



**INVESTIGASI KERETAKAN TEMPAT PEMBUANGAN LIMBAH
CAIR DI LINGKUNGAN FMIPA UNIVERSITAS JEMBER
MENGUNAKAN METODE POTENSIAL DIRI**

SKRIPSI

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

Oleh

**Vivin Alvianti
NIM 111810201032**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2016**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan dengan penuh rasa cinta, syukur dan terimakasih kepada:

1. Kedua orangtuaku Bapak Mohammad Sukarman dan Ibu Erni Nurhariyati tercinta atas semua do'a yang selalu dipanjatkan dalam mengiringi langkahku selama menuntut ilmu, membimbing, mendukung, memberikan kasih sayang tanpa batas dan pengorbanan yang telah diberikan selama ini;
2. Adikku Nur Izzati Mufiddah atas do'a, dukungan dan keceriaan yang diberikan selama ini;
3. Andik Irawan atas dukungan, do'a dan kasih sayang yang diberikan dalam waktu-waktu tersulit selama ini;
4. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi yang telah membimbing dan memberikan ilmu dengan penuh kesabaran dan keikhlasan;
5. Almamater Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTTO

Yakinlah ada sesuatu yang menantimu selepas banyak kesabaran (yang kau jalani)
yang akan membuatmu terpana hingga kau lupa pedihnya rasa sakit. *)

Tiada suatu usaha yang besar akan berhasil tanpa dimulai dari usaha
yang kecil. **)

Tak peduli seperti apapun kehidupanmu, kamu selalu punya pilihan untuk melihat
dari sisi baiknya atau sisi buruknya. ***)

*) Imam Ali Bin Abu Thalib AS.

**) Joeniarto, 1967 dalam Mulyono, E. 1998. *Beberapa Permasalahan Implementasi Konvensi Keanekaragaman Hayati dalam Pengolahan Taman Nasional Meru Betiri*. Tesis magister, tidak dipublikasikan.

***) <http://www.katakamutiaralogs.com/kehidupan-sehari-hari>

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Vivin Alvianti

NIM : 111810201032

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Investigasi Keretakan Tempat Pembuangan Limbah Cair Di Lingkungan FMIPA Universitas Jember Menggunakan Metode Potensial Diri*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, 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 sebenar-benarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juni 2016

Yang menyatakan,

Vivin Alvianti
NIM 111810201032

SKRIPSI

**INVESTIGASI KERETAKAN TEMPAT PEMBUANGAN LIMBAH
CAIR DI LINGKUNGAN FMIPA UNIVERSITAS JEMBER
MENGUNAKAN METODE POTENSIAL DIRI**

Oleh

Vivin Alvianti
NIM 111810201032

Pembimbing:

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

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Investigasi Tempat Pembuangan Limbah Cair Di Lingkungan FMIPA Universitas Jember Menggunakan Metode Potensial Diri” telah diuji dan disahkan pada :

hari :

tanggal :

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

Tim Penguji

Ketua
(Dosen Pembimbing Utama)

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

Dosen Penguji I

Ir. Misto, M.Si.
NIP. 195911211991031002

Sekretaris
(Dosen Pembimbing Anggota)

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

Dosen Penguji II

Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si.
NIP. 197202101998021001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam

Drs. Sujito, Ph.D.
NIP. 196102041987111001

RINGKASAN

Investigasi Keretakan Tempat Pembuangan Limbah Cair Di Lingkungan FMIPA Universitas Jember Menggunakan Metode Potensial Diri; Vivin Alvianti, 111810201032; 2016: 50 halaman; Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri, instansi, maupun domestik (rumah tangga). Limbah cair merupakan sisa buangan dari suatu proses yang sudah tidak dipergunakan lagi, baik berupa sisa industri, instansi, rumah tangga, peternakan, pertanian, dan sebagainya. Komponen utama limbah cair adalah air (99%) sedangkan komponen lainnya bahan padat bergantung asal buangan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi secara dini tentang adanya keretakan di saluran dan bak pembuangan limbah cair yang ada di lingkungan FMIPA Universitas Jember. Metode yang digunakan untuk mencapai tujuan yang diinginkan adalah metode potensial diri.

Penelitian ini dilakukan dengan cara mempersiapkan *phorous pot* dan larutan CuSO_4 sebagai elektrolit yang kemudian disambungkan dengan multimeter. Lintasan penelitian sepanjang 20 m dengan spasi titik penelitian berjarak 1 m. Data yang didapatkan adalah nilai beda potensial dan titik bujur timur serta titik lintang utara dari masing-masing lokasi penelitian. Selanjutnya dimasukkan ke dalam *Software Spreadsheets*, kemudian diolah menggunakan *Software Surver 11* yang menghasilkan peta kontur dari masing-masing lokasi penelitian.

Hasil pengolahan data pada lokasi pertama menunjukkan peta kontur yang memperlihatkan adanya indikasi anomali pada nilai potensial 10 mV sampai 49,2 mV yang diasumsikan dengan warna hijau, kuning dan merah. Hal tersebut sesuai dengan daerah yang berada di persimpangan dua buah saluran pembuangan limbah cair yang berasal dari Laboratorium Fisika Dasar dan Jurusan Matematika.

Selanjutnya untuk lokasi kedua, peta kontur memperlihatkan adanya indikasi anomali pada nilai potensial 3 mV sampai 10,5 mV yang diasosiasikan dengan warna kuning dan merah. Nilai tersebut merupakan penanda adanya reaksi geokimia yang diindikasikan sebagai adanya polutan. Hal tersebut sesuai dengan terdeteksinya anomali pada daerah penelitian yang dekat dengan saluran pembuangan limbah cair berasal dari ruangan laboratorium yang biasanya digunakan untuk praktikum kimia dasar. Lokasi ketiga menunjukkan peta kontur yang memperlihatkan adanya indikasi anomali pada nilai potensial 1 mV sampai 11 mV yang mana diasumsikan dengan warna kuning dan merah. Nilai tersebut merupakan penanda adanya reaksi geokimia dalam bentuk lindi (polutan). Anomali yang terdapat di lintasan pertama pada lokasi pertama dan kedua memungkinkan menjadi indikasi terdapatnya retakan pada saluran pembuangan limbah cair. Sedangkan pada bak pembuangan limbah cair yang bisa dijadikan indikasi retakan dimulai dari lintasan kelima yang berjarak 1 meter dari bak pembuangan limbah cair. Jika terdapat anomali yang masih bernilai besar dengan titik penelitian yang semakin jauh dengan saluran dan bak tempat pembuangan limbah cair, maka kemungkinan nilai tersebut dipengaruhi oleh faktor lain. Pola sebaran anomali potensial yang menunjukkan indikasi adanya polutan di daerah retakan saluran pembuangan limbah cair yang berada di Laboratorium Fisika Dasar dan Laboratorium Kimia Dasar, menunjukkan adanya kontribusi terhadap polutan di lingkungan FMIPA Universitas Jember berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Kurniawati (2014). Namun polutan yang ada di daerah Laboratorium Mikrobiologi tidak terpengaruh dari bak pembuangan limbah cair, dikarenakan tidak adanya anomali yang berasal dari titik penelitian yang dekat dengan bak pembuangan tersebut, sehingga diasumsikan bahwa polutan yang ada di sekitar Laboratorium Mikrobiologi berasal dari sumber lain.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Investigasi Keretakan Tempat Pembuangan Limbah Cair Di Lingkungan FMIPA Universitas Jember Menggunakan Metode Potensial Diri”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

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

1. Nurul Priyantari, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Supriyadi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini;
2. Ir. Misto, M.Si., selaku Dosen Penguji I dan Bowo Eko Cahyono, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
3. Dr. Edy Supriyanto, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing penulis selama menjadi mahasiswa;
4. Seluruh staf pengajar dan karyawan Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember;
5. Kakekku H. Wagimin dan nenekku Hj. Saginem yang selalu memberi semangat, do'a, dan dukungan selama ini;
6. Rosaria Dwi S., M. Shabirin, Putri P., Putri R., Noer Rimafatin, Sri Gunartiningsih, Amanda Nur I., Miftahul Jannah, Rizal Alquderi, dan semua teman-teman GP'11 (Gold Physics 2011) yang telah memberikan bantuan dan dukungannya dalam penyelesaian skripsi ini;
7. Novia Ayu Setyaningtyas yang telah memberikan bantuan dan dukungannya;
8. Teman-teman kos Matahari yang selalu menjadi penghibur di saat lelah;

9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Kritik dan saran dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca.

Jember, Juni 2016

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
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 Kondisi Wilayah.....	6
2.2 Limbah	7
2.3 Metode Potensial Diri (<i>Self Potential</i>)	9
2.4 Potensial Diri di Alam.....	11
2.4.1 Potensial Elektrokinetik	11
2.4.2 Potensial <i>Liquid-Junction</i> (Difusi).....	12

2.4.3 Potensial <i>Shale</i>	13
2.4.4 Potensial Mineralisasi	13
2.5 Konfigurasi Elektroda	15
2.6 Teori Interpretasi bawah permukaan data potensial diri	17
BAB 3. METODE PENELITIAN	21
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	22
3.3 Diagram Kerja Penelitian	24
BAB 4. HASIL DAN KESIMPULAN	32
BAB 5. PENUTUP	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN A	43
LAMPIRAN B	46
LAMPIRAN C	49
LAMPIRAN D	52

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Sistem pengukuran SP.....	10
2.2 Pengambilan data potensial diri dengan konfigurasi elektroda tetap	16
2.3 Konfigurasi elektroda katak lompat (<i>leap-frog</i>)	17
2.4 Anomali Potensial Diri yang Ditimbulkan oleh Bipol Arus Vertikal	19
3.1 Denah lokasi FMIPA Universitas Jember.....	21
3.2 GPS Garmin 76 CSx	22
3.3 Multimeter Digital Sanwa CD771	23
3.4 Diagram kerja penelitian.....	24
3.5 Bentuk saluran pembuangan limbah di Laboratorium Fisika Dasar..	25
3.6 Bentuk saluran pembuangan limbah di Laboratorium Kimia Dasar..	25
3.7 Bentuk bak pembuangan limbah di Laboratorium Mikrobiologi	26
3.8 Lokasi penelitian dan posisi lintasan di Laboratorium Fisika Dasar	27
3.9 Lokasi penelitian dan posisi lintasan di Laboratorium Kimia Dasar	27
3.10 Lokasi penelitian dan posisi lintasan di Laboratorium Mikrobiologi	28
3.11 Metode pengambilan data potensial diri lompat katak (<i>leap frog</i>) ...	29
4.1 Peta kontur sebaran nilai potensial di selatan Laboratorium Fisika Dasar	32
4.2 Peta kontur sebaran nilai potensial di selatan Laboratorium Kimia Dasar	34
4.3 Peta kontur sebaran nilai potensial di selatan Laboratorium Mikrobiologi	35

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data Potensial Lokasi Pertama Penelitian di Selatan Laboratorium Fisika Dasar	43
B. Data Potensial Lokasi Pertama Penelitian di Selatan Laboratorium Kimia Dasar.....	46
C. Data Potensial Lokasi Pertama Penelitian di Selatan Laboratorium Mikrobiologi.....	49
D. Dokumentasi Penelitian	52

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri, instansi, maupun domestik (rumah tangga). Bila ditinjau secara kimiawi, limbah ini terdiri dari bahan kimia senyawa organik dan senyawa anorganik. Limbah cair merupakan sisa buangan dari suatu proses yang sudah tidak dipergunakan lagi, baik berupa sisa industri, instansi, rumah tangga, peternakan, pertanian, dan sebagainya. Komponen utama limbah cair adalah air (99%) sedangkan komponen lainnya bahan padat bergantung asal buangan tersebut (Rustama *et al.*, 1998). Kemudian terdapat pula limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) adalah sisa suatu usaha atau kegiatan yang mengandung B3. Sesuai definisi pada UU no. 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang dimaksud dengan bahan berbahaya dan beracun adalah zat, energi, dan komponen lain yang karena sifat, konsentrasi atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan, merusak lingkungan hidup, dan kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya. Limbah ini bisa dalam bentuk gas, cair, maupun padatan. Bahan-bahan tersebut bila memiliki salah satu atau lebih karakteristik berikut: mudah meledak, mudah terbakar, bersifat reaktif, beracun, menyebabkan infeksi, bersifat korosif merupakan bahan yang termasuk limbah B3 (Nurmilasari, 2015).

