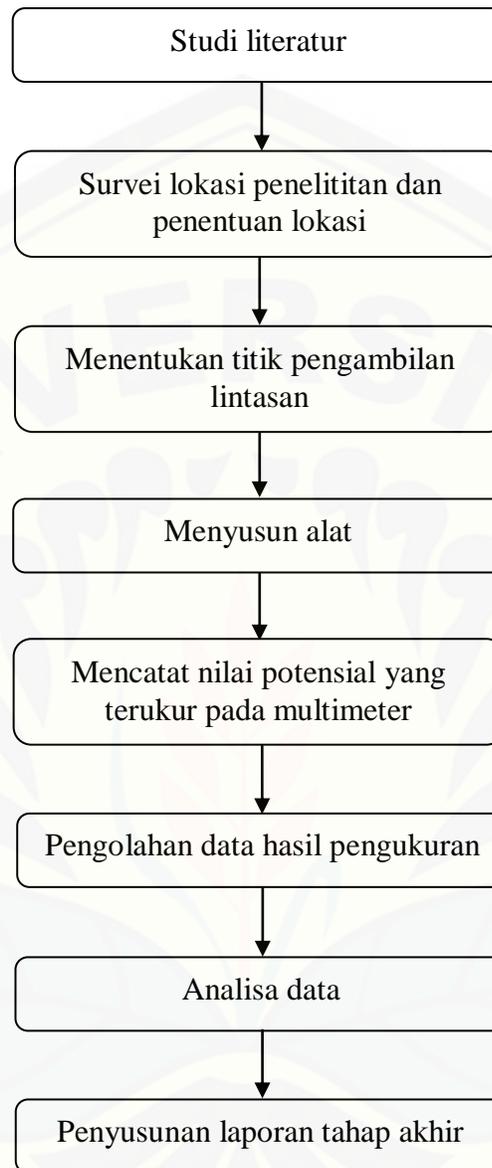
Jepit buaya digunakan untuk menjepit ujung elektroda dan kabel menuju multimeter.

3.3.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian adalah larutan CuSO_4 . Yang terbuat dari kristal CuSO_4 yang kemudian dilarutkan menggunakan aquades. Kristal CuSO_4 sebanyak 3 kg dan 10 liter aquades. Konsentrasi dari larutan CuSO_4 adalah 25% dari aquades. Larutan ini digunakan sebagai cairan elektrolit yang kemudian dituangkan sebanyak 500 ml pada *porous pot*.

3.4 Skema Kerja

Dalam penelitian terdapat beberapa langkah yang harus dilaksanakan. Langkah tersebut dapat digambarkan melalui skema kerja yang ditunjukkan oleh Gambar 3.6 :



Gambar 3.6 Skema Kerja Penelitian

3.5 Prosedur Pengambilan Data

3.5.1 Kalibrasi Alat

Sebelum melakukan pengukuran *self potential*, perlu dilakukan kalibrasi alat. Pengkalibrasian alat adalah untuk memperoleh data lapangan yang baik. Kalibrasi

porous pot dengan cara menanam kedua *porous pot* dengan elektroda telah dimasukkan ke dalam *porous pot* tersebut ke tanah dengan jarak yang dekat (sekitar 10 cm). Pada keadaan tersebut diukur beda potensialnya dengan penunjukannya harus lebih kecil atau sama dengan 2 millivolt, apabila ternyata lebih besar dari 2 millivolt, maka kemungkinannya dikarenakan *porous pot* tidak bersih. Oleh karena itu kedua *porous pot* harus dibersihkan lebih dahulu, kemudian dapat dituangkan dengan larutan CuSO_4 dengan konsentrasi sama di kedua *porous pot*.



Gambar 3.7 Kalibrasi *porous pot*

3.5.2 Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan multimeter. Konfigurasi yang digunakan adalah konfigurasi potensial gradien. Pada konfigurasi potensial gradien, elektroda yang digunakan sebanyak dua buah. Elektroda dimasukkan ke dalam *porous pot* yang telah berisi larutan CuSO_4 yang telah didiamkan selama 24 jam didalam *porous pot*. Untuk mendapatkan nilai beda potensial pada titik selanjutnya, kedua *porous pot* tersebut dipindahkan sepanjang jalur yang akan diukur menggunakan multimeter dengan jarak spasi tetap yang

ditentukan. Multimeter tersebut telah dihubungkan dengan kabel pada kedua elektroda. Pengambilan data pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.4.

3.5.3 Pengolahan Data

Dari hasil pengukuran akan didapatkan data *latitude*, *longitude*, elevasi dan nilai potensial. Kemudian dibuat grafik hubungan antara nilai potensial dan jarak lintasan pada masing masing lintasan dengan menggunakan *spread sheet*. Dan peta kontur diperoleh dari nilai *latitude*, *longitude*, elevasi dan nilai potensial. Tahap pengolahan data untuk memperoleh peta kontur dilakukan dengan menggunakan Surfer 9.0.

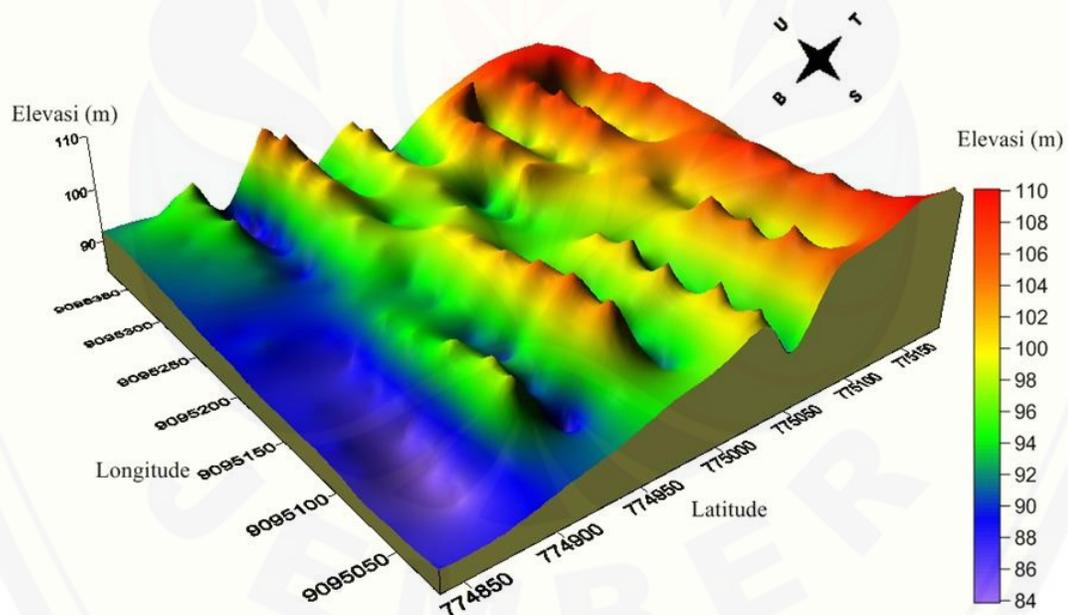
3.5.4 Analisa Data

Data *self potential* yang telah diolah menggunakan Surfer 9.0 untuk memperoleh keluaran peta kontur. Peta kontur berfungsi untuk mengetahui persebaran aliran air yang terjadi pada daerah penelitian. Pada peta kontur akan terdapat tanda panah yang terlihat nilai potensial tinggi menuju potensial rendah dimana tanda panah menunjukkan aliran air bawah permukaan tanah.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Lokasi yang dijadikan tempat pengukuran berada di Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember di sekitar sumur air artesis pada lahan perkebunan karet PTPN XII. Pengambilan data dilakukan pada bulan November 2014 pada pergantian musim kemarau ke musim penghujan. Luas daerah yang diteliti adalah 108.900 m^2 dengan panjang dan lebar lintasan 330 m, dimana spasi antar elektroda 30 m.



Gambar 4.1 Topografi lahan perkebunan karet PTPN XII Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember dalam koordinat UTM WGS 84

Gambar 4.1 diperoleh dari hasil pengambilan data *latitude* (lintang selatan), *longitude* (bujur timur), dan elevasi (ketinggian tanah). Gambar 4.1 menunjukkan peta kontur tiga dimensi hasil topografi lahan perkebunan karet PTPN XII Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember. Topografi adalah pemetaan bentuk permukaan bumi yang memiliki ketinggian di atas permukaan laut menjadi bentuk kontur. Pengukuran topografi tersebut menggunakan GPS dan didapatkan hasil koordinat geografis, kemudian diubah dalam koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) WGS (*World Geodetic System*) 84. Pada Gambar 4.1 *longitude* (9095350 hingga 9095050) menunjukkan bujur timur dan *latitude* (774850 hingga 775150) menunjukkan lintang selatan. Topografi lahan perkebunan karet PTPN XII mempunyai elevasi yang berada diantara 84 m hingga 110 m di atas permukaan laut MSL (*Mean Sea Level*). Pada bagian timur terlihat lebih tinggi dibandingkan bagian barat. Hasil pengukuran topografi pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Lampiran A pada kolom 5.

Pengukuran *self potential* dengan konfigurasi potensial gradien yang telah dilakukan ditunjukkan pada Tabel 4.1. Pada Tabel 4.1 menunjukkan nilai potensial dan jarak lintasan dari jarak 0 m hingga jarak 330 m pada lintasan 1 sampai lintasan 12.

Tabel 4.1 Nilai potensial lintasan 1 sampai lintasan 12

Jarak (m)	Nilai Potensial (mV) pada Setiap Lintasan											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	-0,28	5,2	-3,3	-0,7	1,5	1,8	3,1	9	4	-4,1	5,9	11,1
30	-5,3	3,3	-6,1	-9,7	4,6	4,4	7,3	3,8	5,8	-3	2,6	5,6
60	5,6	5,4	-0,9	-16,4	2	5	5	16,6	5,3	-4,7	4,7	14,2
90	3,6	2,2	-5	-3,2	6,8	4,6	5,7	6,6	2	-1,2	3,8	11,8
120	4,2	3,7	-5,3	-11,5	4,6	5,4	4,6	9,3	1,9	-1,8	3,6	-1,2
150	-2,6	6	-3,2	-12,1	7,6	1,1	5,5	6,2	2,4	-3,4	5,8	11,8
180	4,5	1,8	-2	-17,5	6,2	2,9	5,1	13,1	4,8	-3,3	1,3	9,9
210	2,6	4,8	-7,2	-12,2	3	3,6	3,4	9,2	8,4	-2,3	5,3	15,2
240	4,5	1,2	-4,6	-12,3	-1,9	5,5	5,8	8,6	5,8	-5,2	5,1	18,3

270	2,6	4,9	-3,6	-28,1	3,1	2,3	6,2	11,7	3,7	-5	4	3,2
300	3,2	5,8	-5,9	-2,4	2,9	4,5	2,2	3,6	5,5	-3,8	7,5	10,3
330	-2,1	1,8	-3,3	-1,2	4,3	1,2	7,5	15,8	0,5	-1,5	9,1	18,9

Lintasan 1 sampai lintasan 12 didapatkan nilai potensial yang berkisar antara $-28,1$ mV sampai $18,9$ mV, dan pada masing masing lintasan terdapat 12 titik pengambilan data. Pengambilan data lintasan 1 sampai lintasan 12 dari arah selatan menuju ke arah utara. Posisi sumur artesis berada diantara lintasan 14 dan lintasan 15 bagian ujung barat berbatasan dengan lintasan 1 dan lintasan 2 (Gambar 3.2).