Menurut Azamia (2012) laboratorium yang menggunakan bahan-bahan kimia merupakan salah satu penyumbang limbah cair maupun padatan organik dan anorganik. Limbah cair biasanya langsung dibuang tanpa pengolahan, sehingga dapat merusak lingkungan di sekitarnya, meskipun jumlahnya tidak sebanyak limbah cair yang dihasilkan oleh industri. Bahan yang terbuang karena adanya aktivitas

praktikum di laboratorium antara lain adalah NaCl, enzim (Ca, Mn, Zn), alkohol, NaOH, HCl, CuSO₄, H₂SO₄, dan beberapa larutan yang mengandung logam (Fe, Pb, dan Cu).

Kegiatan laboratorium di lingkungan pendidikan juga menyumbangkan limbah cair yang bisa menyebabkan polutan. Hal tersebut dapat dilihat dari kegiatan-kegiatan yang dilakukan di laboratorium. Penggunaan bahan kimia di lingkungan FMIPA Universitas Jember cukup tinggi. Bahan kimia yang digunakan di lingkungan FMIPA, baik untuk kepentingan praktikum maupun penelitian diantaranya adalah NaCl, alkohol, NaOH, HCl, dan CuSO₄. Di lingkungan FMIPA Universitas Jember terdapat beberapa laboratorium yang menyumbangkan limbah, yaitu Laboratorium Fisika Dasar, Laboratorium Kimia Dasar, dan Laboratorium Mikrobiologi. Laboratorium-laboratorium tersebut melakukan kegiatan praktikum dengan kuantitas di Laboratorium Fisika Dasar dilakukan hampir setiap hari, di Laboratorium Kimia Dasar praktikum dilakukan tiga kali dalam seminggu, dan praktikum di Laboratorium Mikrobiologi dilakukan dua kali dalam seminggu (Kurniawati, 2014).

Limbah cair dari kegiatan praktikum dibuang di tempat pembuangan yang berada di sekitar laboratorium. Bentuk dari tempat pembuangan limbah cair yang ada di Laboratorium Fisika Dasar dan Kimia Dasar dibuang melalui *wastafel* menuju saluran pembuangan. Sedangkan pada Laboratorium Mikrobiologi, limbah cair dari Laboratorium dibuang melalui *wastafel* yang menuju ke bak pembuangan khusus limbah cair dari kegiatan laboratorium. Bak pembuangan dan saluran pembuangan tersebut terbuat dari plester yang berfungsi agar limbah cair laboratorium tidak merembes ke dalam tanah. Saluran pembuangan limbah cair tersebut memiliki kemungkinan keretakan yang akan mempengaruhi kualitas air tanah yang berada di dekat penampungan limbah cair tersebut. Rata-rata jarak antara tempat pembuangan limbah tersebut dengan posisi sumur adalah ± 10 m, dengan demikian hal tersebut berpotensi membahayakan pengguna fasilitas air tanah, utamanya di lingkungan FMIPA Universitas Jember.

Penelitian tentang limbah di lingkungan FMIPA sebelumnya pernah dilakukan oleh Kurniawati (2014), yaitu tentang identifikasi polutan di lingkungan FMIPA Universitas Jember dengan menggunakan metode geolistrik resistivitas 2D dan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Kesimpulan yang didapat yaitu pencitraan data resistivitas 2D dari struktur bawah permukaan tanah di lingkungan FMIPA Universitas Jember yang diduga terdapat polutan pada daerah FMIPA. Penyebab terjadinya polutan di lingkungan FMIPA kemungkinan berkontribusi dari adanya retakan dari tempat pembuangan limbah cair di masing-masing laboratorium, sehingga terjadi rembesan limbah cair dari saluran buatan maupun bak pembuangan limbah cair yang menjadi tempat mengalirnya limbah cair hasil kegiatan laboratorium. Salah satu metode yang bisa mendeteksi adanya keretakan tersebut adalah metode *self potential* (potensial diri).

Secara umum metode potensial diri adalah salah satu metode geofisika yang prinsip kerjanya adalah mengukur tegangan statis alam pada titik tertentu di permukaan tanah. Menurut percobaan Vichabian dan Morgan (2002), menyatakan bahwa pengukuran menggunakan metode potensial diri dapat mendeteksi sebuah aliran fluida (*akuifer*) berdasarkan grafik nilai potensialnya. Metode potensial diri pernah digunakan oleh Sumiasih (2008), untuk mendeteksi kebocoran dinding penampung limbah cair karet berdasarkan analisis kontur. Penelitian tersebut membahas tentang pendugaan adanya keretakan yang terdapat pada dinding penampung limbah kimia dengan cara menganalisis anomali-anomali yang terjadi pada titik-titik yang menjadi tempat penelitian. Hasil dari penelitian tersebut adalah ditemukannya anomali-anomali yang terdapat pada beberapa titik di daerah penampungan limbah kimia karet, yang diduga terdapat kebocoran pada dinding penampung limbah. Alasan lain penggunaan metode ini adalah karena memiliki beberapa kelebihan diantaranya tidak merusak, cepat, murah dan praktis (hanya menggunakan voltmeter dan beberapa elektroda non polar) (Nyquist dan Corry, 2012).

Penggunaan metode potensial diri akan memberikan hasil pencitraan bawah permukaan pada titik-titik yang akan diteliti. Jika terdapat anomali-anomali nilai potensial dari permukaan tempat pembuangan limbah cair tersebut dengan rentang anomali potensial negatif ≤ 100 mV (Reynolds, 1997), dapat diprediksi bahwa telah terjadi rembesan limbah cair yang telah tercemar dengan bahan kimia berbahaya pada tanah yang nantinya akan berpengaruh pada kualitas air tanah di sekitar lingkungan FMIPA Universitas Jember.

1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dituliskan rumusan masalahnya sebagai berikut:

1. Bagaimanakah identifikasi retakan pada saluran limbah cair dan bak pembuangan limbah cair di lingkungan FMIPA Universitas Jember berdasarkan anomali-anomali yang terdapat pada pencitraan kontur bawah permukaan menggunakan metode potensial diri?
2. Bagaimanakah kontribusi pola sebaran limbah di daerah retakan terhadap dugaan adanya polutan di lingkungan FMIPA Universitas Jember sesuai penelitian yang telah dilakukan oleh Kurniawati (2014)?

1.2 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah pengambilan data dilakukan di lingkungan sekitar masing-masing laboratorium yang ada di lingkungan FMIPA Universitas Jember. Laboratorium tersebut yaitu Laboratorium Fisika Dasar, Laboratorium Kimia Dasar, dan Laboratorium Mikrobiologi. Selain itu polutan tidak dibahas secara spesifik.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi retakan pada saluran limbah cair dan bak pembuangan limbah cair di lingkungan FMIPA Universitas Jember berdasarkan anomali-anomali yang terdapat pada pencitraan kontur bawah permukaan menggunakan metode potensial diri.
2. Mengetahui kontribusi pola sebaran limbah di daerah retakan terhadap dugaan adanya polutan di lingkungan FMIPA Universitas Jember sesuai penelitian yang telah dilakukan oleh Kurniawati (2014).

1.4 Manfaat

Manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini adalah dapat mendeteksi secara dini tentang kemungkinan retakan pada saluran pembuangan limbah cair dan bak pembuangan limbah cair, dimana limbah cair yang digunakan dalam kegiatan laboratorium berpotensi mencemari lingkungan, terutama mencemari air tanah. Setelah mengetahui ada atau tidaknya retakan saluran pembuangan limbah cair dan bak pembuangan limbah cair, maka perlu ditindak lanjuti untuk penanganan limbah cair yang digunakan di laboratorium. Penelitian ini juga bisa dijadikan tambahan referensi mengenai kondisi pembuangan limbah cair yang terdapat di lingkungan FMIPA Universitas Jember dan pengetahuan tentang pengaplikasian metode potensial diri.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kondisi Wilayah

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember terletak di Kecamatan Sumpalsari, Kabupaten Jember. Fakultas ini terdiri dari 4 jurusan yaitu Jurusan Matematika, Jurusan Fisika, Jurusan Kimia, dan Jurusan Biologi. Kegiatan praktikum di Laboratorium Matematika dilakukan 2 kali dalam seminggu, Laboratorium Fisika Dasar dilakukan hampir setiap hari, Laboratorium Kimia Dasar kegiatan praktikum dilakukan 3 kali dalam satu minggu, dan Laboratorium Mikrobiologi kegiatan praktikum dilakukan dua kali dalam seminggu (Kurniawati, 2014). Namun untuk Laboratorium Matematika Dasar tidak menggunakan bahan berbahaya, karena hanya menggunakan komputer sebagai pengolah data. Dari semua laboratorium tersebut (kecuali Laboratorium Matematika), terdapat tempat pembuangan limbah cair di sekitar laboratorium.

Tempat pembuangan limbah cair di Laboratorium Mikrobiologi berbentuk bak pembuangan yang bagian permukaannya ditutupi dengan plester, sedangkan pada Laboratorium Fisika Dasar dan Kimia Dasar berbentuk saluran pembuangan. Bak pembuangan dan saluran pembuangan tersebut terbuat dari plester yang berfungsi agar limbah cair laboratorium tidak merembes ke dalam tanah. Tempat pembuangan limbah cair tersebut digunakan untuk membuang sisa cairan dan bahan-bahan kimia yang digunakan selama kegiatan laboratorium. Dengan demikian, cairan yang ada tempat pembuangan limbah cair tersebut juga mengandung bahan kimia yang berbahaya bagi manusia. Jika terjadi keretakan tempat pembuangan limbah cair tersebut, maka berbahaya bagi manusia yang memanfaatkan air tanah di lingkungan FMIPA Universitas Jember.

2.2 Limbah

Limbah merupakan bahan buangan dari hasil kegiatan industri, kegiatan laboratorium, maupun kegiatan sehari-hari di lingkungan masyarakat yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki karena tidak memiliki nilai ekonomis. Sedangkan menurut Mahida (1986), limbah adalah sampah cair dari suatu lingkungan masyarakat yang terdiri dari air 99 % dan sisanya benda-benda padat organik dan anorganik.

Ada beberapa macam limbah seperti limbah padat, limbah cair, limbah beracun (B3), dan polusi udara.

1. Limbah padat

Limbah padat berasal dari kegiatan industri dan domestik. Limbah domestik pada umumnya berbentuk limbah padat rumah tangga, limbah padat kegiatan perdagangan, perkantoran, pertanian, serta dari tempat-tempat umum. Contoh jenis limbah padat antara lain kertas, kayu, kain, karet, kulit tiruan, plastik, metal, gelas, dan lain-lain.

2. Limbah cair

Limbah cair adalah gabungan atau campuran dari air dan bahan-bahan pencemar yang terbawa oleh air, baik dalam keadaan terlarut maupun tersuspensi yang terbuang dari sumber domestik (rumah tangga), sumber industri, hasil buangan kegiatan laboratorium, dan pada saat tertentu tercampur dengan air tanah, air permukaan, atau air hujan.

3. Limbah B3

Limbah B3 terbagi atas dua macam, yaitu spesifik dan tidak spesifik. Limbah spesifik digolongkan ke dalam jenis industri, sumber pencemaran, asal limbah dan pencemaran utama, sedangkan limbah tidak spesifik penggolongannya atas dasar kategori dan bahan pencemar. Menurut Soeparman dan Suparmin (2001),

bahan yang termasuk limbah B3 adalah limbah yang memenuhi salah satu atau lebih karakteristik berikut;

- a. Mudah meledak
 - b. Mudah terbakar
 - c. Bersifat reaktif
 - d. Beracun
 - e. Menyebabkan infeksi
 - f. Bersifat korosif
4. Polusi udara

Limbah gas dan partikel biasanya berasal dari kegiatan industri, dan transportasi. Limbah gas dan partikel ini dapat menyebabkan polusi udara, yaitu tercemarnya udara oleh beberapa partikulat zat yang mengandung partikel (asap dan jelaga), hidrokarbon, sulfur dioksida, ozon (asap kabut fotokimiawi), karbon monoksida, dan timah.

Secara umum sumber-sumber air limbah dapat dibagi menjadi 3 macam, yaitu sebagai berikut:

1. Air limbah rumah tangga

Sumber utama air limbah rumah tangga dari masyarakat berasal dari perumahan, daerah perdagangan, daerah perkotaan, atau lembaga serta daerah fasilitas rekreasi (Sugiharto, 1987). Limbah domestik terdiri dari pembuangan air kotor dari kamar mandi dan dapur. Kotoran-kotoran itu merupakan campuran dari zat-zat mineral dan organik dalam banyak bentuk termasuk partikel-partikel besar dan kecil benda padat, sisa-sisa bahan larutan dalam keadaan terapung dan dalam bentuk koloid. Limbah tersebut juga mengandung zat-zat hidup, seperti bakteri, virus, dan protozoa yang merupakan penyebab penyakit (Mahida, 1986).

2. Air limbah rembesan dan tambahan

Limbah rembesan dan tambahan merupakan limbah yang berasal dari air hujan maupun genangan air yang merembes ke dalam tanah yang akhirnya menjadi air tanah, sehingga menambah volume air di tanah (Sugiharto, 1987).

3. Air limbah laboratorium dan industri

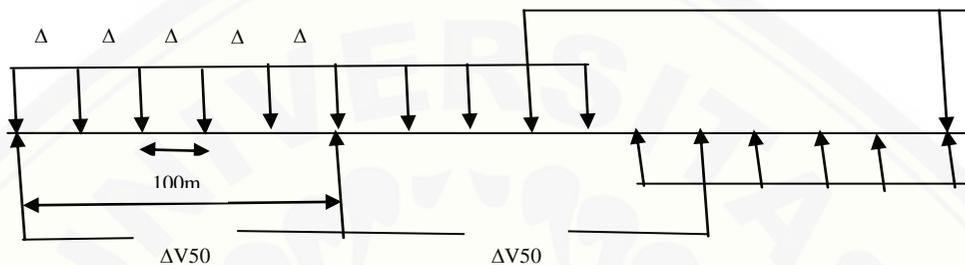
Air limbah laboratorium merupakan hasil buangan dari kegiatan laboratorium yang banyak menggunakan bahan organik maupun bahan anorganik. Sedangkan air limbah industri merupakan air limbah hasil buangan dari kegiatan industri yang bisa juga dalam bentuk organik maupun anorganik.

2.3 Metode Potensial Diri (*Self Potential*)

Metode potensial diri pertama kali digunakan oleh Robert Fox pada tahun 1830 untuk menemukan daerah yang mengandung sulfida di Corn Wall, Amerika Serikat. Pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan lempeng tembaga sebagai elektroda dan galvanometer sebagai pengukur beda potensial yang timbul. Pengukuran pertama kali ini merupakan pengukuran yang sederhana, hanya mengukur beda potensial yang timbul diantara pasangan elektroda yang dihubungkan dengan *voltmeter*. Metode potensial diri merupakan salah satu metode geofisika yang prinsip kerjanya adalah mengukur tegangan statis alam (*static natural voltage*) yang berada di titik-titik permukaan tanah. Metode potensial diri merupakan metode dalam Geofisika yang paling sederhana dilakukan, karena hanya memerlukan alat ukur tegangan yang peka dan dua elektroda khusus (*phorous pot*). Metode potensial diri merupakan metode pasif dalam bidang geofisika karena untuk mendapatkan informasi bawah tanah melalui pengukuran tanpa menginjeksi arus listrik melalui permukaan tanah.

Menurut Santoso (2002), pengukuran potensial diri dilakukan pada lintasan tertentu dengan tujuan untuk mengukur beda potensial antara dua titik yang berbeda sebagai V_1 dan V_2 . Cara untuk melakukannya ialah dengan

menggunakan dua buah elektroda yang biasanya menggunakan *porous pot* (pot berpori) 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. Sketsa cara pengukuran potensial diri dapat dilihat pada gambar 2.1 seperti berikut:



Gambar 2.1 Sistem Pengukuran SP (Sumber: Santoso, 2002)

Dalam perkembangan lebih lanjut, pembatasan pada elektroda dan detektor merupakan hal yang perlu dilakukan. Jika digunakan logam yang diletakkan di tanah sebagai elektroda potensial diri, hasil reaksi kimia pada daerah kontak akan menghasilkan potensial yang tidak murni. Selanjutnya potensial kontak tersebut terbawa pada pengukuran di titik yang berbeda dan waktu yang berbeda sehingga untuk menghasilkan potensial yang sebenarnya adalah sangat sulit. Oleh karena itu digunakan elektroda nonpolarisasi dalam pengukuran potensial diri. Elektroda nonpolarisasi ini pertama kali dipergunakan oleh Carl Barus pada tahun 1882 dengan menggunakan batang tembaga yang dicelupkan dalam larutan CuSO_4 yang diletakkan di pot berpori (Santoso, 2002).

Perkembangan yang terjadi pada metode potensial diri, saat ini telah digunakan untuk mendeteksi anomali yang terjadi dikarenakan oleh fluida sebagai akibat proses-proses di daerah pembuangan sampah yang meresap ataupun mengalir di bawah permukaan (Wijaya, 2001). Berdasarkan pengukuran yang sudah dilakukan di daerah pembuangan sampah, anomali yang terjadi menunjukkan nilai (20 – 60)mV

dan mampu pula merespon adanya anomali yang disebabkan pembuangan sampah kimia. Selain itu metode potensial diri dapat digunakan untuk mendeteksi adanya resapan zat cair di bawah permukaan tanah, didasarkan pada potensial listrik yang dihasilkan oleh aliran fluida yang melalui media yang berporos dan proses ini dinamakan kopling elektrokinetik (Taufiqulbar, 1997). Beda potensial yang terukur diakibatkan oleh aliran induksi medan potensial listrik yang diamati pada permukaan di atas aliran fluida. Variasi potensial diri yang nyata di atas dan di sepanjang resapan secara lengkap disebabkan oleh geoelektrik, koefisien elektrokinetik, kecepatan aliran, kedalaman dan geometri aliran. Berdasarkan survei yang telah dilakukan, anomali yang terjadi pada daerah resapan zat cair mencapai beberapa millivolt dan diamati menggunakan elektroda nonpolar. Kesalahan dalam pengukuran SP diduga disebabkan oleh adanya aliran fluida di bawah permukaan yang mengakibatkan lompatan tiba-tiba terhadap nilai beda potensial. Oleh karena itu metode ini sangat berguna untuk eksplorasi panas bumi, kebocoran bangunan dan lain-lain (Santoso, 2002).

2.4 Potensial diri di Alam

Reaksi elektrokimia dan aktivitas mekanik merupakan penyebab adanya potensial diri yang terjadi di bumi, tetapi faktor utama terjadinya potensial tersebut yaitu adanya air di bawah permukaan tanah. Proses terbentuknya potensial diri di alam dapat terjadi melalui 4 mekanisme, yaitu secara mekanik (potensial elektrokinetik), dan lainnya terjadi secara kimia (potensial *liquid-junction*, potensial *shale*, dan potensial mineralisasi) (Telford, *et. al*, 1990).

2.4.1 Potensial Elektrokinetik

Potensial elektrokinetik terjadi secara mekanik dan biasa disebut dengan aliran potensial. Potensial ini dapat diamati pada larutan yang mengalir pada kapiler atau medium yang berpori yang mempunyai faktor resistivitas listrik

(ρ) dan viskositas (η). Resultan beda potensial antara ujung gayanya dapat ditentukan melalui:

$$E_k = -\frac{\phi \Delta P \varepsilon \rho}{4\pi \eta} \quad (2.1)$$

Keterangan : ϕ = potensial absorbs

ΔP = perbedaan tekanan (Pa)

ε = konstanta dielektrik larutan

ρ = resistivitas listrik (Ωm)

η = viskositas (Ns/m^2 atau Pa.s)

(Telford *et al.*, 1990).

Besarnya ϕ merupakan potensial dari dua lapisan (padat-cair) antara padatan dan larutan. Walaupun secara umum tidak terlalu penting, akan tetapi efek aliran ini mungkin penyebab dari adanya anomali yang kadang-kadang besar yang ada hubungannya dengan topografi.

2.4.2 Potensial *Liquid-Junction* (Difusi)

Potensial *liquid-junction* disebabkan oleh perbedaan variasi ion dalam larutan dengan konsentrasi yang berbeda. Besar harga potensial *liquid-junction* dinyatakan dengan persamaan (2.2) sebagai berikut:

$$E_d = \frac{R\theta(I_a - I_c)}{Fn(I_a + I_c)} \log_{10} \left(\frac{C_1}{C_2} \right) \quad (2.2)$$

Keterangan : R = konstanta gas (8.31 joule/K mol)

F = konstanta Faraday (9.65×10^4 C/mol)

θ = temperature absolut (K)

n = valensi

I_a, I_c = mobilitas dari anion dan kation

C_1, C_2 = konsentrasi larutan (mol/m^2)

(Telford *et al.*, 1990).

2.4.3 Potensial *Shale*

Bila elektroda metal yang identik dicelupkan ke dalam larutan yang homogen, maka tidak ada beda potensial yang timbul diantara kedua elektrode tersebut. Jika kemudian konsentrasi pada larutan tersebut berbeda, maka akan timbul beda potensial yang dirumuskan sebagai berikut:

$$E_x = -\frac{R\theta}{Fn} \log \frac{C_1}{C_2} \quad (2.3)$$

Keterangan: R = konstanta gas (8,31 joule/K mol)

F = konstanta Faraday (9.65 x 10⁴ C/mol)

θ = temperature absolut (K)

n = valensi

C₁, C₂ = konsentrasi larutan (mol/m²)

(Telford *et al.*, 1990).

Kombinasi antara potensial difusi dengan potensial *Nernst* dikenal sebagai potensial diri elektrokimia atau potensial diri statis.

2.4.4 Potensial Mineralisasi

Potensial mineralisasi biasanya disebabkan oleh simpanan mineral, khususnya asam sulfida. Potensial yang timbul berasal dari reaksi oksidasi reduksi. Jika dua buah metal yang berbeda dicelupkan pada larutan yang homogen, maka akan timbul beda potensial di antara kedua elektrode tersebut. Potensial kontak elektrolit ini searah dengan potensial statis, hal ini ada hubungannya antara penyebab utama dari potensial yang besar dengan daerah mineral dan dikenal sebagai potensial mineralisasi.