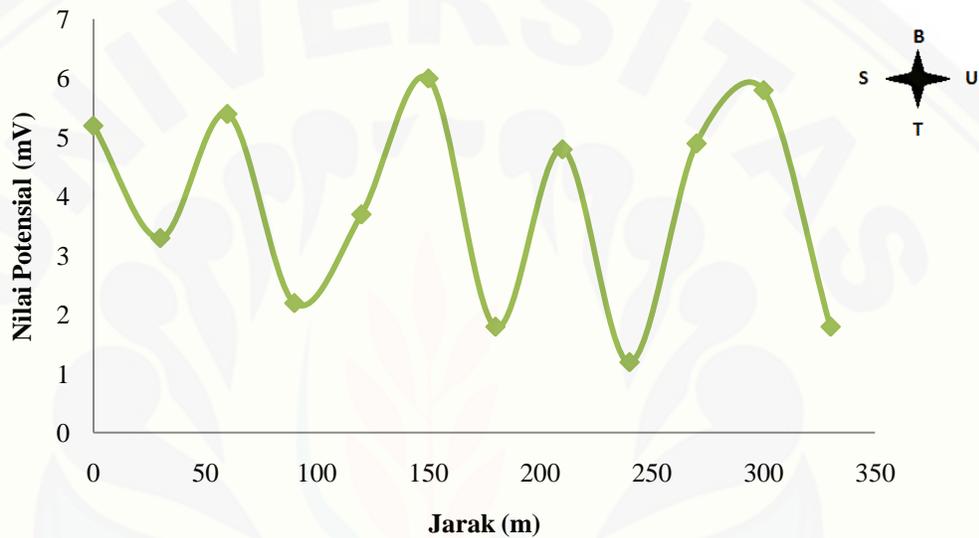
Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *spread sheet* untuk menampilkan gambar grafik hubungan antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) sehingga didapatkan gambaran seperti Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 1

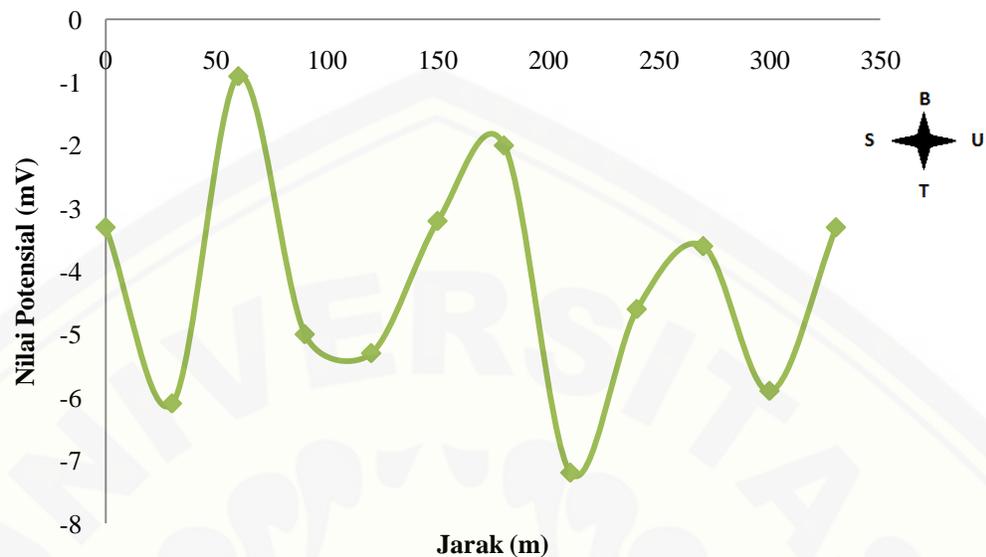
Gambar 4.2 menunjukkan grafik hubungan antara jarak dan nilai potensial pada lintasan 1. Lintasan 1 memiliki nilai potensial tertinggi yang terdapat pada jarak

60 m yaitu 5,6 mV dan nilai potensial yang terendah pada jarak 30 m. Pada gambar tersebut menunjukkan nilai potensial yang naik turun dari titik pengambilan data pertama hingga data terakhir. Beberapa titik pengambilan data pada Gambar 4.2 mempunyai nilai potensial negatif pada jarak 30 m, 150 m, dan 330 m diperkirakan hanya terdapat rembesan air.



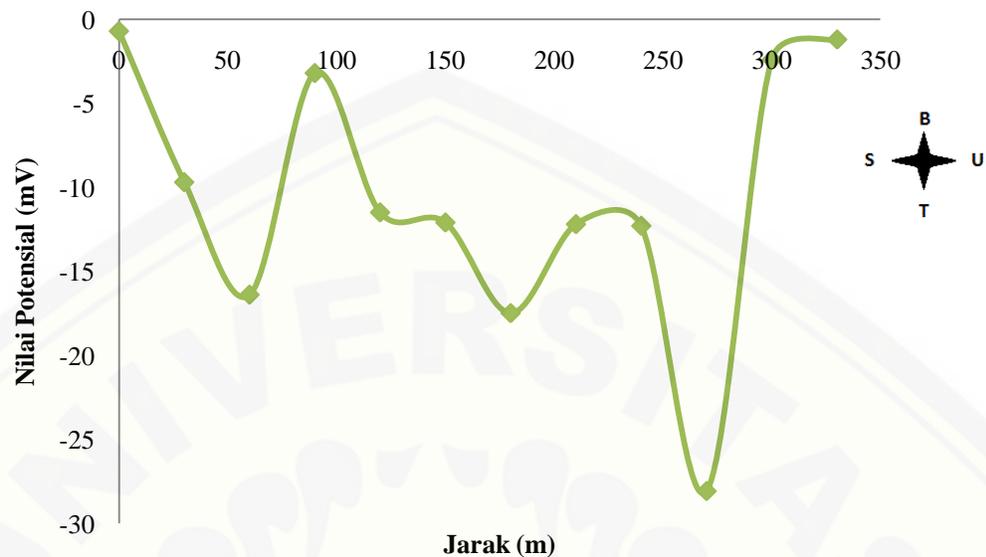
Gambar 4.3 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 2

Gambar 4.3 memiliki nilai potensial positif pada setiap titik pengambilan data dan grafik yang naik turun. Gambar 4.3 menunjukkan grafik pada lintasan 2, hubungan antara jarak dan nilai potensial. Lintasan 2 mempunyai nilai potensial tertinggi pada jarak 150 m dengan nilai 6 mV dan nilai potensial terendah pada jarak 240 m yaitu 1,2 mV. Pada gambar diatas diduga tidak terdapat adanya pergerakan aliran air.



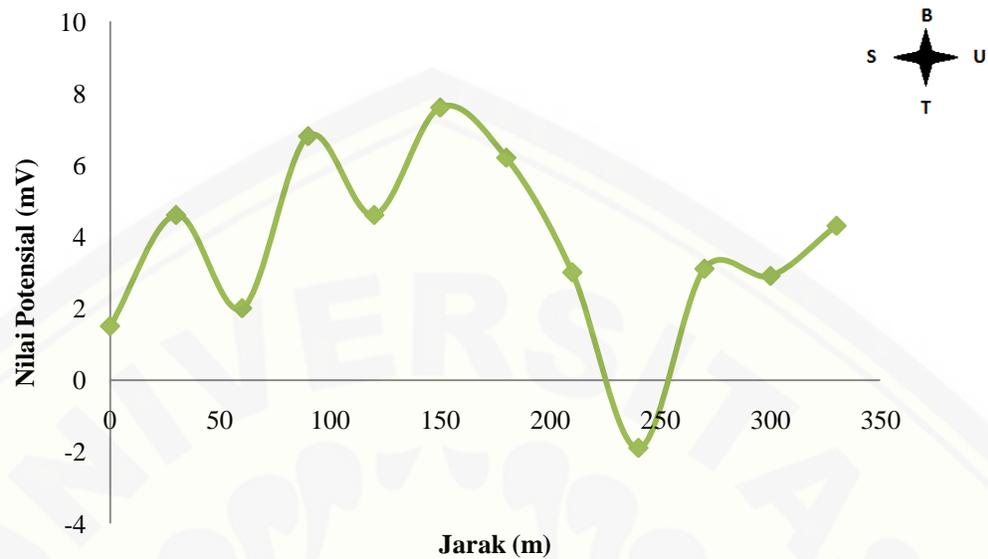
Gambar 4.4 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 3

Grafik pada Gambar 4.4 menunjukkan hubungan antara jarak dan nilai potensial pada lintasan 3. Gambar 4.4 memiliki grafik yang bernilai negatif pada seluruh titik pengambilan data dan grafik tersebut terlihat naik turun. Gambar 4.4 tersebut menunjukkan nilai potensial tertinggi terdapat pada jarak 60 m dengan nilai $-0,9$ mV dan potensial terendah pada jarak 210 m pada nilai potensial $-7,2$ mV. Pada Gambar 4.4 ini diperkirakan terdapat rembesan air dengan indikasi adanya nilai potensial negatif yang tidak cukup rendah.



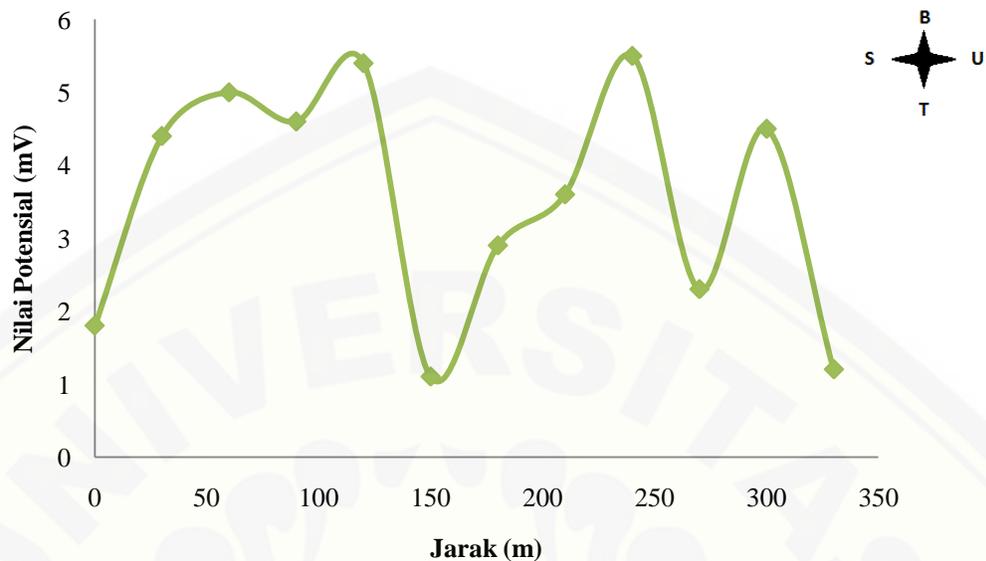
Gambar 4.5 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 4

Grafik antara jarak dan nilai potensial di lintasan 4 ditunjukkan pada Gambar 4.5. Gambar 4.5 terlihat memiliki nilai negatif pada setiap titik pengambilan data, nilai potensial tertinggi hanya bernilai $-0,7$ mV pada jarak 0 m dan nilai potensial yang terendah pada jarak 270 m yang memiliki nilai $-28,1$ mV. Gambar tersebut memiliki grafik yang naik turun dan lebih cenderung menurun. Gambar 4.5 menunjukkan beberapa titik pengamatan memiliki pergerakan aliran air bawah permukaan yaitu pada jarak 60 m, 180 m, dan 270 m.



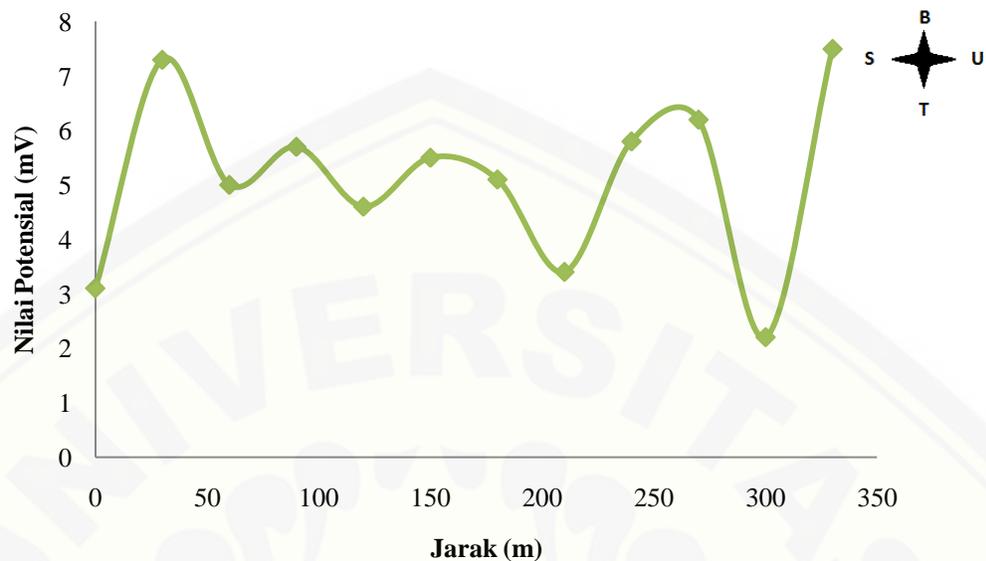
Gambar 4.6 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 5

Lintasan 5 dari Gambar 4.6 menunjukkan nilai potensial yang bernilai positif hampir keseluruhan titik pengambilan data, kecuali pada jarak 240 m yang bernilai $-1,9$ mV. Gambar 4.6 menunjukkan grafik yang naik turun dan memiliki nilai potensial yang tertinggi dengan nilai sebesar $7,6$ mV. Dari grafik tersebut dapat terlihat bahwa tidak terdapat adanya pergerakan aliran bawah permukaan dan pada jarak 240 m kemungkinan hanya terdapat rembesan air.