Background potentials terbentuk oleh aliran zat cair, aktivitas biolistrik pada tumbuhan dan ditimbulkan oleh peredaan konsentrasi elektrolit di air tanah dan ditimbulkan oleh perbedaan konsentrasi elektrolit di air tanah dan aktivitas geokimia lainnya. Amplitudo yang terbentuk dari sumber-sumber

geologi mempunyai variasi besar, tetapi secara umum besarnya kurang dari 100 mV. Secara rata-rata pengukuran potensial dengan interval beberapa ribu meter, potensialnya selalu bertambah mendekati nol atau biasa dikatakan dari positif menuju negatif. Besarnya nilai *background potentials* tergantung dari sumber-sumber geologi yang ada di bawah permukaan sebagai mana ditunjukkan dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Sumber geologi dan jenis-jenis anomali

Sumber	Potensial mineral
Potensial Mineral	Negatif 100 – 1000 mV
Tubuh biji sulfida (<i>pyrite</i> , <i>chalcopyrite</i> , <i>pyrrhotite</i> , <i>sphalerite</i> , galena), <i>Graphite</i> (<i>magnetite</i> dan bahan konduksi elektronik	Negatif 100 – 1000 mV
Coal	Negatif 100 – 1000 mV
Mangan	Negatif 100 – 1000 mV
Kuarsa	Negatif 100 – 1000 mV
<i>Pegmatite</i>	Negatif 100 – 1000 mV
Potensial background	
Aliran fluida, reaksi geokimia, dan lain-lain	Positif \pm negatif ≤ 100 mV
Efek biolistrik (tumbuhan, pohon)	Negatif ≤ 300 mV
Gerakan air tanah	Positif atau negatif hingga 100-1000 mV
Topografi	Negatif hingga 200 mV

(Sumber: Reynolds, 1997).

Background potentials memiliki beberapa karakteristik gradien regional. Pertama gradien potensial hasil pengukuran menunjukkan 1 mV per 3050 m dengan luasan hanya beberapa mil dan bernilai positif ataupun negatif. Hal ini diperkirakan akibat adanya perubahan difusi dan potensial listrik pada air tanah. Gradien regional kedua yaitu gradien yang mempunyai besar sama, hal ini berkaitan dengan topografi yang nilainya terukur selalu negatif pada puncak yang kemungkinan diakibatkan oleh adanya aliran potensial (Telford *et al.*, 1990).

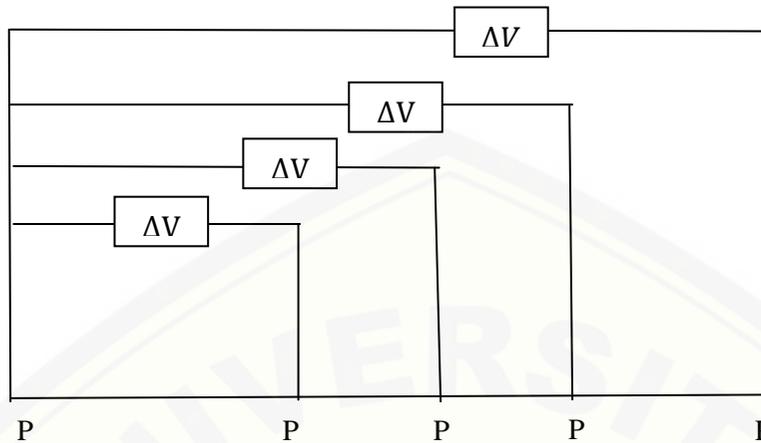
Kondisi di lapangan mengindikasikan beberapa bagian mineral harus berada di zona oksidasi agar anomali potensial diri terlihat pada permukaan (Wijaya, 2001). Penjelasan tersebut didasarkan pada kenyataan bahwa zona penyebab anomali tersebut berkelakuan seperti sel galvanik dengan perbedaan potensial yang terbentuk antara zona oksidasi dan posisi yang ada di bawahnya.

2.5 Konfigurasi Elektroda

Ada dua teknik pengukuran potensial diri di lapangan yaitu sebagai berikut:

a. Konfigurasi Elektroda Tetap (*fixed base*)

Pengukuran cara pertama, salah satu elektroda dibuat tetap pada *base station* dan elektroda yang satu lagi berpindah-pindah ke titik pengukuran secara berurutan di sepanjang lintasan. Pengukuran dengan cara ini memerlukan kabel yang panjang sampai ratusan meter. Keuntungan pengukuran cara ini adalah bahwa beda potensial diukur secara kontinu relatif terhadap titik tetap (*base station*) serta kesalahan ukur antara elektroda tidak terakumulasi. Langkah ini dapat digambarkan seperti pada gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.2 Pengambilan data potensial diri dengan konfigurasi elektroda tetap

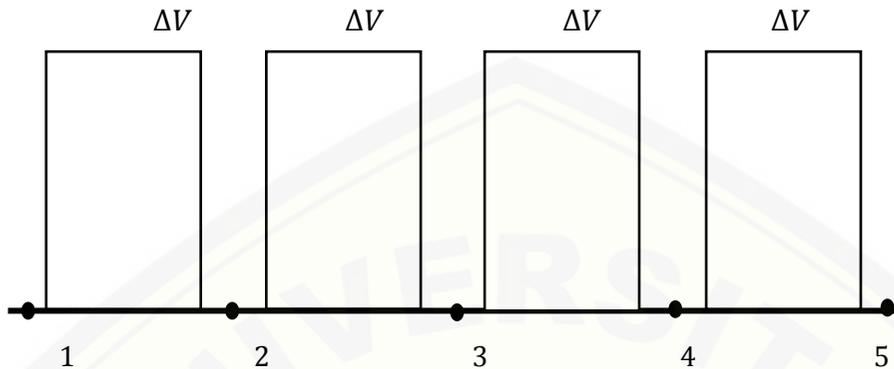
(Sumber: Reynolds, 1997)

Keterangan : ΔV = potensial yang terukur (V)

P = elektroda

b. Konfigurasi Elektroda Katak Lompat (*leap-frog*)

Cara pengukuran berikutnya adalah teknik katak lompat (*leap-frog*) dimana elektroda yang paling belakang dipindahkan ke titik pengukuran di depan elektroda yang di muka. Pada teknik ini kedua elektroda diatur dengan jarak tetap. Dengan cara seperti ini kesalahan kumulatif dihilangkan, hanya perlu diingat bahwa tanda-tanda beda potensial (polaritas) akan terukur setiap kali memindahkan elektroda. Beda potensial yang terukur dibagi dengan jarak pisah elektroda yang akan memberikan gradien dalam satuan mV/m, nilai ini ditetapkan menjadi titik tengah antara dua elektroda.



Gambar 2.3 Konfigurasi elektroda katak lompat (*leap-frog*) (Sumber: Reynolds, 1997)

Keterangan : ΔV = potensial yang terukur (V)
 + = elektroda positif
 - = elektroda negatif
 1, 2, 3, 4, 5 = *phorous pot*

2.6 Teori Interpretasi Bawah Permukaan Data Potensial Diri

Anomali dapat terjadi pada potensial diri yang disebabkan oleh perbedaan tekanan, temperatur, atau konsentrasi kimiawi di bumi. Amplitudo anomali besarnya tergantung dari nilai perbedaan tekanan dan koefisien *cross-coupling* yang berhubungan dengan aliran air tanah, panas atau bahan-bahan yang dapat menimbulkan potensial dan resistivitas listrik dari struktur bumi. Potensial yang ditimbulkan oleh aliran fluida dinamakan elektrokinetik atau aliran potensial yang berhubungan dengan aliran ion yang berasal dari termoelektrik (Corwin, 2003). Data potensial diri dapat diinterpretasikan secara kualitatif, geometrik, atau secara analitis. Data-data yang diperoleh dari pengukuran lapangan diasumsikan memiliki kualitas yang baik dari efek geologi, topografi, variasi waktu dan *noise* yang lain dapat dihilangkan atau diminimalkan. Ada beberapa teknik yang berguna untuk interpretasi data potensial diri, salah satunya adalah pemodelan sumber berupa titik.

Asumsi sumber arus listrik dapat menggunakan pemodelan geometri yang fleksibel untuk pemodelan anomali potensial diri (Corwin, 2003). Berbagai konfigurasi sumber dengan berbagai distribusi arus dapat dinyatakan memiliki distribusi ruang dari sumber titik. Penggunaan pemodelan sumber titik untuk observasi data dapat secara cepat mengidentifikasi kedalaman sumber.

Diasumsikan bahwa sumber terdiri dari bagian atas dan bagian bawah, besarnya potensial pada beberapa titik di permukaan yang berasal dari bagian atas sumber dan dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$V_+ = \left(\frac{\rho I}{2\pi}\right) \left(\frac{1}{r_1}\right) \quad (2.4)$$

Keterangan: I : arus total yang mengalir (A)

r_1 : jarak sumber titik atas ke titik pengamatan di permukaan (m)

dan potensial pada bagian bawah dapat pula dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$V_- = \left(\frac{\rho I}{2\pi}\right) \left(\frac{1}{r_2}\right) \quad (2.5)$$

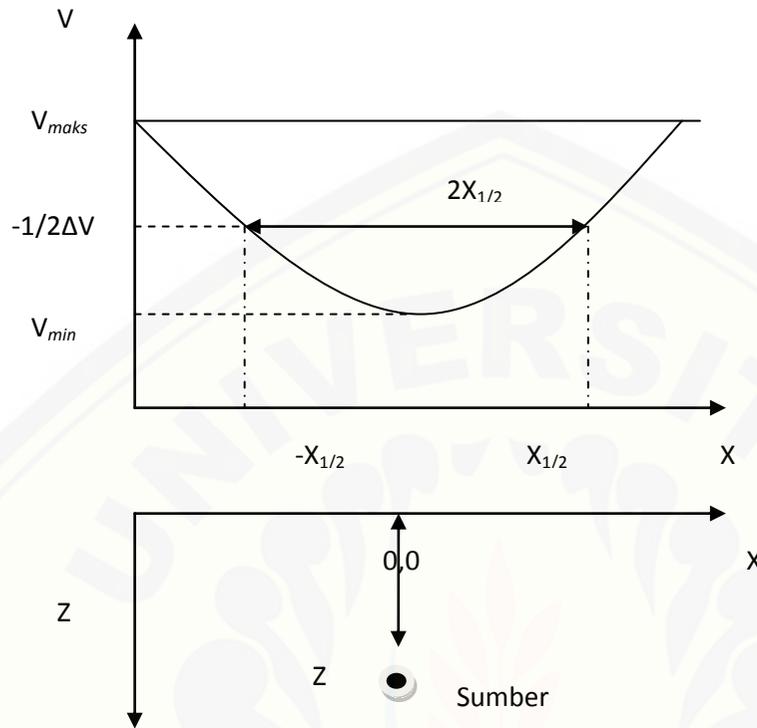
Keterangan: I : total arus yang mengalir (A)

r_2 : jarak sumber titik bagian bawah ke titik pengamatan di permukaan (m)

Jumlah potensial (V) di tiap titik pengukuran yang ada di permukaan dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$V = \left(\frac{\rho I}{2\pi}\right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \quad (2.6)$$

Keterangan: r = jarak sumber titik atas ke titik pengamatan di permukaan (m)



Gambar 2.4 Anomali potensial diri yang ditimbulkan oleh bipol arus vertikal
(Sumber: Wijaya, 2001)

Andaikan kasus bipol arus vertikal sederhana seperti pada gambar 2.4 di bagian yang berada dekat permukaan dengan kedalaman Z dan asumsi bahwa sumber potensial pada bagian atas saja kita akan mendapatkan :

$$\Delta V_{maks} = -\left(\frac{\rho l}{2\pi}\right)\frac{1}{Z}, \text{ pada } x=0 \quad (2.7)$$

Pada jarak $x_{1/2}$, dimana ΔV adalah $1/2 \Delta V_{maks}$ dapat ditentukan bahwa :

$$1/2 \Delta V_{maks} = -\left(\frac{\rho l}{2\pi}\right)\frac{1}{\left(x_{1/2}^2 + Z^2\right)^{1/2}} \quad (2.8)$$

Keterangan : $x_{1/2}$: titik yang mempunyai frekuensi $1/2$ dari V_{maks}

Perbandingan antara ΔV_{maDs} dan $1/2 \Delta V_{maks}$ menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$2 = \frac{(x_{1/2}^2 + Z^2)^{1/2}}{Z} \quad (2.9)$$

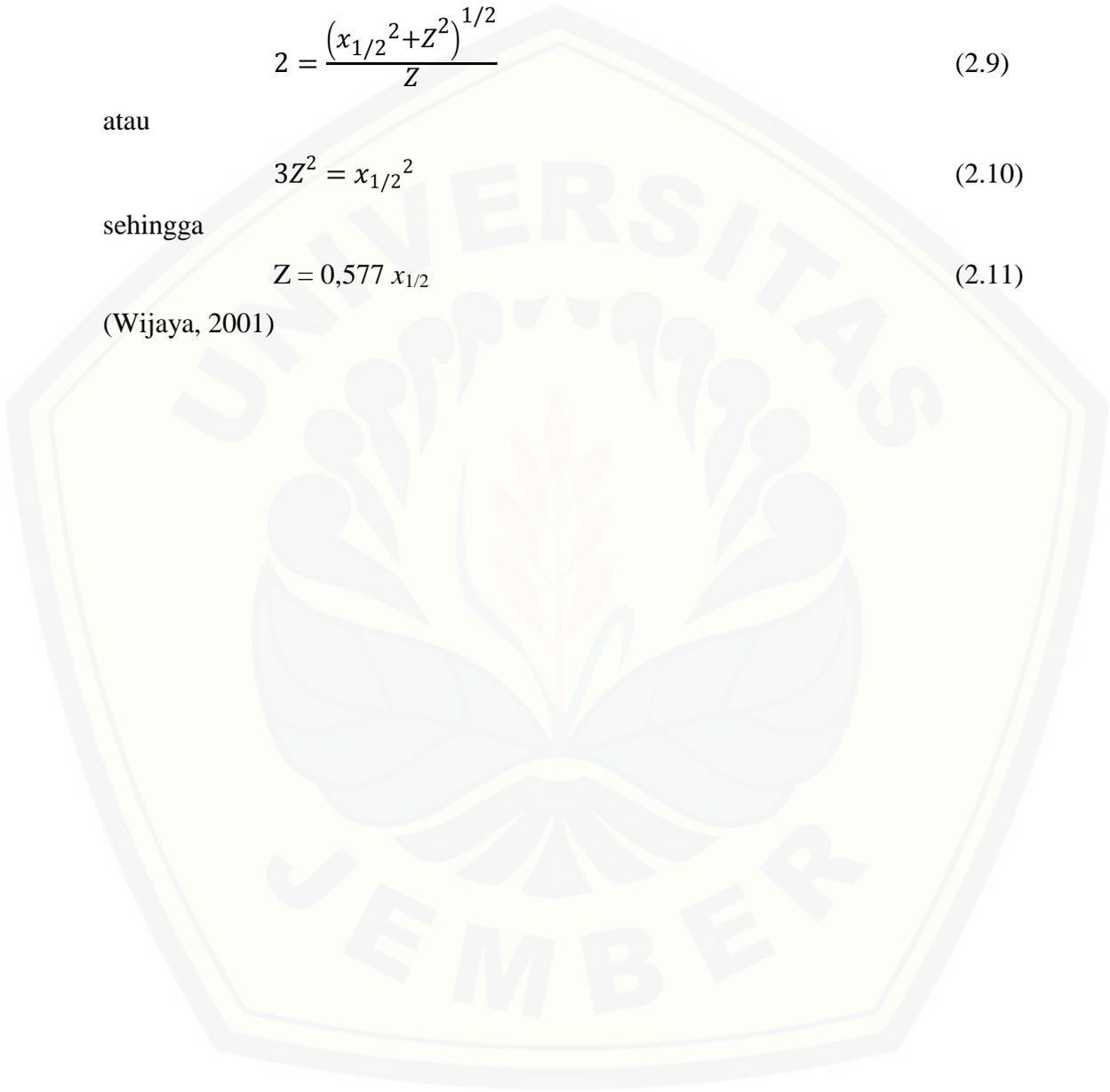
atau

$$3Z^2 = x_{1/2}^2 \quad (2.10)$$

sehingga

$$Z = 0,577 x_{1/2} \quad (2.11)$$

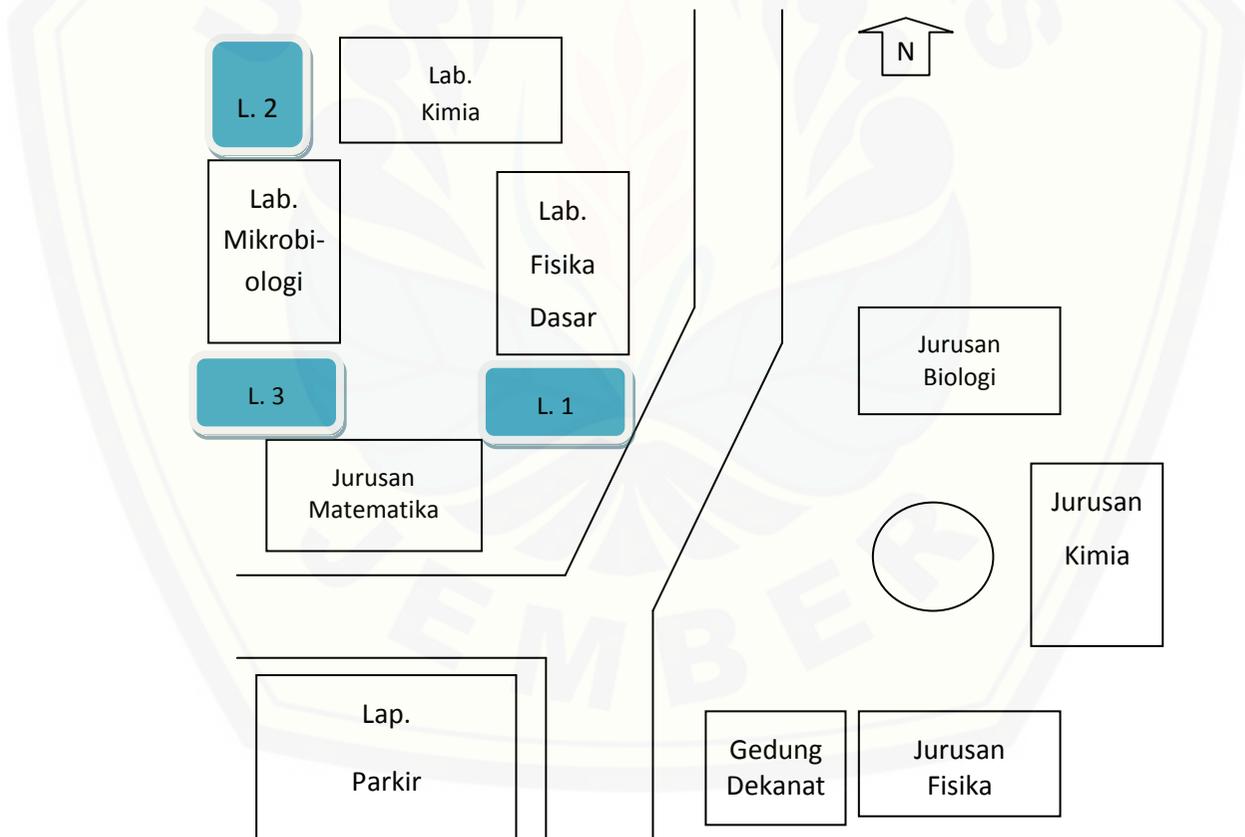
(Wijaya, 2001)



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di lingkungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Jember, yang akan dilaksanakan pada bulan April 2016 sampai juni 2016. Denah FMIPA Universitas Jember dan posisi tempat penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Denah lokasi FMIPA Universitas Jember

- Keterangan: L. 1 = Tempat Pembuangan Limbah Cair di Laboratorium Fisika Dasar
L. 2 = Tempat Pembuangan Limbah Cair di Laboratorium Kimia Dasar
L. 3 = Tempat Pembuangan Limbah Cair di Laboratorium Mikrobiologi

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian tentang investigasi keretakan tempat pembuangan limbah cair di lingkungan FMIPA Universitas Jember membutuhkan beberapa alat dan bahan seperti berikut:

1. GPS Garmin 76 CSx

Alat ini memiliki fungsi untuk mengetahui letak koordinat lintang dan koordinat bujur pada setiap titik pengukuran.



Gambar 3.2 GPS Garmin 76 CSx

2. Multimeter Digital Sanwa CD771

Alat ini memiliki fungsi untuk mengetahui nilai beda potensial diantara dua elektroda potensial yang ditanam di dalam tanah.



Gambar 3.3 Multimeter Digital Sanwa CD771

3. Meteran

Meteran digunakan sebagai pengukur panjang lintasan dan spasi pada titik-titik lintasan.

4. *Phorous Pot*

Alat ini merupakan wadah berbentuk pot yang berisi yang berisi larutan C_uSO_4 dan elektroda nonpolar yang merembeskan larutan sehingga memungkinkan larutan terhubung dengan tanah. *Phorous pot* yang digunakan dalam penelitian ini adalah dalam bentuk kendi yang terbuat dari tanah liat.

5. Kabel dan penjepit

Kabel dan penjepit digunakan untuk menghubungkan antara elektroda dengan multimeter digital untuk mendapatkan nilai potensial dari masing-masing titik penelitian