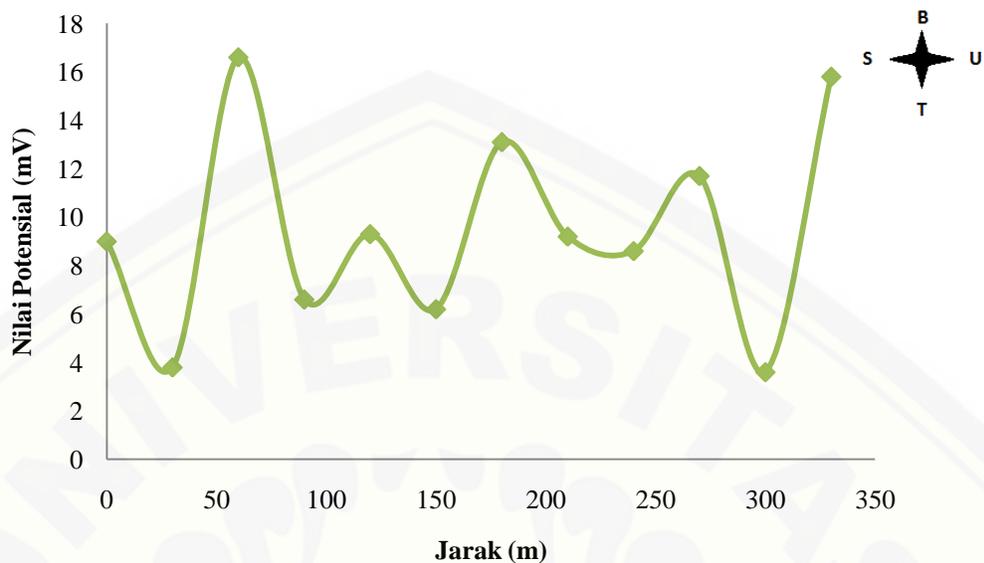
Gambar 4.7 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 6

Gambar 4.7 terlihat grafik hubungan antara jarak dan nilai potensial pada lintasan 6. Grafik tersebut memiliki nilai potensial positif pada setiap titik pengambilan datanya dan menunjukkan grafik yang naik turun. Gambar 4.7 tersebut memiliki potensial tertinggi pada jarak 120 m dengan nilai sebesar 5,4 mV dan nilai potensial terendah terletak pada jarak 150 m dengan nilai 1,1 mV. Dengan adanya nilai potensial positif pada keseluruhan titik pengambilan data, lintasan 6 tersebut tidak menunjukkan adanya pergerakan aliran air bawah permukaan.



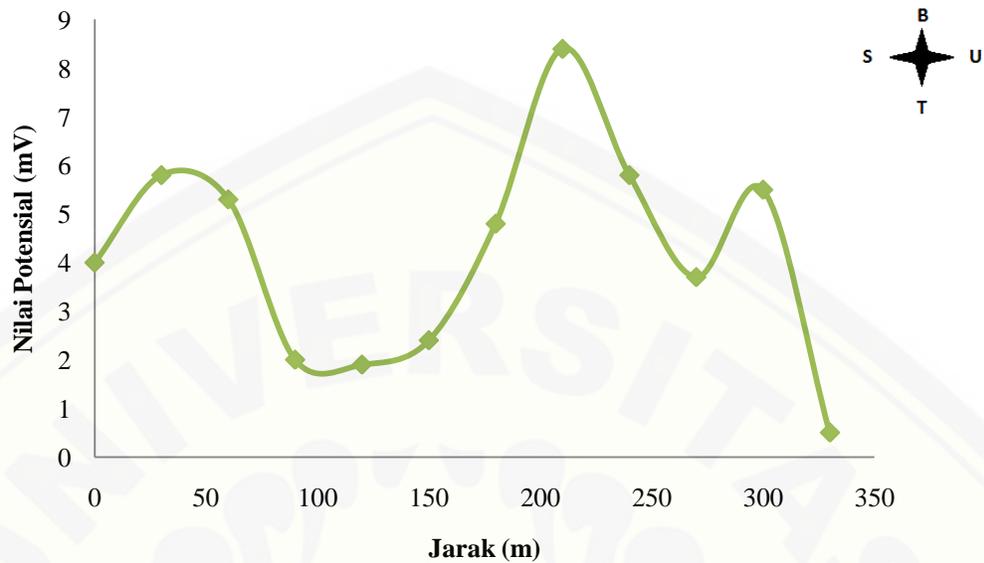
Gambar 4.8 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 7

Gambar 4.8 menunjukkan grafik pada lintasan 7, grafik tersebut menunjukkan hubungan antara jarak dan nilai potensial. Pada Gambar 4.8 terlihat grafik yang naik turun dan memiliki nilai potensial positif. Titik pengambilan data pada jarak 330 m menghasilkan nilai potensial paling tinggi yaitu 7,5 mV, sedangkan nilai potensial terendah dengan nilai 2,2 mV pada jarak ke 300 mV. Pada titik awal lintasan 7 nilai potensial yang terukur adalah 3,1 mV, kemudian potensial naik pada titik kedua jarak 30 m dengan nilai potensial 7,3 mV. Lintasan 7 ini memiliki nilai potensial yang naik turun hingga titik pengambilan data pada akhir lintasan. Terlihat pada grafik di atas nilai potensial bernilai positif semua, diduga bahwa di lintasan 7 tidak terdapat pergerakan aliran air.



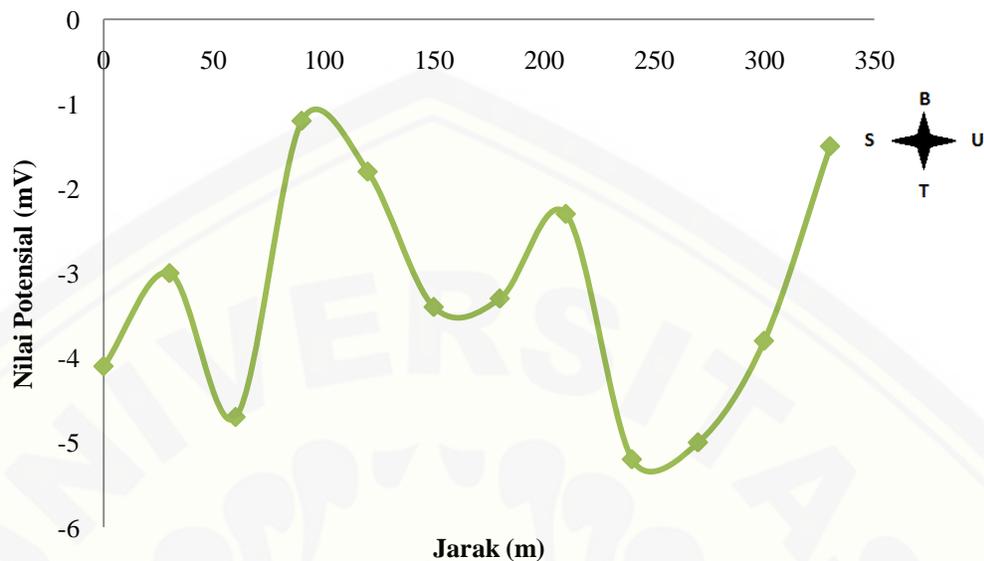
Gambar 4.9 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 8

Gambar 4.9 memperlihatkan lintasan 8 cenderung memiliki nilai potensial yang positif pada setiap titiknya, potensial lintasan 8 juga naik turun dari titik awal pengambilan data lintasan 8 sampai titik akhir. Nilai potensial tertinggi bernilai 16,6 mV dan potensial terendah bernilai 3,6 mV. Gambar 4.9 diperkirakan tidak memiliki pergerakan air bawah permukaan dikarenakan seluruh lintasannya memiliki nilai potensial positif.



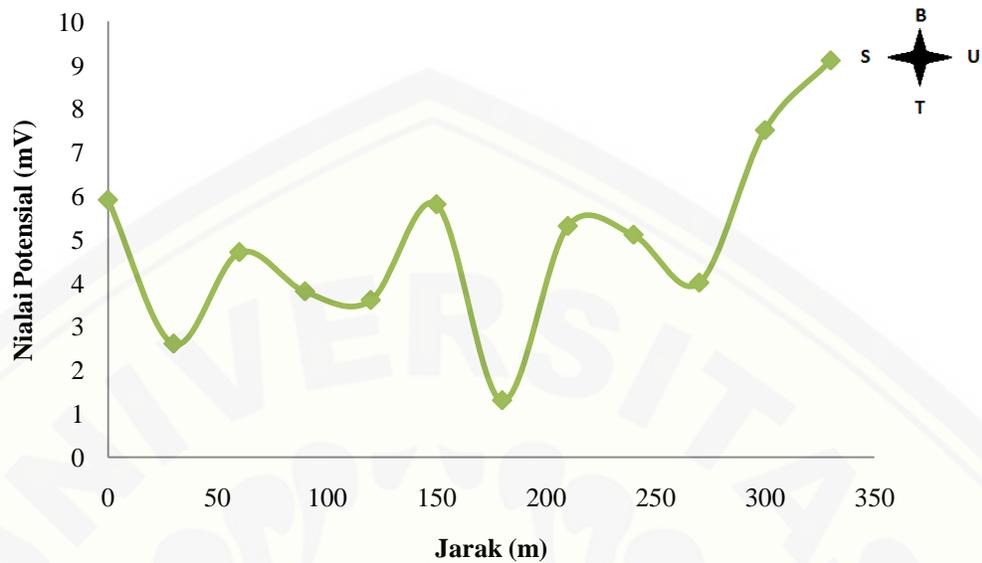
Gambar 4.10 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 9

Gambar 4.10 yang menunjukkan grafik pada lintasan 9 terlihat bahwa nilai potensial tertinggi terdapat pada jarak ke 210 m dengan nilai potensial 8,4 mV dan potensial terendah terdapat di titik terakhir lintasan 9 dengan nilai 0,5 mV. Gambar 4.10 memiliki nilai potensial yang bernilai positif pada seluruh titik pengambilan data. Adanya pergerakan aliran air bawah permukaan dikarenakan adanya nilai potensial yang bernilai negatif, akan tetapi pada grafik lintasan 9 tidak memiliki nilai potensial negatif.



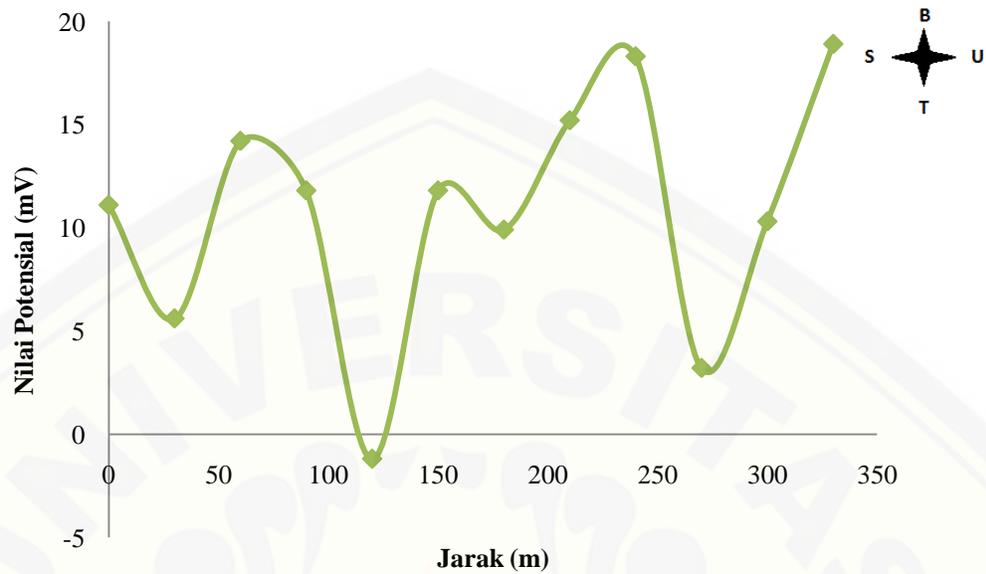
Gambar 4.11 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 10

Grafik di atas adalah profil lintasan 10 dan nilai potensial yang dihasilkan dari lintasan ini jika dilihat dari grafik di atas maka pada jarak 90 m kemudian menurun, dan mengalami kenaikan pada jarak 210 m, menurun pada jarak selanjutnya dan mengalami kenaikan pada titik akhir pengambilan data. Pada Gambar 4.11 ini dominan mempunyai nilai potensial yang negatif dan diduga hanya terdapat rembesan air.



Gambar 4.12 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 11

Gambar 4.12 merupakan grafik hasil dari hubungan antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) pada lintasan 11. Grafik tersebut naik turun dan nilai potensial yang tertinggi terdapat pada titik pengambilan terakhir dengan nilai sebesar 9,1 mV dan nilai potensial terendah pada jarak 180 m sebesar 1,3 mV. Keseluruhan nilai potensial pada lintasan ini bernilai positif, yang berarti bahwa pada lintasan 11 tidak terdapat pergerakan aliran air.