6. Larutan C_uSO_4

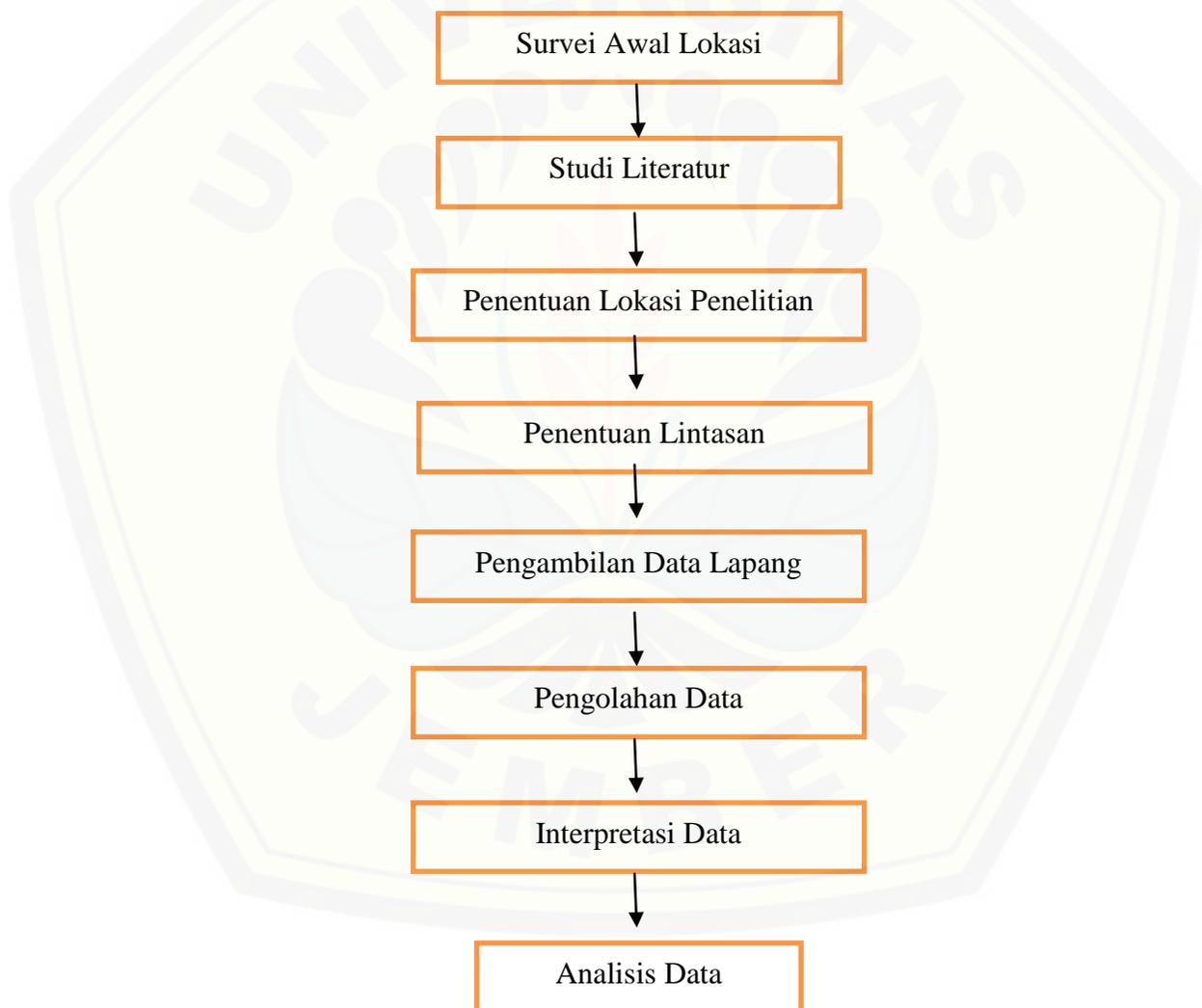
Larutan C_uSO_4 berfungsi sebagai cairan elektrolit yang dimasukkan ke dalam *phorous pot* yang berisi elektroda non polar.

7. Perangkat komputer (laptop)

Perangkat komputer (laptop) berfungsi sebagai alat untuk mengolah data yang didapat pada saat penelitian.

3.3 Diagram Kerja Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan ini memiliki beberapa tahapan atau langkah kerja yang harus dilakukan dalam proses pengambilan data lapang penelitian. Tahapan-tahapan tersebut dapat dilihat dalam diagram kerja yang ditunjukkan oleh gambar 3.4.



Gambar 3.4 Diagram kerja penelitian



1. Survei awal lokasi penelitian

Survei awal lokasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui objek atau tempat yang akan dilakukan penelitian dan melihat keadaan lingkungan di sekitarnya. Survei awal ini dilakukan dengan pengamatan secara visual tempat pembuangan limbah cair di lingkungan FMIPA dan keadaan lingkungan sekitar. Hasil yang didapatkan dari survei untuk setiap laboratorium di FMIPA memiliki tempat pembuangan limbah cair dengan bentuk seperti berikut:



Gambar 3.5 Bentuk saluran pembuangan limbah di Laboratorium Fisika Dasar



Gambar 3.6 Bentuk saluran pembuangan limbah di Laboratorium Kimia Dasar



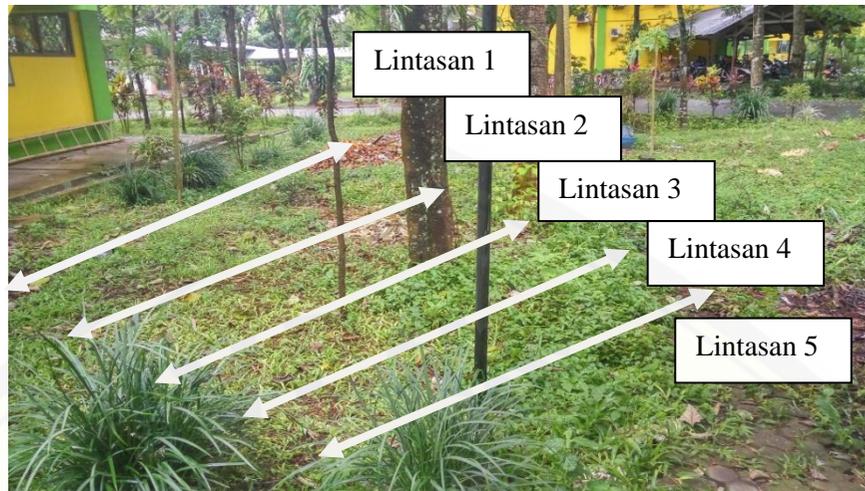
Gambar 3.7 Bentuk bak pembuangan limbah di Laboratorium Mikrobiologi

2. Studi Literatur

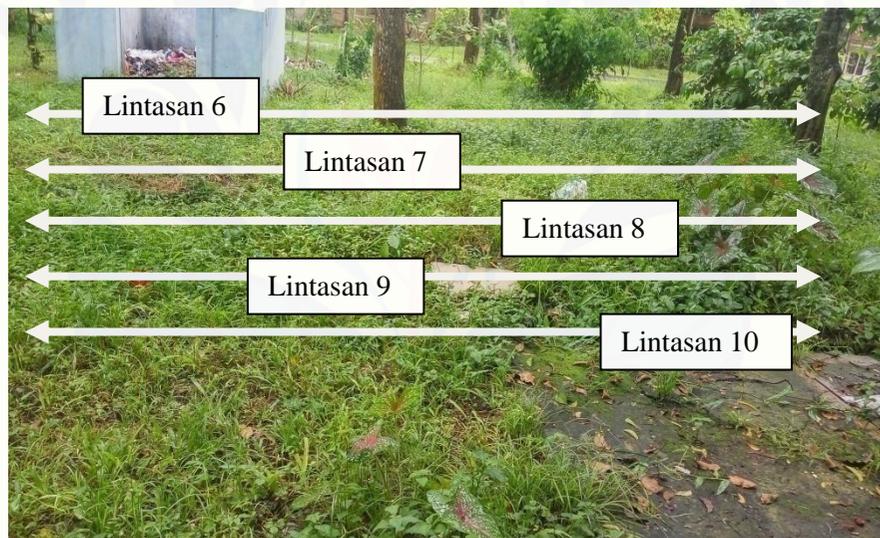
Studi literatur merupakan tahapan yang dilakukan dengan mencari dan mengumpulkan informasi tentang objek yang akan diteliti. Pada penelitian kali ini yang perlu untuk dicari informasinya adalah tentang limbah cair, kondisi lingkungan FMIPA dan metode potensial diri.

3. Penentuan lokasi penelitian

Langkah berikutnya adalah menentukan lokasi penelitian yang akan digunakan dalam pelaksanaan penelitian. Lokasi yang dipilih dalam penelitian ini adalah tempat pembuangan limbah cair di sekitar Laboratorium Kimia Dasar, Laboratorium Fisika Dasar dan Laboratorium Mikrobiologi. Hal ini disebabkan karena kuantitas praktikum yang lebih banyak dilakukan di lingkungan tersebut, sehingga diharapkan mampu memberikan pencitraan bawah permukaan sesuai yang diharapkan. Gambar lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar seperti berikut:



Gambar 3.8 Lokasi penelitian dan posisi lintasan di Laboratorium Fisika Dasar



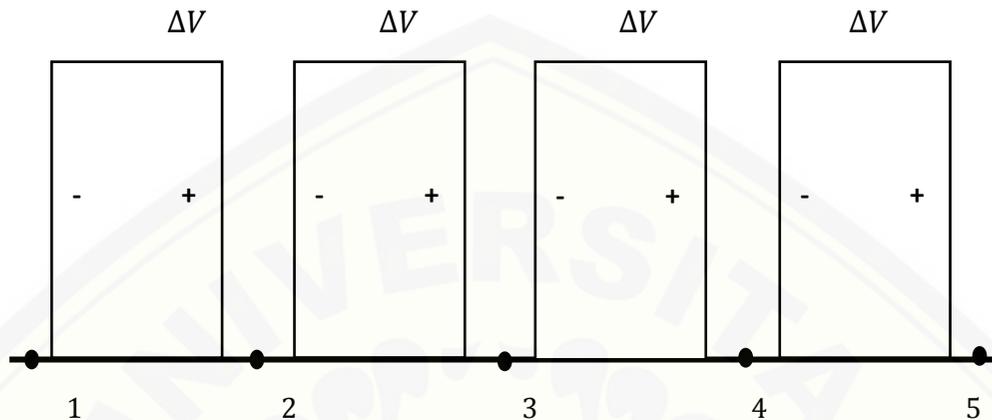
Gambar 3.9 Lokasi penelitian dan posisi lintasan di Laboratorium Kimia Dasar



Gambar 3.10 Lokasi penelitian dan posisi lintasan di Laboratorium Mikrobiologi

4. Penentuan lintasan

Berdasarkan tempat pembuangan limbah cair di lingkungan FMIPA, maka dapat dilakukan dengan cara pengambilan titik lintasan sepanjang 20 m di sebelah pembuangan limbah cair dengan masing-masing spasi elektroda 1 m untuk tiap lintasan (dapat dilihat pada gambar 3.8 sampai gambar 3.10). Lintasan untuk pengambilan data pada penelitian ini adalah sebanyak 5 lintasan dengan jarak antar lintasan adalah 1 m. Hasil nilai potensial untuk masing-masing laboratorium, diharapkan mampu mewakili pengukuran tersebut. Teknik pengambilan data dengan menggunakan teknik lompat katak (*leap frog*). Teknik pengambilan data dapat digambarkan seperti berikut:



Gambar 3.11 Metode pengambilan data potensial diri lompat katak (*leap frog*)

Keterangan:

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

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

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

ΔV_{45} : nilai beda potensial antara titik 4 dan titik 5 (mV)

5. Pengambilan data di lapangan

- a. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode potensial diri, namun sebelum mengaplikasikan metode ini, terlebih dahulu perlu dilakukan pengkalibrasian alat-alat yang akan digunakan, yaitu elektroda non polarisasi. Elektroda non polarisasi dapat dikalibrasi dengan cara menanam kedua elektroda ke dalam tanah dengan jarak yang dekat (sekitar 10 cm). Setelah dilakukan penanaman tersebut, diukur nilai beda potensial dengan ketentuan nilai yang didapat lebih kecil atau sama dengan 2 mV, jika nilai beda potensial melebihi 2 mV maka elektroda (*porous pot*) harus dibersihkan dan diisi kembali dengan larutan CuSO_4 yang baru.

- b. Selanjutnya adalah penggunaan GPS, yaitu untuk menentukan titik lintang serta bujur pada tiap lokasi penelitian.
- c. Proses berikutnya yaitu menanam elektroda pada titik-titik lintasan yang telah ditentukan dan mengukur nilai beda potensial pada tiap titik lintasan dengan memanfaatkan multimeter dengan metode pengambilan data lompat katak (*leap frog*).
- d. Nilai yang didapatkan dari multimeter dicatat sebagai nilai beda potensial di tiap titik lintasan pengukuran.

6. Pengolahan data

Pengolahan data merupakan tahapan selanjutnya dimana data yang telah didapatkan di lapangan selanjutnya diproses untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Pada penelitian ini, pengolahan data dilakukan dengan cara memproses data yang didapatkan di lapangan dengan menggunakan *software spreadsheet*. Setelah diproses menggunakan *software spreadsheet*, data diolah kembali menggunakan *software surfer 12* yang memiliki fungsi untuk menggambarkan pencitraan bawah permukaan berdasarkan nilai beda potensial yang didapat dari pengukuran lapangan menggunakan metode potensial diri. Hasil akhir yang didapatkan berupa peta kontur potensial yang menggambarkan anomali air tanah pada tempat penelitian.

7. Interpretasi data

Interpretasi data yang digunakan adalah interpretasi kualitatif yaitu pendugaan terhadap adanya keretakan pada tempat pembuangan limbah cair dalam bentuk pencitraan bawah permukaan. Dari pencitraan bawah permukaan tersebut dapat dilihat adanya anomali-anomali yang menunjukkan air tanah yang telah tercemar dengan bahan kimia yang digunakan oleh laboratorium FMIPA Universitas Jember dengan rentang anomali potensial positif \pm negatif ≤ 100 mV (Reynolds, 1997).

8. Analisa

Berdasarkan pola aliran air tanah yang ditunjukkan oleh pencitraan bawah permukaan bak pembuangan dan saluran pembuangan limbah cair, anomali-anomali yang terdapat di peta tersebut akan dapat mengidentifikasi adanya polutan yang mencemari daerah yang menjadi tempat penelitian. Selanjutnya akan dapat menyimpulkan adanya keretakan pada tempat pembuangan limbah cair tersebut.



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah adanya pembahasan seperti pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan untuk penelitian ini sebagai berikut:

1. Hasil identifikasi pada saluran limbah cair dan bak pembuangan limbah cair di lingkungan FMIPA berdasarkan anomali-anomali yang terdapat pada pencitraan kontur bawah permukaan menunjukkan bahwa pada saluran pembuangan limbah cair terdapat anomali dengan nilai 10 mV sampai 49,2 mV pada laboratorium Fisika Dasar dan rentang nilai potensial 3 mV sampai 10,5 mV untuk laboratorium Kimia Dasar. Sedangkan pada Laboratorium Mikrobiologi menunjukkan tidak adanya retakan pada bak pembuangan limbah cair dengan indikasi dari tidak adanya anomali yang terdapat pada titik lintasan yang dekat dengan bak pembuangan limbah cair tersebut, namun anomali dengan rentang nilai potensial 1 mV sampai 11 mV timbul di titik yang berjarak 4 m dari bak pembuangan dan diduga berasal dari faktor lain.
2. Hasil yang telah didapatkan menunjukkan adanya kontribusi retakan tempat saluran pembuangan limbah cair dari Laboratorium Fisika Dasar dan Kimia Dasar terhadap polutan yang ada di lingkungan FMIPA Universitas Jember berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kurniawati (2014). Tetapi pada bak pembuangan limbah cair Laboratorium Mikrobiologi tidak berkontribusi terhadap adanya polutan di lingkungan tersebut, dikarenakan tidak adanya anomali yang terdapat pada titik penelitian yang dekat dengan bak pembuangan limbah cair.

5.2 Saran

Penelitian ini merupakan pendugaan awal adanya retakan pada saluran dan bak pembuangan limbah cair di lingkungan FMIPA Universitas Jember, karena hal itulah disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang uji bahan yang ikut terbang pada saluran pembuangan limbah cair tersebut dimana juga terdapat bahan kimia yang ikut terbang dari sisa kegiatan laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Azamia.2012. *Pemanfaatan Laboratorium dengan benar*. Jakarta: Rajawali.
- Corwin, R. F. 2002. *Self-Potential Methods for seepage Investigation Lecture Notes*. CE178. Univ. of Calif. Berkeley.
- Kurniawati, Rizqi Dias. 2014. *Identifikasi Polutan di Lingkungan FMIPA Universitas Jember dengan Metode Geolistrik Resistivitas 2D dan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry)*. Jember: Universitas Jember.
- Mahida, U. N. 1986. *Pencemaran Air Dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Jakarta: Rajawali.
- Nyquist. J. E., dan Corry. C. E. 2002. *Self Potential: The Ugly Duckling of Environmental Geophysics, The Leading Edge*. Vol 21, No. 5, May 2002. Page 446-448.
- Rahmawati, Yesi Dwi. 2010. *Investigasi Sebaran Anomali Self Potential (SP) Di Sekitar Terowongan Kereta Api Mrawan - Jember*. Jember: Universitas Jember.
- Reynold, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. England : John Wiley and Sons Ltd, Baffins, ChisChater, West Sussex PO19 IUD.
- Rustama. 1998. *Macam Limbah Cair di Lingkungan Masyarakat*. Surabaya: Erlangga.
- Santoso, D. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Bandung: Institut Teknik Bandung.
- Soeparman dan Suparmin.2001. *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. Jakarta: Kedokteran EGC.

Sugiharto. 1987. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI Press).

Taufiqulbar, M. 1997. *Pendeteksian Kebocoran Kolam Tambak dengan Metode Potensial Diri di Desa Banjar Kemuning Sedati Sidoarjo*. Surabaya: FMIPA ITS.

Telford, W.M., Geldart, L.P., dan Sheriff R.E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge University Press : New York.

Vicabian dan Morgan. 2002. *Pemanfaatan Ilmu Geofisika*. Jakarta: Universitas Indonesia (UI Press).

Wijaya, D. 2001. *Penentuan Kedalaman Limbah Tempat Pembuangan Sampah di Surabaya Menggunakan Metode Potensial Diri*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Skripsi

Kurniawati, R. 2014. *Identifikasi Polutan di Lingkungan FMIPA Universitas Jember dengan Metode Geolistrik Resistivitas 2D dan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry)*. Jember: Universitas Jember.

Sumiasih. 2008. *Mendeteksi Kebocoran Dinding Penampung Limbah Cair Karet Berdasarkan Analisis Kontur dengan Menggunakan Metode Potensial Diri (Self Potential)*. Jember: Universitas Jember.

Internet

Maulana, A. 2014. Pengolahan Limbah. Diakses dari http://www.academia.edu/10118762/makalah_pengolahan_limbah_makalah_ini_disusun_guna_memenuhi_tugas_mata_kuliah_perburuhan. [28 Oktober 2015].

**A. DATA POTENSIAL LOKASI PERTAMA PENELITIAN DI SELATAN
LABORATORIUM FISIKA DASAR**

No	Lintasan	LS	BT	Tegangan (mV)
1	1	08°09'51.5"	113°43'05.9"	3,0
2		08°09'51.0"	113°43'05.6"	0,6
3		08°09'50.9"	113°43'05.6"	8,2
4		08°09'50.9"	113°43'05.5"	-2,0
5		08°09'50.8"	113°43'05.5"	3,6
6		08°09'50.8"	113°43'05.4"	-5,8
7		08°09'50.9"	113°43'05.3"	-3,6
8		08°09'50.9"	113°43'05.2"	0,2
9		08°09'50.9"	113°43'05.4"	-3,8
10		08°09'50.8"	113°43'05.4"	6,5
11		08°09'50.7"	113°43'05.2"	46,1
12		08°09'50.7"	113°43'05.1"	49,2
13		08°09'50.7"	113°43'05.2"	16,4
14		08°09'50.6"	113°43'05.0"	2,6
15		08°09'50.8"	113°43'04.9"	4,7
16		08°09'50.6"	113°43'04.8"	-4,0
17		08°09'50.6"	113°43'04.8"	8,0
18		08°09'50.4"	113°43'04.8"	-6,8
19		08°09'50.4"	113°43'04.7"	-5,1
20		08°09'50.4"	113°43'04.7"	4,3
21	2	08°09'50.9"	113°43'05.5"	4,3
22		08°09'51.0"	113°43'05.4"	10,6
23		08°09'50.9"	113°43'05.5"	-1,8
24		08°09'50.9"	113°43'05.5"	-1,8
25		08°09'51.0"	113°43'05.5"	9,5
26		08°09'51.1"	113°43'05.4"	3,5
27		08°09'51.0"	113°43'05.3"	3,5
28		08°09'50.9"	113°43'05.2"	-4,0
29		08°09'50.9"	113°43'05.2"	-5,0
30		08°09'50.8"	113°43'05.3"	3,3
31		08°09'50.7"	113°43'05.1"	-2,3
32		08°09'50.7"	113°43'05.1"	3,7
33		08°09'50.7"	113°43'05.0"	2,2

No	Lintasan	LS	BT	Tegangan (mV)
34		08°09'50.6"	113°43'05.1"	2,0
35		08°09'50.8"	113°43'05.0"	12,1
36		08°09'50.6"	113°43'05.1"	-3,1
37		08°09'50.6"	113°43'04.9"	-5,6
38		08°09'50.4"	113°43'04.8"	1,7
39		08°09'50.4"	113°43'04.8"	3,3
40		08°09'50.4"	113°43'04.8"	3,4
41	3	08°09'50.8"	113°43'05.5"	4,4
42		08°09'50.9"	113°43'05.5"	-2,2
43		08°09'50.9"	113°43'05.5"	-2,5
44		08°09'50.9"	113°43'05.3"	7,2
45		08°09'50.9"	113°43'05.3"	8,1
46		08°09'50.9"	113°43'05.1"	-5,0
47		08°09'50.9"	113°43'05.1"	-1,8
48		08°09'50.9"	113°43'05.1"	7,4
49		08°09'50.8"	113°43'05.2"	3,2
50		08°09'50.8"	113°43'05.2"	-7,0
51		08°09'50.7"	113°43'05.2"	2,0
52		08°09'50.7"	113°43'05.2"	0,1
53		08°09'50.7"	113°43'05.1"	-4,1
54		08°09'50.7"	113°43'05.0"	10,8
55		08°09'50.6"	113°43'05.1"	12,2
56		08°09'50.6"	113°43'05.0"	-1,8
57		08°09'50.6"	113°43'04.8"	6,3
58		08°09'50.3"	113°43'04.8"	0,3
59		08°09'50.3"	113°43'04.8"	-4,1
60		08°09'50.3"	113°43'04.8"	-4,5
61	4	08°09'50.7"	113°43'05.6"	1,2
62		08°09'50.7"	113°43'05.7"	2,8
63		08°09'50.7"	113°43'05.6"	3,1
64		08°09'50.7"	113°43'05.6"	6,7
65		08°09'50.7"	113°43'05.6"	-4,6
66		08°09'50.7"	113°43'05.5"	-6,8
67		08°09'50.5"	113°43'05.4"	-5,2
68		08°09'50.6"	113°43'05.3"	8,3
69		08°09'50.7"	113°43'05.1"	17,6
70		08°09'50.7"	113°43'05.2"	5,7