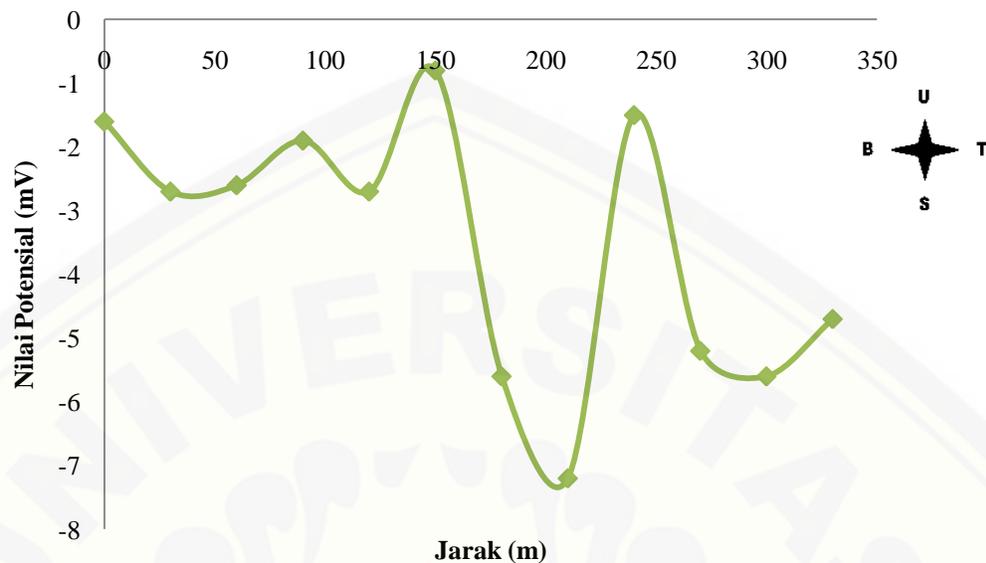
Gambar 4.13 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 12

Lintasan 12 adalah lintasan bagian ujung timur dan lintasan ini memiliki nilai potensial sebesar $-1,2$ mV hingga $18,9$ mV. Lintasan 12 ini daerah yang sudah tidak ditumbuhi karet, terlihat seperti bekas penanaman tebu yang sudah dipanen. Pada Gambar 4.13 terlihat grafik yang naik turun dan hampir keseluruhan bernilai positif, kecuali pada jarak 120 m dengan nilai potensial sebesar $-1,2$ mV. Lintasan 12 ini diperkirakan juga tidak terdapat pergerakan aliran air.

Tabel 4.2 Nilai potensial lintasan 13 sampai lintasan 24

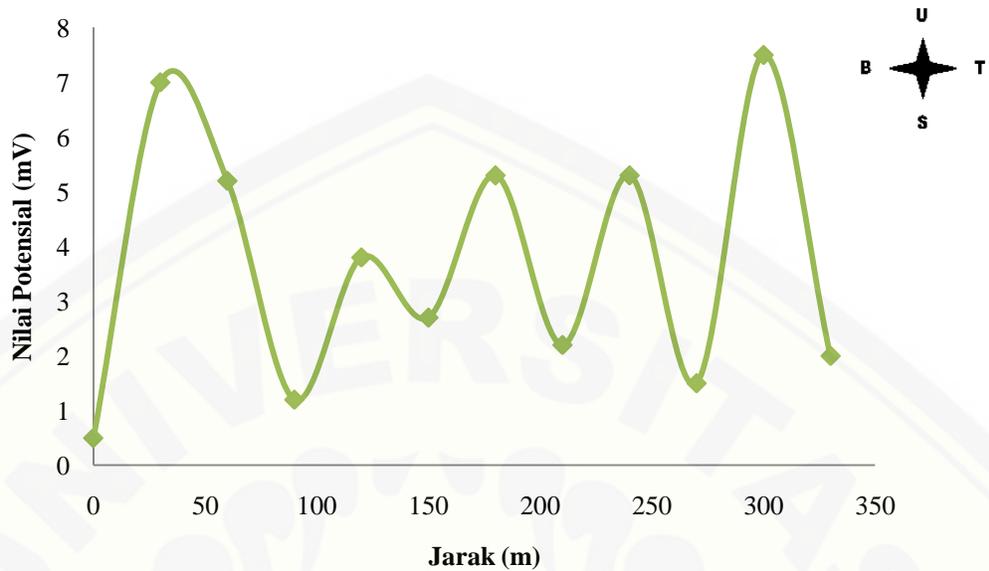
Jarak (m)	Nilai Potensial (mV) Pada Setiap Lintasan											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0	-1,6	0,5	-2,7	6,7	-4,2	7,7	3,5	3,8	1,1	7,1	-7,8	7,6
30	-2,7	7	-1,2	9,2	-5,3	2,1	3,7	4,8	12,9	0,8	-2,2	1,5
60	-2,6	5,2	-4,2	5,2	-13,9	6,8	1,2	7,4	1,3	5,1	-3,2	2,4
90	-1,9	1,2	-2	5,6	-2	3,8	4,5	5,4	7,5	4,7	-2,9	5,5
120	-2,7	3,8	-2,8	7,5	-14,9	4,6	2,7	7,5	6,7	4,1	-2,4	9,8
150	-0,8	2,7	-2,5	5,6	-15,3	4,2	2,6	5,6	12,3	3,8	-3,4	5,3
180	-5,6	5,3	-2,8	7	-6,7	2,5	3,4	5,1	24,3	6,2	-1,4	1,8
210	-7,2	2,2	-2,3	9,1	-1,2	5	1,9	2,4	7,7	4	-3,5	8,5
240	-1,5	5,3	-4,6	5,3	-2,9	4,2	4,2	11,2	14,8	3,8	-1,2	4,5
270	-5,2	1,5	-2,6	7,3	-8,5	2	1,5	2,2	-0,3	5,8	-4,3	1,8
300	-5,6	7,5	-0,3	5,6	-5	5,1	3,2	9,8	1,1	5,4	-4,6	7,6
330	-4,7	2	-3,1	3,3	-5,9	1,8	3,2	9,2	3,2	3,2	-4,8	2,3

Tabel 4.2 merupakan tabel yang menunjukkan nilai potensial dan jarak lintasan dari jarak 0 m hingga jarak 330 m pada lintasan 13 sampai lintasan 24. Lintasan 13 sampai lintasan 24 didapatkan nilai potensial yang berkisar antara $-15,3$ mV sampai $24,3$ mV. Lintasan 13 sampai lintasan 24 pada proses pengambilan data dari arah barat menuju ke arah timur. Masing masing lintasan terdapat 12 titik pengambilan data.



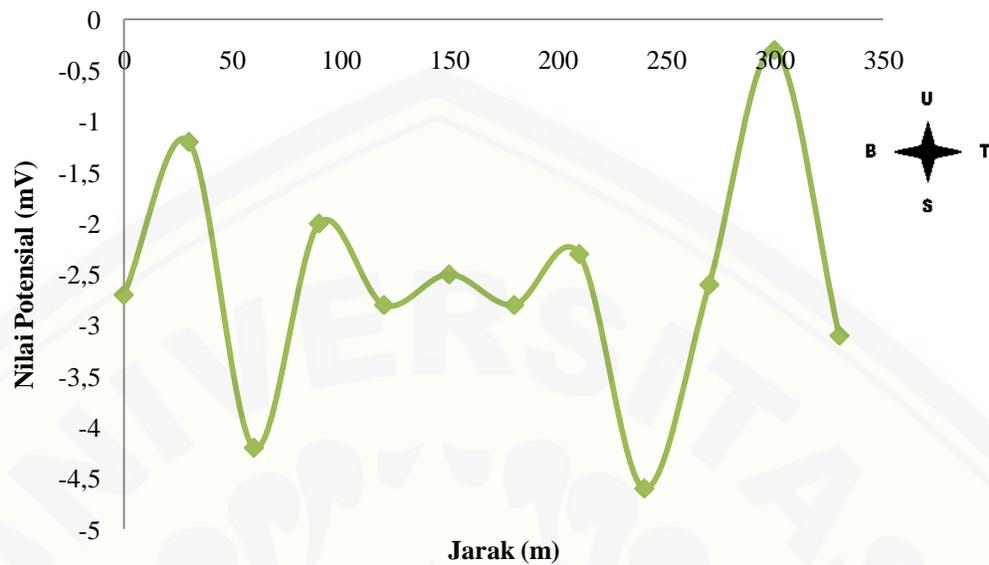
Gambar 4.14 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 13

Gambar 4.14 menunjukkan grafik pada lintasan 13 yang memiliki nilai potensial yang negatif pada setiap titik pengambilan datanya. Nilai potensial berkisar $-0,8$ mV pada jarak 150 m hingga $-7,2$ mV pada jarak 210 m dan grafik menunjukkan kurva yang naik turun. Pada lintasan 13 ini diperkirakan mendeteksi adanya rembesan air.



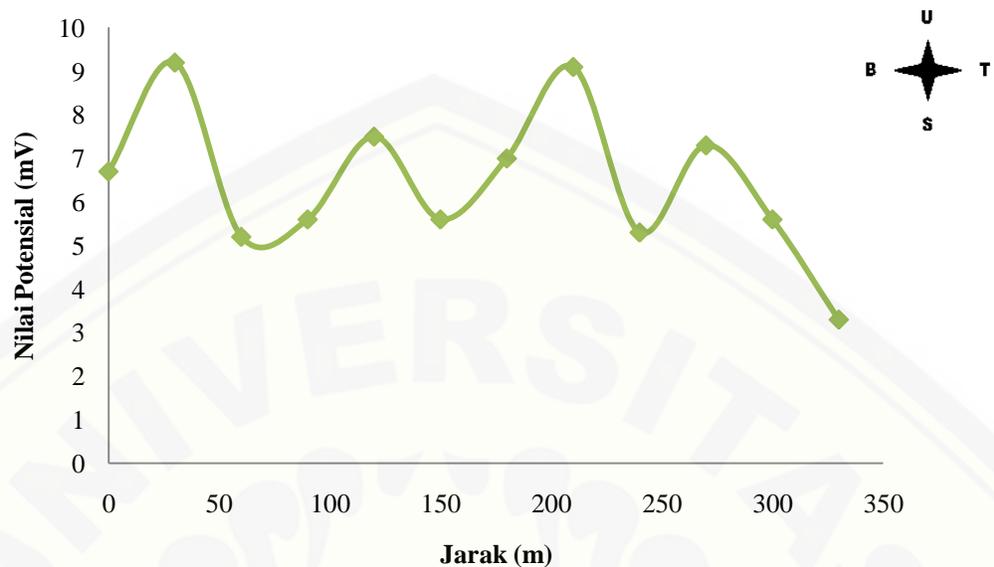
Gambar 4.15 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 14

Lintasan 14 pada Gambar 4.15 memiliki grafik nilai potensial tertinggi pada jarak 300 m dengan nilai potensial sebesar 7,5 mV. Grafik ini memiliki nilai potensial terendah pada jarak 0 m dengan nilai sebesar 0,5 mV. Pada lintasan 14 yang terlihat pada grafik tersebut, keseluruhan titik pengambilan data mempunyai nilai potensial yang bernilai positif dan diduga tidak terdapat pergerakan air bawah permukaan.



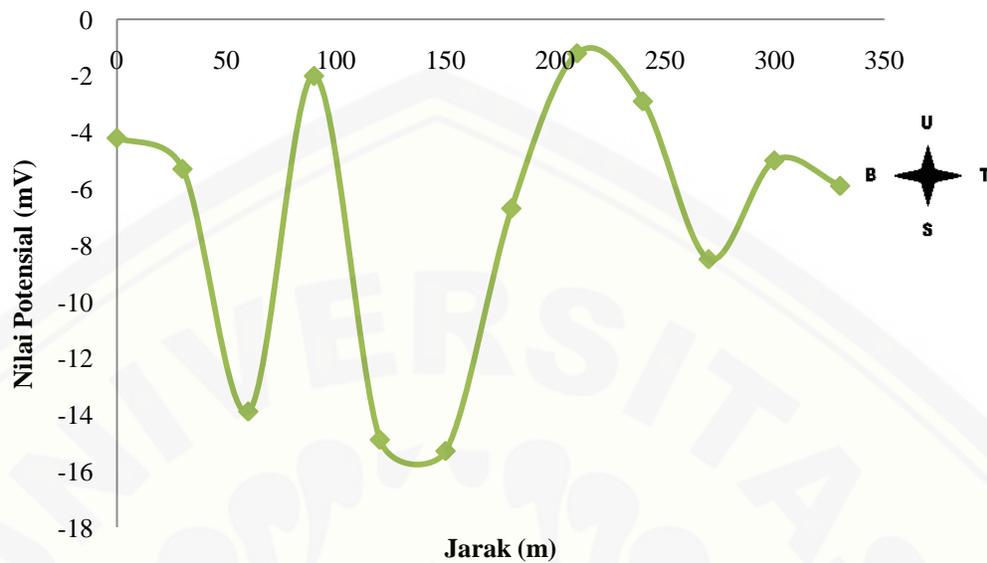
Gambar 4.16 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 15

Grafik dari lintasan 15 pada Gambar 4.16 ini mengalami kenaikan dan penurunan yang terlihat pada titik-titik awal serta titik-titik akhir. Lintasan 15 ini cenderung memiliki nilai potensial yang bernilai negatif pada setiap titik pengambilan data. Nilai potensial tertinggi terdapat pada jarak 300 m dengan nilai $-0,3$ mV dan nilai terendah berada pada jarak 240 m dengan nilai $-4,6$ mV. Pada lintasan 15 ini diduga hanya terdapat rembesan air.



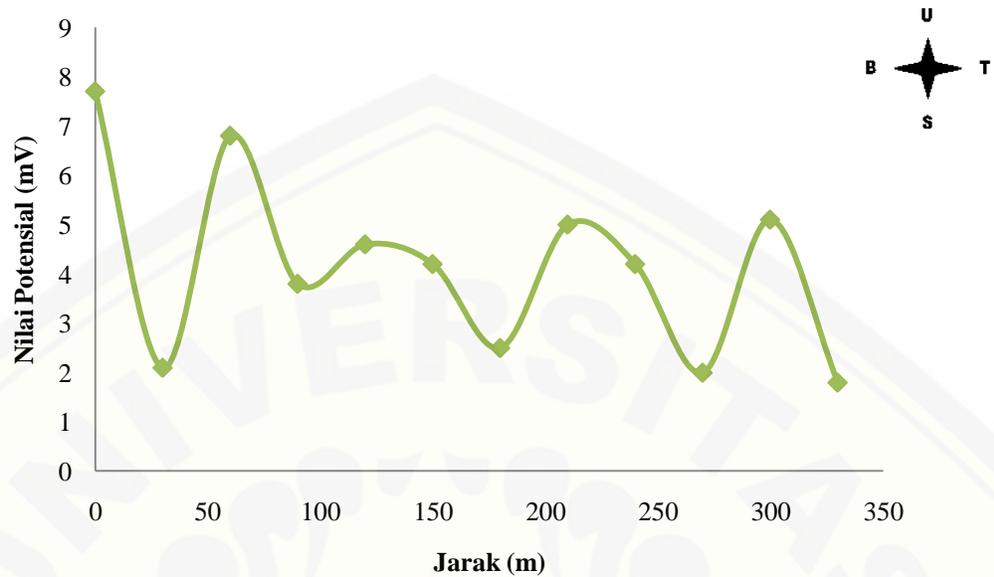
Gambar 4.17 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 16

Gambar 4.17 terlihat grafik yang mengalami kenaikan dan penurunan yang cukup konstan sampai akhir pengukuran lintasan. Gambar 4.17 ini menunjukkan grafik hubungan antara jarak dan nilai potensial pada lintasan 16. Nilai potensial lintasan 16 hampir keseluruhan bernilai positif. Nilai potensial terbesar berada pada titik ke dua jarak ke 30 m dan nilai potensial terkecil berada pada titik akhir pengukuran lintasan. Nilai potensial yang bernilai positif pada keseluruhan titik pengambilan data tidak menunjukkan adanya pergerakan aliran air bawah permukaan.



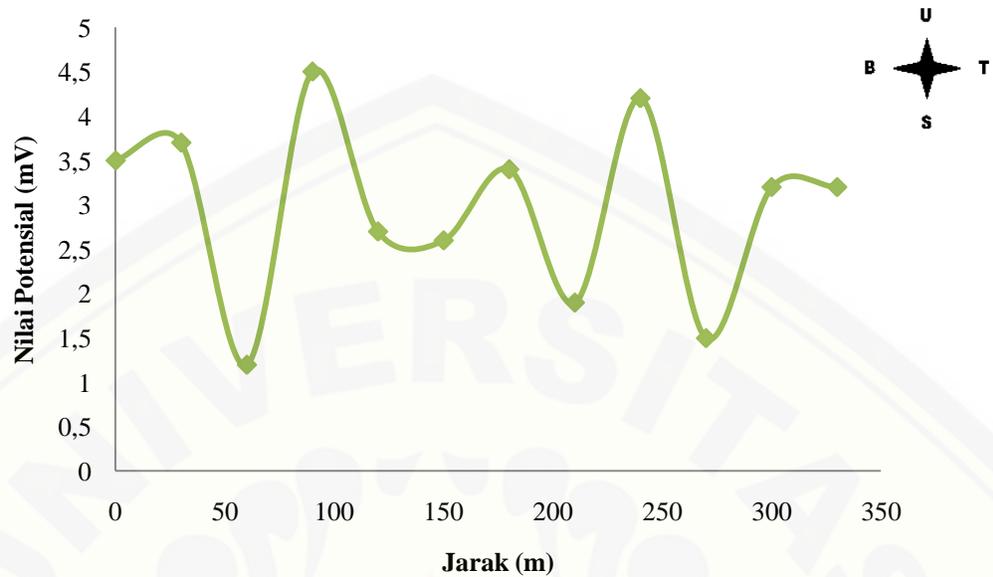
Gambar 4.18 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 17

Grafik lintasan 17 pada Gambar 4.18 mempunyai nilai potensial terbesar yaitu $-1,2$ mV pada jarak ke 210 m dan nilai potensial terkecil yaitu $-15,3$ mV pada jarak ke 150 m. Nilai potensial pada lintasan 17 terlihat bernilai negatif pada setiap titik pengambilan data. Nilai potensial negatif yang cukup rendah diduga terdapat pergerakan aliran air bawah permukaan. Pergerakan aliran air lintasan 17 yang terlihat hanya pada beberapa titik pengambilan data yaitu di jarak 60 m, 120 m dan 150 m.



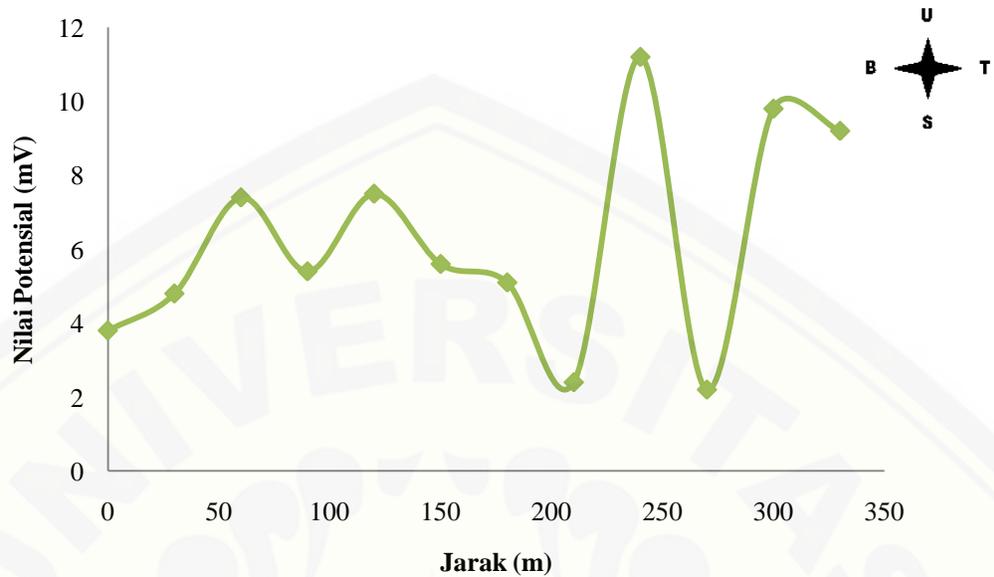
Gambar 4.19 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 18

Gambar 4.19 menunjukkan grafik dari lintasan 18 terlihat nilai potensial tertinggi terdapat pada titik awal dengan nilai sebesar 7,7 mV dan nilai potensial terendah terdapat pada titik akhir dengan nilai sebesar 1,8 mV. Nilai potensial positif terlihat sepanjang titik pengambilan data pada Gambar 4.19. Nilai potensial positif tersebut diduga tidak ada pergerakan aliran air bawah permukaan.



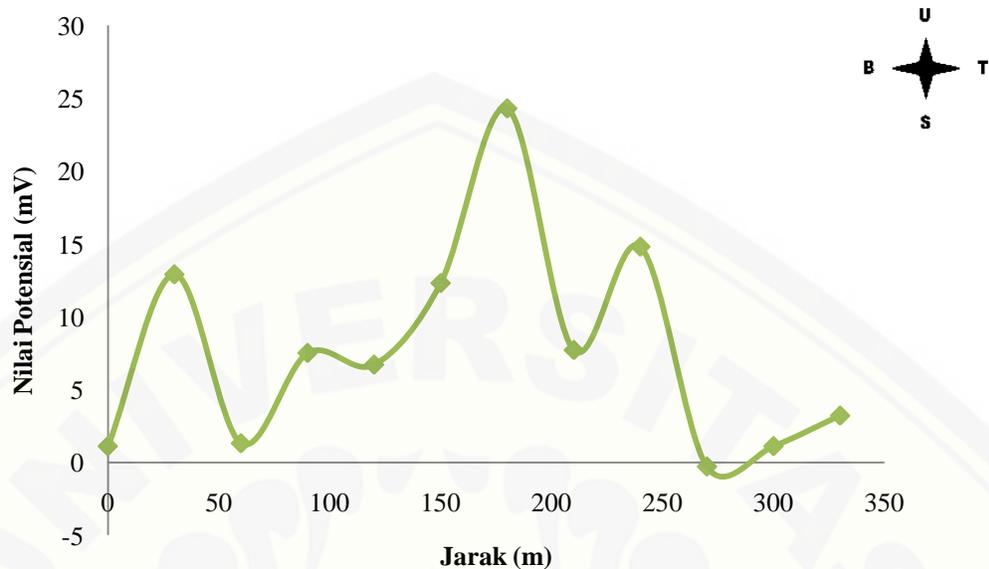
Gambar 4.20 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 19

Grafik lintasan 19 terlihat menaik dan menurun pada Gambar 4.20. Nilai potensial tertinggi pada lintasan ini terdapat pada jarak ke 90 m dengan nilai potensial sebesar 4,5 mV dan nilai potensial terendah terdapat pada jarak 60 m dengan nilai potensial 1,2 mV. Nilai potensial pada lintasan 19 ini terlihat positif pada setiap titik pengambilan datanya, yang berarti bahwa lintasan 19 tidak memiliki pergerakan aliran air bawah permukaan.



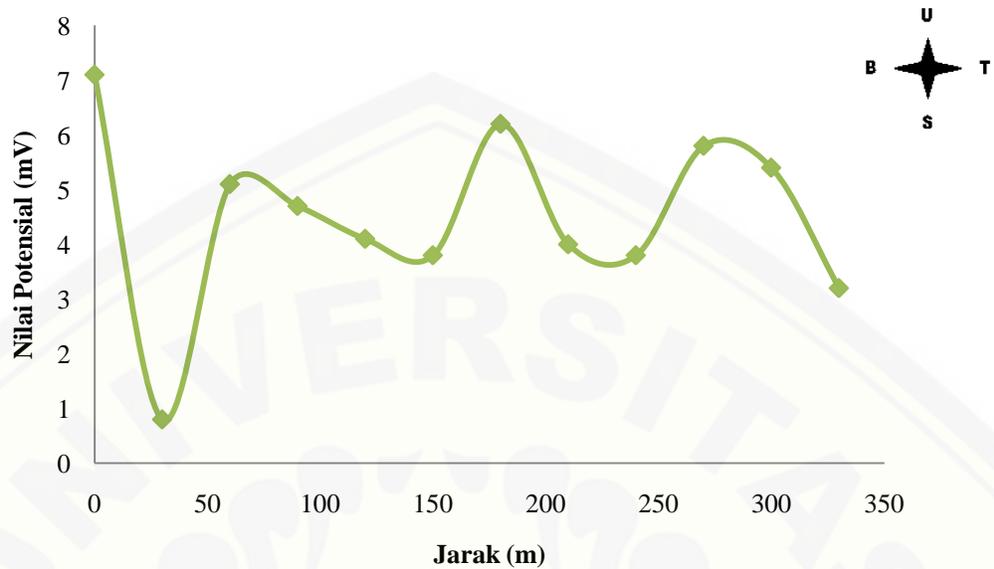
Gambar 4.21 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 20

Gambar 4.21 menunjukkan bahwa lintasan 20 memiliki grafik yang menaik dan menurun. Nilai potensial tertinggi pada lintasan 20 sebesar 11,2 mV pada jarak 240 m dan potensial terendah terdapat pada lintasan 210 m dengan nilai sebesar 2,4 mV. Gambar 4.21 memiliki nilai potensial positif pada semua titik lintasan, yang berarti bahwa pada lintasan 20 tidak terdapat pergerakan aliran air bawah permukaan.



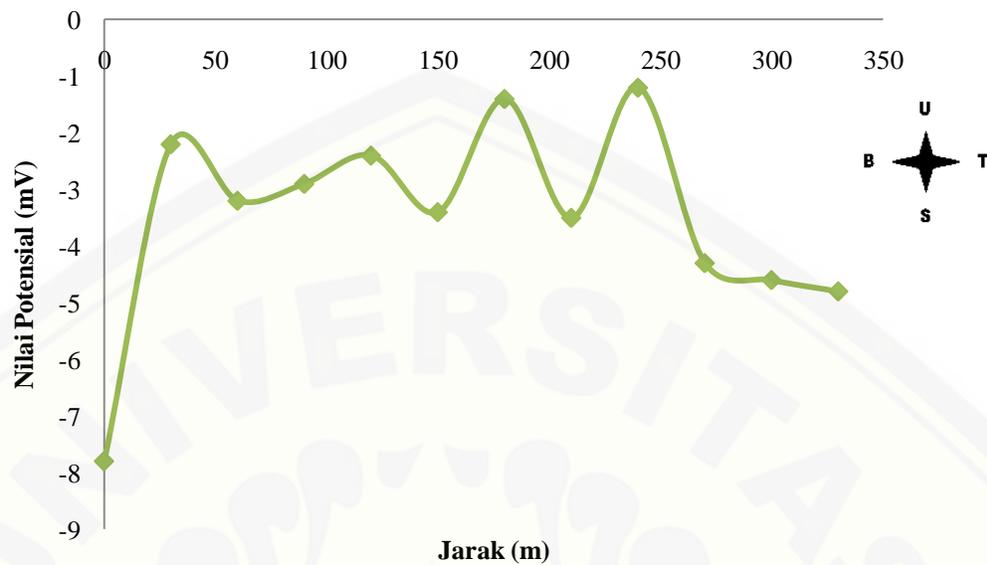
Gambar 4.22 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 21

Gambar 4.22 diperoleh dari hubungan jarak dan nilai potensial dari lintasan 21 dan menghasilkan grafik yang naik turun. Lintasan 21 cenderung positif dan terdapat satu nilai potensial negatif pada jarak 270 m dengan nilai sebesar $-0,3$ mV. Nilai potensial terbesar berada pada jarak 180 m dengan potensial sebesar 24,3 mV dan nilai potensial terkecil berada pada jarak 270 m dengan nilai potensial $-0,3$ mV. Lintasan 21 ini diduga tidak memiliki pergerakan aliran air bawah permukaan, dikarenakan lintasan tersebut tidak menghasilkan nilai potensial negatif. Pada lintasan tersebut hanya terdapat satu titik pengambilan data yang memiliki nilai potensial negatif yang diduga hanya terdapat rembesan air.



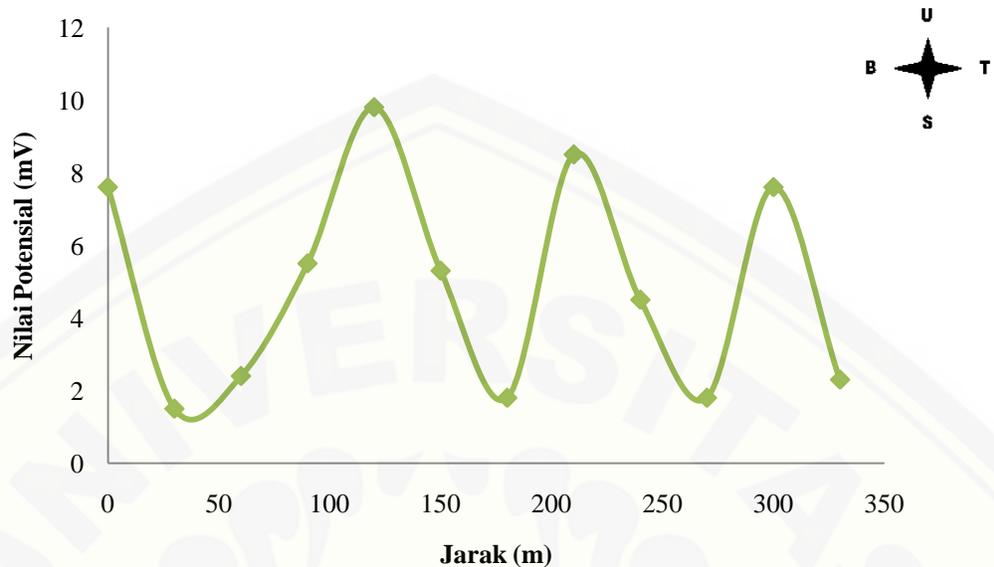
Gambar 4.23 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 22

Grafik lintasan 22 dapat terlihat pada Gambar 4.23 yang menunjukkan nilai potensial tertinggi pada titik awal dengan nilai sebesar 7,1 mV dan potensial terendah terdapat pada titik ke dua dengan jarak 30 m dengan nilai potensial 0,8 mV. Keseluruhan titik pengambilan data bernilai positif pada Gambar 4.23 di atas. Lintasan 22 diperkirakan tidak memiliki pergerakan aliran air bawah permukaan.



Gambar 4.24 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 23

Lintasan 23 pada Gambar 4.23 memiliki nilai potensial yang naik turun. Lintasan ini memiliki nilai potensial tertinggi terdapat pada jarak 240 m dengan nilai $-1,2$ mV dan potensial terendah pada jarak 0 m pada nilai potensial $-7,8$ mV. Lintasan ini memiliki nilai potensial negatif pada setiap titik pengambilan datanya dan karena nilai potensial tersebut cukup terbilang kecil, maka diperkirakan hanya mendeteksi rembesan air.



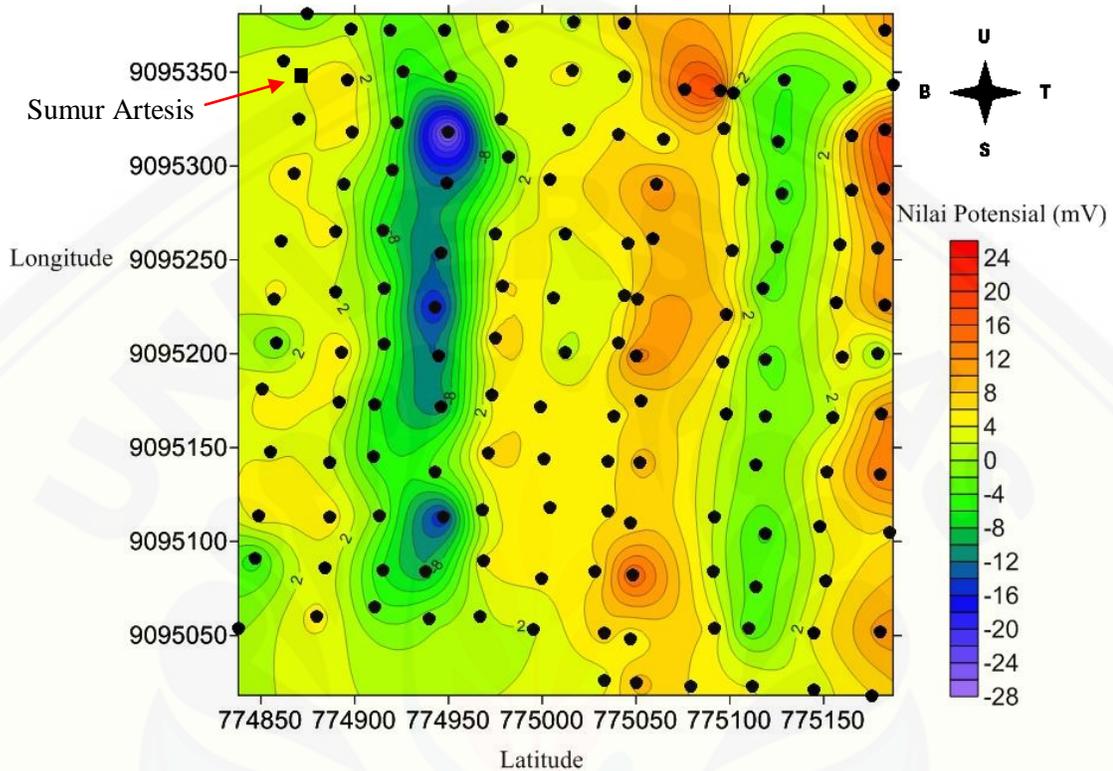
Gambar 4.25 Grafik antara jarak (m) dan nilai potensial (mV) lintasan 24

Gambar 4.25 menunjukkan grafik hubungan antara jarak dan nilai potensial pada lintasan 24. Lintasan 24 terletak pada ujung selatan pada lokasi penelitian. Lintasan ini memiliki nilai potensial sebesar 9,8 mV yang berada pada jarak 120 m hingga 1,5 mV yang berada pada jarak 30 m. Lintasan ini tidak terdapat pergerakan aliran air dikarenakan tidak memiliki nilai potensial negatif.

4.2 Pembahasan

Survei lokasi penelitian *self potential* serta penentuan titik pengukuran dilakukan pada musim penghujan dan kondisi pancaran sumur artesis cukup banyak. Pengambilan data *self potential* dilakukan pada pergantian musim kemarau menuju musim penghujan dan kondisi pancaran sumur artesis mulai sedikit dibandingkan pada saat survei lokasi penelitian. Pengambilan data *self potential* dilakukan sebanyak 288 titik sesuai dengan jumlah titik koordinat geografis yang kemudian saat pengolahan diubah menjadi koordinat UTM WGS 84. Pergantian dari koordinat

geografis menuju koordinat UTM WGS 84 dimaksudkan agar saat surfer 9 mengolah data lebih mudah.



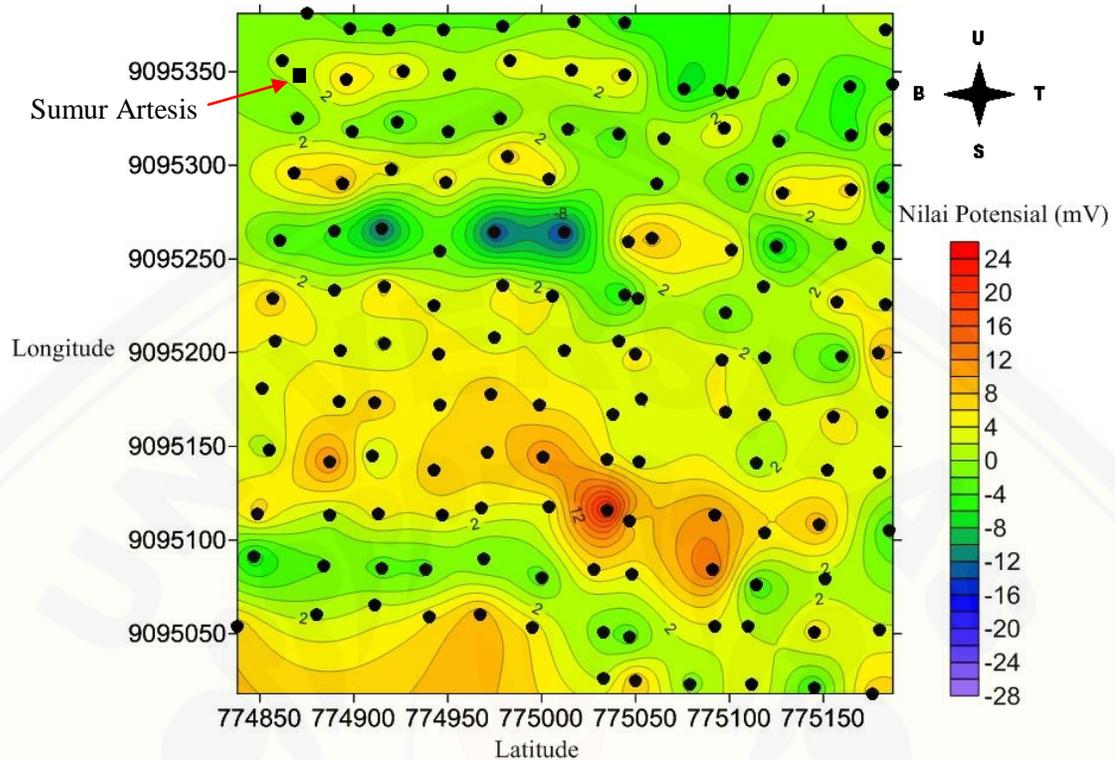
Gambar 4.26 Peta kontur titik-titik pengukuran lintasan 1 hingga lintasan 12

Gambar 4.26 merupakan peta kontur yang diperoleh dari data GPS yang berupa *latitude* (lintang selatan) dan *longitude* (bujur timur), kemudian diolah menggunakan surfer 9 dengan ditambahkan data nilai potensial. Gambar 4.26 menunjukkan hubungan antara *latitude*, *longitude* dan nilai potensial pada lintasan 1 hingga lintasan 12 yang telah digabungkan menjadi satu menjadi peta kontur. Lintasan 1 terlihat pada bagian ujung barat, kemudian lintasan 2 tepat di sebelah lintasan 1, lintasan 3 berada tepat di sebelah lintasan 2 dan seterusnya hingga lintasan 12 yang terletak pada bagian ujung timur (desain lintasan Gambar 3.2).

Gambar 4.26 menunjukkan 144 titik pengukuran (●) dengan arah pengambilan data dari selatan ke arah utara. Sedangkan sumur artesis (■) pada Gambar 4.26 berada diantara lintasan 1 dan lintasan 2 pada jarak ke 300 m. Rentang nilai potensial lintasan 1 hingga lintasan 12 yaitu dari -28 mV sampai 24 mV, dimana nilai potensial positif memiliki warna dari kuning, jingga hingga merah. Sedangkan nilai potensial negatif memiliki warna hijau, biru hingga ungu dan nilai potensial 0 mV berwarna hijau kekuningan.

Gambar 4.26 menunjukkan struktur bawah permukaan dilihat dari tanah yang bersifat konduktif dan tanah yang bersifat resistif. Tanah yang bersifat konduktif adalah tanah yang mampu menghantarkan arus listrik di dalam permukaan bumi, sedangkan tanah yang bersifat resistif adalah tanah yang mampu menghambat arus listrik di dalam permukaan bumi. Tanah yang bersifat konduktif dapat dilihat dari nilai potensial negatif, sedangkan tanah yang bersifat resistif dapat dilihat dari nilai potensial positif. Jika nilai potensial semakin negatif, maka semakin besar sifat konduktif tanahnya dan jika nilai potensial semakin positif, maka semakin besar pula sifat resistif tanahnya.

Nilai potensial positif memiliki warna kuning, jingga sampai merah, maka sifat resistif tanah terlihat pada warna-warna tersebut pada Gambar 4.26. Tanah yang bersifat resistif terlihat sangat mendominasi pada Gambar 4.26 yang terlihat warna kuning hampir pada keseluruhan peta kontur. Pada lintasan 8 dan lintasan 12 terlihat warna merah, warna merah memiliki sifat resistif yang cukup besar. Nilai potensial negatif memiliki warna hijau, biru sampai ungu, maka sifat konduktif tanah terlihat pada warna-warna tersebut pada Gambar 4.26. Tanah yang bersifat konduktif terlihat pada lintasan 3, lintasan 4 dan lintasan 10. Pada lintasan 4 terlihat sifat konduktif tanahnya cukup besar.



Gambar 4.27 Peta kontur titik-titik pengukuran lintasan 13 hingga lintasan 24

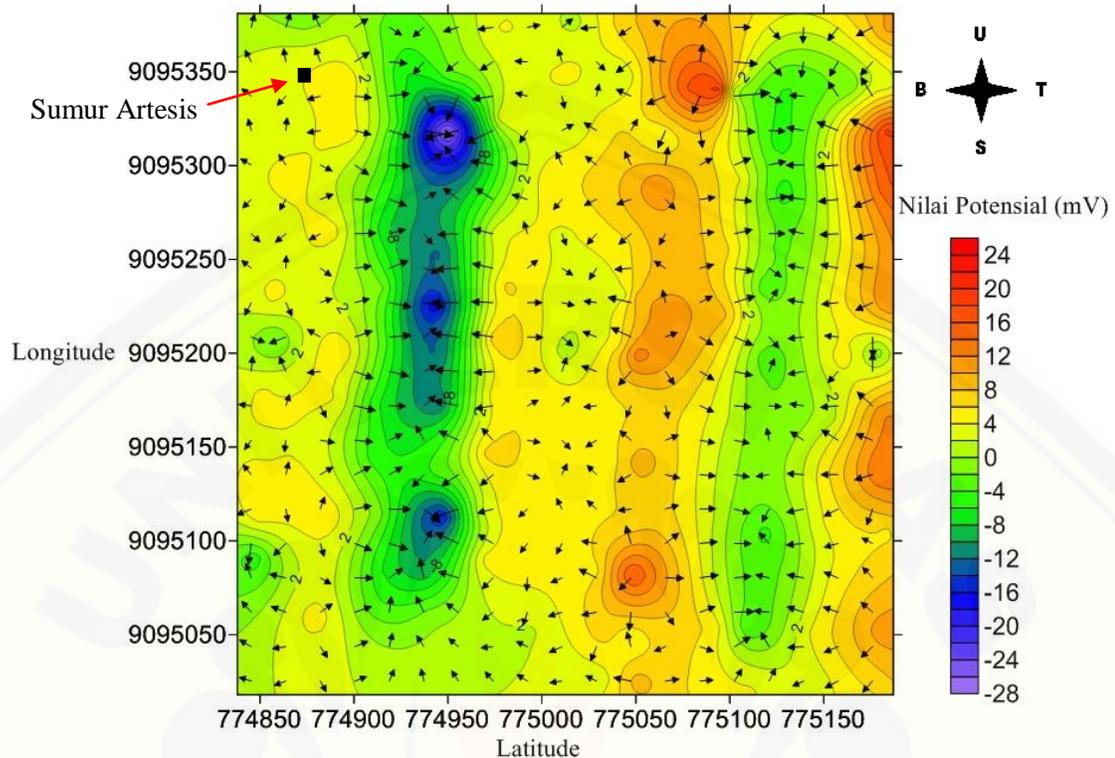
Peta kontur titik-titik pengukuran pada lintasan 13 sampai lintasan 24 terlihat pada Gambar 4.27. Total titik pengambilan data (●) pada lintasan 13 sampai lintasan 24 berjumlah 144 titik. Sedangkan sumur artesis (■) pada Gambar 4.27 berada diantara lintasan 14 dan lintasan 15 pada jarak ke 0 m. Hasil pengukuran yang dimasukkan untuk memperoleh gambar diatas yaitu *latitude* (lintang selatan), *longitude* (bujur timur) dan nilai potensial yang terukur menggunakan multimeter. Rentang nilai *latitude* dari 774850 sampai 775150 dan rentang nilai *longitude* dari 9095050 hingga 9095350. Nilai *latitude* dan *longitude* pada awalnya berupa koordinat geografis, kemudian diubah menjadi UTM WGS 84.

Lintasan 13 hingga lintasan 24 berlokasi sama dengan lintasan 1 hingga lintasan 12, yang membedakan adalah arah pengambilan data lintasan 13 hingga lintasan 24 dari arah barat menuju ke arah timur. Rentang nilai potensial pada

Gambar 4.27 berkisar dari -28 mV hingga 24 mV. Nilai potensial positif memiliki warna kuning, jingga sampai merah. Sedangkan nilai potensial negatif mempunyai warna hijau, biru sampai dengan ungu dan nilai potensial yang bernilai 0 mV memiliki warna hijau kekuningan.

Gambar 4.27 terlihat struktur bawah permukaan yang ditunjukkan dari tanah yang bersifat konduktif dan tanah yang bersifat resistif. Tanah yang bersifat konduktif adalah tanah yang mampu menghantarkan arus listrik di dalam permukaan bumi, sedangkan tanah yang bersifat resistif adalah tanah yang mampu menghambat arus listrik di bawah permukaan tanah. Tanah yang bersifat konduktif dapat dilihat dari nilai potensial negatif, sedangkan tanah yang bersifat resistif dapat dilihat dari nilai potensial positif. Jika nilai potensial semakin negatif, maka semakin besar sifat konduktif tanahnya dan jika nilai potensial semakin positif, maka semakin besar pula sifat resistif tanahnya.

Nilai potensial positif memiliki warna kuning, jingga sampai merah, maka sifat resistif tanah terlihat pada warna-warna tersebut pada Gambar 4.27. Tanah yang bersifat resistif terlihat sangat mendominasi pada Gambar 4.27 yang terlihat warna kuning dan kuning kehijauan hampir pada keseluruhan peta kontur. Pada lintasan 21 terlihat warna merah, warna merah memiliki sifat resistif yang cukup besar. Nilai potensial negatif memiliki warna hijau, biru sampai ungu, maka sifat konduktif tanah terlihat pada warna-warna tersebut pada Gambar 4.27. Tanah yang bersifat konduktif terlihat pada pada lintasan 13, lintasan 17 dan lintasan 23. Pada lintasan 17 sangat terlihat sifat konduktif tanah yang cukup besar.

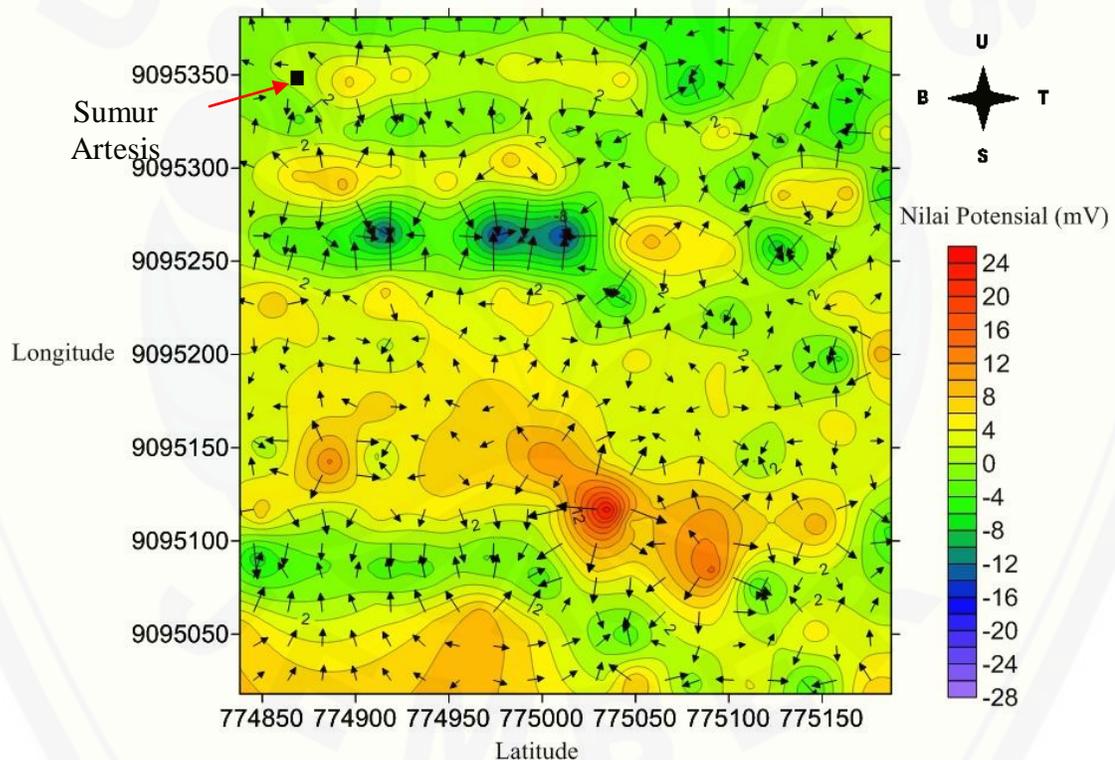


Gambar 4.28 Peta kontur lintasan 1 hingga lintasan 12 berdasarkan sebaran nilai potensial

Gambar 4.28 menunjukkan peta kontur lintasan 1 hingga lintasan 12 berdasarkan sebaran nilai potensial. Gambar 4.28 diperoleh dari hasil pengambilan data *self potential* yang terdiri dari *latitude* (lintang selatan), *longitude* (bujur timur) dan nilai potensial. Nilai *latitude* dan *longitude* yang dalam koordinat geografis diubah ke dalam koordinat UTM WGS 84, supaya memudahkan surfer 9 dalam pengolahan data.

Gambar 4.28 terdapat tanda panah (\rightarrow) yang menunjukkan sebaran nilai potensial, dari nilai potensial positif menuju nilai potensial negatif. Rentang nilai potensial positif memiliki warna kuning, jingga hingga merah. Sedangkan warna hijau, biru sampai ungu menunjukkan rentang nilai potensial negatif dan nilai potensial 0 mV mempunyai warna hijau kekuningan. Warna yang mendominasi pada Gambar 4.28 yaitu warna kuning, warna kuning menunjukkan nilai potensial positif.

Nilai potensial yang semakin negatif memiliki warna biru dan ungu menunjukkan adanya pergerakan aliran air. Warna biru dan ungu terdapat di lintasan 4 (Gambar 4.26) pada beberapa titik pengambilan data (Gambar 4.5) yaitu pada jarak ke 60 m, 180 m dan 270 m. Nilai potensial pada titik pengambilan data dengan nilai sebesar $-16,4$ mV jarak ke 60 m, $-17,5$ mV jarak ke 180 m dan $-28,1$ mV jarak ke 270 m (Tabel 4.1). Distribusi elevasi di daerah penelitian nampak semakin rendah ke arah selatan dan arah barat. Ini berarti air tanah bawah permukaan diperkirakan mengalir dari utara ke selatan. Hal ini sesuai dengan kondisi regional dimana Samudra Hindia berada di selatan daerah penelitian ini. Diduga pola aliran air berada hampir sepanjang lintasan 4 dan air mengalir dari arah utara menuju arah selatan.



Gambar 4.29 Peta kontur lintasan 13 hingga lintasan 24 berdasarkan sebaran nilai potensial

Peta kontur lintasan 13 sampai dengan lintasan 24 berdasarkan sebaran nilai potensial terlihat pada Gambar 4.29. Peta kontur pada Gambar 4.29 diperoleh dari hasil pengambilan data *latitude* (lintang selatan), *longitude* (bujur timur) dan nilai potensial. Gambar 4.29 memiliki rentang nilai potensial dari 24 mV hingga -28 mV, dimana nilai potensial positif mempunyai warna kuning, jingga hingga merah. Sedangkan nilai potensial negatif memiliki warna hijau, biru sampai dengan ungu dan nilai potensial 0 mV memiliki warna hijau kekuningan. Gambar 4.29 terlihat tanda panah (→) yang menunjukkan nilai potensial positif menuju nilai potensial negatif.

Warna kuning dan warna kuning kehijauan mendominasi pada Gambar 4.29. Warna kuning dan warna kuning kehijauan terdapat pada nilai potensial positif. Nilai potensial yang semakin negatif yaitu pada warna biru sampai dengan warna ungu diduga terdapat pergerakan aliran air bawah permukaan. Warna biru dan ungu terlihat pada lintasan 17 (Gambar 4.27) pada jarak ke 60 m, jarak ke 120 m dan jarak ke 150 m (Gambar 4.18). Nilai potensialnya yaitu -13,9 mV jarak ke 60 m, -14,9 mV jarak ke 120 m dan -15,3 mV jarak ke 150 m (Tabel 4.2).

Distribusi elevasi di lokasi penelitian terlihat semakin tinggi ke arah timur. Air bawah permukaan diduga mengalir dari arah utara menuju arah selatan dan pada lintasan 17 terlihat irisan aliran saat air tanah bawah permukaan mengalir. Hal ini sesuai dengan kondisi regional dimana Samudra Hindia berada di selatan lokasi penelitian. Hubungan antara metode *self potential* dengan penentuan pola air artesis di PTPN XII Jember merupakan aplikasi dari potensial elektrokinetik, yaitu adanya air yang mengalir melalui media berpori dan akan menghasilkan beda potensial listrik untuk mendeteksi bawah permukaan sehingga menghasilkan nilai potensial negatif, yang muncul akibat dari pergerakan air tanah.

Gabungan lintasan 4 dan lintasan 17 dapat direkomendasikan menjadi sumur artesis yang baru. Dengan maksud sumur artesis yang sebelumnya ditutup agar tidak mempengaruhi pancaran sumur artesis yang akan dibuat, yang kemungkinan jika air artesis yang sebelumnya tidak ditutup maka pancaran sumur yang akan dibuat menjadi kecil. Berdasarkan penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada

pihak PTPN XII Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember untuk dijadikan masukan dan referensi mengenai kondisi bawah permukaan terkait struktur dan pola aliran air bawah permukaan, sehingga pemanfaatannya lebih terstruktur dan dapat meminimalkan dampak terjadinya penurunan muka air tanah.



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian di lokasi PTPN XII Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember berdasarkan interpretasi yang didapat setelah melakukan pengolahan data grafik hubungan antara nilai potensial dan jarak serta diperoleh peta kontur adalah:

1. Peta kontur yang diperoleh dapat diketahui struktur bawah permukaan berdasarkan sifat resistif tanah dan konduktif tanah. Terindikasi dengan tingginya nilai potensial yang terukur, yang secara numerik bernilai positif, maka tanah tersebut bersifat resistif, dan sebaliknya. Dapat diinterpretasi bahwa daerah penelitian merupakan dominan resistif dan beberapa titik pengambilan data terlihat konduktif pada lintasan 3, lintasan 4, lintasan 10, lintasan 13, lintasan 17 dan lintasan 23. Sifat konduktif yang cukup besar terlihat pada lintasan 4 dan lintasan 17.
2. Pola aliran air bawah permukaan berarah dari utara menuju arah selatan mengikuti topografi daerah penelitian. Pola aliran air terlihat hampir sepanjang lintasan 4 dan juga terlihat pada lintasan 17 seperti bentuk irisan aliran air yang terlihat pada lintasan 4.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penulis untuk penelitian selanjutnya pada keadaan yang relatif sama yaitu perlu dilakukan penelitian lanjut untuk mengetahui kedalaman air artesis dengan menggunakan metode geolistrik.

DAFTAR PUSTAKA

Abduh, M. 2012. *Studi Kapasitas Debit Air Tanah Tertekan di Kota Malang*. Jurnal Teknik Pengairan, Volume 3, Nomor 1, Mei 2012, Hal 71-80. Malang : Universitas Brawijaya.

Anna, A. N., Suharjo, Cholil, M. 2007. *Studi Distribusi Mintakat Potensi Air Tanah untuk Berbagai Penggunaan di Sukoharjo dan Sekitarnya*. Jurnal Penelitian Sains & Teknologi, Volume 8, Nomor 1. Surakarta : Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Cholil, M. 1998. *Analisis Penurunan Muka Airtanah di Kotamadya Surakarta*. Forum Geografi Nomor 23/XII/ Desember 1998.

Idianto, P.N. 2010. *Deteksi Penyebaran Limbah Sampah TPA Bantar Gebang Wilayah Taman Rahayu Setu Bekasi dengan Menggunakan Metode Self Potensial (SP)*. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia.

Indriana, R.M., Nurwidyanto, M.I., and Haryono, K.W. 2007. *Interpretasi Bawah Permukaan dengan Metode Self Potential Daerah Bledug Kuwu Kradenan Grobogan*. Berkala Fisika ISSN : 1410-9662, Volume. 10, Nomor 3, Juli 2007, Hal 155-167.

Ishido, T., Nishi, Y., and Pritchett, J.W. 2010. *Application of Self-Potential Measurements to Geothermal Reservoir Engineering: Characterization of Fractured Reservoirs*. Proceedings, Thirty-Fifth Workshop on Geothermal Reservoir Engineering Stanford University, Stanford, California, February 1-3, 2010.

Kodoatie,R.J., and Sjarief, R. 2010. *Tata Ruang Air*. Yogyakarta : Andi

- Mifbakhuddin, 2010. *Pengaruh Ketebalan Karbon Aktif Sebagai Media Filter Terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artesis*. Eksplanasi Volume 5, Nomor 2 Edisi Oktober 2010: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Naudet, V., Revil, A., Rizzo, E., Bottero, J.Y., and Begassat, P. 2004. *Groundwater Redox Conditions and Conductivity in a Contaminant Plume from Geoelectrical investigations*. Journal of Hydrology and Earth Science, 8(1), 8 – 22, France.
- Rahayu, P.K. 2011. *Perencanaan Sistem Jaringan Perpipaan Penyediaan Air Bersih Mandiri di Kecamatan Beji Kabupaten Pasuruan*. Proposal Proyek Akhir. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Rahmawati, Y.D. 2010. *Investigasi Sebaran Anomali Self Potential (SP) di Sekitar Terowongan Kereta Api Mrawan Jember*. Jember : Universitas Jember.
- Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics*. New York : John Wiley & Sons.
- Shofa, M., Harmoko, U., and Widada, S. 2014. *Interpretasi Pola Aliran Fluida Panas Bumi dengan Metode Spontaneous-Potential (SP) dan Suhu Permukaan Dangkal di Lereng Utara Gunung Telomoyo Kabupaten Semarang*. Youngster Physics Journal ISSN : 2303-7371, Volume 3, Nomor 2, April 2014, Hal 119-128.
- Sudaryanto and Lubis, R.F. 2011. *Penentuan Lokasi Imbuhan Airtanah dengan Pelacak Isotop Stabil ^{18}O dan ^2H di Cekungan Airtanah Dataran Rendah Semarang, Jawa Tengah*. Riset Geologi dan Pertambangan Volume 21, Nomor 2 (2011), 121–129.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., and Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. New York: Cambrige University Press.
- Todd, D.K. 2005. *Groundwater Hydrology*. John Willey & Sons. Inc. New Work, Thrid Edition.
- Wandowo, Abidin, Z., and Djijono. 2005. *Penyelidikan Air Tanah di Kabupaten Pasuruan dengan Teknik Isotop Alam*. Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan

Radiasi A Scientific Journal for The Applications of Isotopes and Radiation
Volume 1, Nomor 1 Desember 2005. Batan : Puslitbang Teknologi Isotop dan
Radiasi.

Yuliatin. 2013. *Distribusi Data Self Potential di Sekitar Terowongan Kereta Api di
Desa Garahan Kabupaten Jember (Studi Kemungkinan Pengaruh
Geohidrologi pada Kebocoran Terowongan)*. Jember : Universitas Jember.



LAMPIRAN A

Lokasi : PTPN XII Desa Klatakan Kecamatan Tanggul Kabupaten Jember

Metode : *Self potential*

Konfigurasi : Potensial gradien

➤ **Lintasan 1**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
0	774838	9095054	-0,28	87
30	774847	9095091	-5,3	87
60	774849	9095114	5,6	88
90	774855	9095148	3,6	88
120	774851	9095181	4,2	88
150	774858	9095206	-2,6	90

➤ **Lintasan 2**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
0	774880	9095060	5,2	84
30	774884	9095086	3,3	84
60	774887	9095113	5,4	85
90	774887	9095142	2,2	87
120	774892	9095174	3,7	87
150	774893	9095201	6	89

➤ **Lintasan 3**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
0	774911	9095065	-3,3	99
30	774915	9095085	-6,1	99
60	774913	9095114	-0,9	98
90	774910	9095145	-5	95
120	774911	9095173	-5,3	94
150	774916	9095205	-3,2	93

➤ **Lintasan 4**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
0	774940	9095059	-0,7	86
30	774938	9095084	-9,7	90
60	774947	9095113	-16,4	90
90	774943	9095137	-3,2	91
120	774946	9095172	-11,5	93
150	774945	9095199	-12,1	93

➤ **Lintasan 5**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
0	774967	9095060	1,5	106
30	774969	9095090	4,6	106
60	774968	9095117	2	105
90	774971	9095147	6,8	103
120	774973	9095178	4,6	102
150	774975	9095208	7,6	100

➤ **Lintasan 6**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
0	774995	9095053	1,8	90
30	775000	9095080	4,4	92
60	775004	9095118	5	93
90	775001	9095144	4,6	96
120	774999	9095172	5,4	95
150	775012	9095201	1,1	96

➤ **Lintasan 7**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
0	775033	9095026	3,1	102
30	775033	9095051	7,3	103
60	775028	9095084	5	103
90	775035	9095116	5,7	103
120	775035	9095143	4,6	101
150	775038	9095167	5,5	97

➤ **Lintasan 8**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
0	775050	9095025	9	90
30	775047	9095048	3,8	91

60	775048	9095082	16,6	92
90	775047	9095110	6,6	93
120	775052	9095142	9,3	95
150	775053	9095175	6,2	97

➤ **Lintasan 9**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
0	775112	9095023	4	106
30	775079	9095023	5,8	105
60	775092	9095054	5,3	107
90	775091	9095084	2	105
120	775092	9095113	1,9	106
150	775098	9095168	2,4	103

➤ **Lintasan 10**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
0	775110	9095054	-4,1	95
30	775114	9095076	-3	94
60	775119	9095104	-4,7	96
90	775114	9095141	-1,2	98
120	775119	9095167	-1,8	100
150	775119	9095197	-3,4	104

➤ **Lintasan 11**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
0	775176	9095018	5,9	110
30	775145	9095021	2,6	110
60	775145	9095051	4,7	109
90	775151	9095079	3,8	109
120	775148	9095108	3,6	108
150	775152	9095137	5,8	109

➤ **Lintasan 12**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
0	775180	9095052	11,1	98
30	775185	9095105	5,6	99
60	775180	9095136	14,2	104
90	775181	9095168	11,8	104
120	775179	9095200	-1,2	106
150	775183	9095226	11,8	107

➤ **Lintasan 13**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
180	775044	9095376	-5,6	91
210	775076	9095341	-7,2	105
240	775102	9095339	-1,5	93
270	775164	9095342	-5,2	109
300	775165	9095316	-5,6	95
330	775095	9095340	-4,7	109

➤ **Lintasan 14**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
180	775044	9095348	5,3	91
210	775065	9095314	2,2	105
240	775097	9095320	5,3	94
270	775129	9095346	1,5	109
300	775165	9095287	7,5	98
330	775183	9095372	2	109

➤ **Lintasan 15**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
180	775041	9095317	-2,8	92
210	775061	9095290	-2,3	106
240	775107	9095293	-4,6	96
270	775126	9095313	-2,6	109
300	775159	9095258	-0,3	98
330	775187	9095343	-3,1	110

➤ **Lintasan 16**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
180	775046	9095259	7	92
210	775059	9095261	9,1	105
240	775101	9095255	5,3	97
270	775128	9095285	7,3	109
300	775157	9095227	5,6	99
330	775183	9095319	3,3	109

➤ **Lintasan 17**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
180	775044	9095231	-6,7	93
210	775051	9095229	-1,2	104

240	775098	9095221	-2,9	99
270	775125	9095257	-8,5	108
300	775160	9095198	-5	105
330	775182	9095288	-5,9	108

➤ **Lintasan 18**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
180	775041	9095206	2,5	95
210	775050	9095199	5	97
240	775096	9095196	4,2	102
270	775118	9095235	2	107
300	775155	9095166	5,1	108
330	775179	9095256	1,8	108

➤ **Lintasan 19**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
180	775038	9095167	3,4	97
210	775053	9095175	1,9	97
240	775098	9095168	4,2	103
270	775119	9095197	1,5	104
300	775152	9095137	3,2	109
330	775183	9095226	3,2	107

➤ **Lintasan 20**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
180	775035	9095143	5,1	101
210	775052	9095142	2,4	95
240	775092	9095113	11,2	106
270	775119	9095167	2,2	100
300	775148	9095108	9,8	108
330	775179	9095200	9,2	106

➤ **Lintasan 21**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
180	775035	9095116	24,3	103
210	775047	9095110	7,7	93
240	775091	9095084	14,8	105
270	775114	9095141	-0,3	98
300	775151	9095079	1,1	109
330	775181	9095168	3,2	104

➤ **Lintasan 22**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
180	775028	9095084	6,2	103
210	775048	9095082	4	92
240	775092	9095054	3,8	107
270	775119	9095104	5,8	96
300	775145	9095051	5,4	109
330	775180	9095136	3,2	104

➤ **Lintasan 23**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
180	775033	9095051	-1,4	103
210	775047	9095048	-3,5	91
240	775079	9095023	-1,2	105
270	775114	9095076	-4,3	94
300	775145	9095021	-4,6	110
330	775185	9095105	-4,8	99

➤ **Lintasan 24**

Jarak (m)	Latitude	Longitude	Nilai Potensial (mV)	Elevasi (m)
180	775033	9095026	1,8	102
210	775050	9095025	8,5	90
240	775112	9095023	4,5	106
270	775110	9095054	1,8	95
300	775176	9095018	7,6	110
330	775180	9095052	2,3	98