No	Lintasan	LS	BT	Tegangan (mV)
71		08°09'50.6"	113°43'05.2"	3,0
72		08°09'50.7"	113°43'05.1"	3,6
73		08°09'50.8"	113°43'05.1"	-1,0
74		08°09'50.8"	113°43'05.1"	-1,8
75		08°09'50.7"	113°43'05.1"	3,7
76		08°09'50.7"	113°43'05.0"	2,0
77		08°09'50.6"	113°43'04.9"	-2,2
78		08°09'50.5"	113°43'04.8"	-0,4
79		08°09'50.7"	113°43'04.8"	0,5
80		08°09'50.6"	113°43'04.9"	4,6
81	5	08°09'50.9"	113°43'05.9"	0,1
82		08°09'50.9"	113°43'05.7"	0,2
83		08°09'51.0"	113°43'05.5"	1,0
84		08°09'50.9"	113°43'05.5"	2,4
85		08°09'50.8"	113°43'05.5"	14,8
86		08°09'50.6"	113°43'05.3"	-2,7
87		08°09'50.4"	113°43'05.2"	-3,2
88		08°09'50.5"	113°43'05.3"	8,7
89		08°09'50.4"	113°43'05.4"	-4,7
90		08°09'50.5"	113°43'05.4"	10,3
91		08°09'50.6"	113°43'05.2"	-2,0
92		08°09'50.7"	113°43'05.1"	0,1
93		08°09'50.6"	113°43'05.1"	1,2
94		08°09'50.6"	113°43'05.1"	6,0
95		08°09'50.6"	113°43'05.1"	3,0
96		08°09'50.6"	113°43'05.0"	5,2
97		08°09'50.7"	113°43'05.1"	-6,0
98		08°09'50.8"	113°43'04.8"	-1,6
99		08°09'50.7"	113°43'04.8"	-1,3
100		08°09'50.3"	113°43'04.8"	1,0

**B. DATA POTENSIAL LOKASI PERTAMA PENELITIAN DI SELATAN
LABORATORIUM KIMIA DASAR**

No	Lintasan	LS	BT	Tegangan (mV)
1	1	08°09'48.7"	113°43'04.2"	0,7
2		08°09'48.7"	113°43'04.3"	0,6
3		08°09'48.6"	113°43'04.5"	3,0
4		08°09'48.5"	113°43'04.5"	10,5
5		08°09'48.5"	113°43'04.4"	5,8
6		08°09'48.5"	113°43'04.3"	-1,0
7		08°09'48.4"	113°43'04.4"	-1,4
8		08°09'48.4"	113°43'04.4"	0,8
9		08°09'48.3"	113°43'04.3"	-2,0
10		08°09'48.2"	113°43'04.3"	-0,8
11		08°09'48.2"	113°43'04.3"	-2,2
12		08°09'48.1"	113°43'04.3"	8,5
13		08°09'48.1"	113°43'04.3"	5,4
14		08°09'48.1"	113°43'04.4"	3,1
15		08°09'48.1"	113°43'04.4"	-4,9
16		08°09'48.1"	113°43'04.4"	2,2
17		08°09'48.1"	113°43'04.4"	2,1
18		08°09'48.1"	113°43'04.4"	2,3
19		08°09'48.1"	113°43'04.4"	0,9
20		08°09'48.1"	113°43'04.4"	1,1
21	2	08°09'48.1"	113°43'04.4"	3,6
22		08°09'48.0"	113°43'04.5"	2,4
23		08°09'47.9"	113°43'04.5"	2,1
24		08°09'48.6"	113°43'04.3"	2,5
25		08°09'48.6"	113°43'04.3"	1,8
26		08°09'48.6"	113°43'04.3"	5,8
27		08°09'48.6"	113°43'04.3"	6,7
28		08°09'48.6"	113°43'04.3"	0,5
29		08°09'48.5"	113°43'04.4"	-1,1
30		08°09'48.5"	113°43'04.4"	0,7
31		08°09'48.4"	113°43'04.4"	-1,8
32		08°09'48.4"	113°43'04.4"	-10,0
33		08°09'48.4"	113°43'04.4"	3,4

No	Lintasan	LS	BT	Tegangan (mV)
34		08°09'48.3"	113°43'04.5"	-4,3
35		08°09'48.2"	113°43'04.4"	-5,4
36		08°09'48.2"	113°43'04.4"	1,0
37		08°09'48.2"	113°43'04.4"	-3,8
38		08°09'48.1"	113°43'04.4"	-7,2
39		08°09'48.1"	113°43'04.4"	-2,4
40		08°09'48.1"	113°43'04.4"	-3,6
41	3	08°09'48.6"	113°43'04.3"	3,8
42		08°09'48.7"	113°43'04.4"	-8,1
43		08°09'48.7"	113°43'04.5"	-0,9
44		08°09'48.6"	113°43'04.5"	-1,5
45		08°09'48.6"	113°43'04.5"	-3,0
46		08°09'48.6"	113°43'04.5"	-3,5
47		08°09'48.5"	113°43'04.5"	1,4
48		08°09'48.5"	113°43'04.5"	-0,5
49		08°09'48.5"	113°43'04.5"	4,6
50		08°09'48.4"	113°43'04.5"	-4,3
51		08°09'48.4"	113°43'04.5"	6,1
52		08°09'48.4"	113°43'04.5"	-6,9
53		08°09'48.3"	113°43'04.5"	12,4
54		08°09'48.3"	113°43'04.5"	-7,6
55		08°09'48.2"	113°43'04.5"	-2,7
56		08°09'48.2"	113°43'04.4"	-4,2
57		08°09'48.1"	113°43'04.5"	-3,9
58		08°09'48.1"	113°43'04.5"	-2,7
59		08°09'48.1"	113°43'04.4"	-1,6
60		08°09'48.1"	113°43'04.5"	-2,3
61	4	08°09'48.7"	113°43'04.2"	-5,1
62		08°09'48.7"	113°43'04.3"	-5,8
63		08°09'48.7"	113°43'04.3"	2,5
64		08°09'48.6"	113°43'04.3"	-5,3
65		08°09'48.6"	113°43'04.3"	1,8
66		08°09'48.5"	113°43'04.3"	-2,3
67		08°09'48.5"	113°43'04.3"	1,5
68		08°09'48.4"	113°43'04.3"	-6,6
69		08°09'48.3"	113°43'04.4"	9,4
70		08°09'48.3"	113°43'04.4"	-2,6

No	Lintasan	LS	BT	Tegangan (mV)
71		08°09'48.1"	113°43'04.4"	-5,4
72		08°09'48.1"	113°43'04.4"	-1,7
73		08°09'48.1"	113°43'04.5"	-4,3
74		08°09'48.0"	113°43'04.5"	1,7
75		08°09'48.0"	113°43'04.5"	1,0
76		08°09'48.0"	113°43'04.5"	-1,1
77		08°09'47.9"	113°43'04.5"	0,7
78		08°09'47.8"	113°43'04.5"	-2,4
79		08°09'47.8"	113°43'04.5"	-2,7
80		08°09'47.8"	113°43'04.5"	-2,8
81	5	08°09'48.8"	113°43'04.3"	-2,7
82		08°09'48.8"	113°43'04.3"	-0,2
83		08°09'48.7"	113°43'04.3"	1,8
84		08°09'48.8"	113°43'04.3"	2,7
85		08°09'48.7"	113°43'04.3"	0,9
86		08°09'48.7"	113°43'04.4"	3,7
87		08°09'48.7"	113°43'04.4"	-0,6
88		08°09'48.7"	113°43'04.4"	3,7
89		08°09'48.7"	113°43'04.4"	3,7
90		08°09'48.6"	113°43'04.4"	-4,2
91		08°09'48.6"	113°43'04.4"	4,7
92		08°09'48.6"	113°43'04.4"	10,0
93		08°09'48.5"	113°43'04.5"	-5,2
94		08°09'48.5"	113°43'04.5"	2,2
95		08°09'48.4"	113°43'04.5"	-6,2
96		08°09'48.3"	113°43'04.6"	-4,2
97		08°09'48.2"	113°43'04.6"	-1,0
98		08°09'50.9"	113°43'04.4"	-4,7
99		08°09'50.9"	113°43'04.4"	-0,8
100		08°09'50.9"	113°43'04.4"	-2,3

**C. DATA POTENSIAL LOKASI PERTAMA PENELITIAN DI SELATAN
LABORATORIUM MIKROBIOLOGI**

No	Lintasan	LS	BT	Tegangan (mV)
1	1	08°09'50.3"	113°43'03.5"	-1,1
2		08°09'50.4"	113°43'03.5"	0,7
3		08°09'50.4"	113°43'03.5"	0,8
4		08°09'50.4"	113°43'03.5"	2,7
5		08°09'50.4"	113°43'03.5"	-0,8
6		08°09'50.3"	113°43'03.5"	3,0
7		08°09'50.3"	113°43'03.4"	-1,7
8		08°09'50.3"	113°43'03.4"	1,1
9		08°09'50.2"	113°43'03.4"	1,6
10		08°09'50.1"	113°43'03.4"	6,2
11		08°09'50.1"	113°43'03.4"	-7,1
12		08°09'50.2"	113°43'03.3"	2,6
13		08°09'50.1"	113°43'03.2"	0,6
14		08°09'50.0"	113°43'03.2"	6,0
15		08°09'50.0"	113°43'03.2"	-5,8
16		08°09'50.0"	113°43'03.2"	2,4
17		08°09'50.0"	113°43'03.2"	2,5
18		08°09'50.0"	113°43'03.1"	5,9
19		08°09'49.9"	113°43'03.1"	3,4
20		08°09'49.9"	113°43'03.1"	8,3
21	2	08°09'50.4"	113°43'03.8"	3,0
22		08°09'50.3"	113°43'03.6"	1,1
23		08°09'50.3"	113°43'03.5"	2,4
24		08°09'50.3"	113°43'03.5"	-1,4
25		08°09'50.3"	113°43'03.5"	-1,9
26		08°09'50.3"	113°43'03.5"	-0,5
27		08°09'50.3"	113°43'03.5"	-0,2
28		08°09'50.2"	113°43'03.5"	1,8
29		08°09'50.3"	113°43'03.3"	-1,9
30		08°09'50.4"	113°43'03.3"	0,3
31		08°09'50.3"	113°43'03.2"	3,5
32		08°09'50.3"	113°43'03.2"	0,4
33		08°09'50.2"	113°43'03.3"	0,9

No	Lintasan	LS	BT	Tegangan (mV)
34		08°09'50.1"	113°43'03.4"	-8,2
35		08°09'50.1"	113°43'03.3"	3,8
36		08°09'50.1"	113°43'03.3"	-12,8
37		08°09'50.0"	113°43'03.2"	6,5
38		08°09'50.0"	113°43'03.2"	-3,2
39		08°09'50.0"	113°43'03.3"	0,3
40		08°09'50.0"	113°43'03.2"	0,2
41	3	08°09'50.2"	113°43'03.7"	0,2
42		08°09'50.1"	113°43'03.8"	0,5
43		08°09'50.1"	113°43'03.7"	1,8
44		08°09'50.1"	113°43'03.7"	-3,5
45		08°09'50.2"	113°43'03.7"	-0,4
46		08°09'50.2"	113°43'03.7"	-0,6
47		08°09'50.2"	113°43'03.6"	-3,6
48		08°09'50.3"	113°43'03.6"	-1,6
49		08°09'50.2"	113°43'03.5"	1,3
50		08°09'50.2"	113°43'03.5"	2,5
51		08°09'50.2"	113°43'03.5"	4,8
52		08°09'50.2"	113°43'03.5"	2,1
53		08°09'50.1"	113°43'03.5"	3,9
54		08°09'50.1"	113°43'03.4"	3,2
55		08°09'50.1"	113°43'03.4"	3,7
56		08°09'50.0"	113°43'03.4"	1,8
57		08°09'50.0"	113°43'03.4"	-2,9
58		08°09'50.0"	113°43'03.4"	4,6
59		08°09'50.0"	113°43'03.3"	4,9
60		08°09'50.0"	113°43'03.3"	-0,2
61	4	08°09'50.4"	113°43'03.8"	0,8
62		08°09'50.5"	113°43'03.8"	-3,2
63		08°09'50.5"	113°43'03.7"	-3,8
64		08°09'50.5"	113°43'03.6"	5,8
65		08°09'50.4"	113°43'03.6"	5,2
66		08°09'50.4"	113°43'03.7"	3,7
67		08°09'50.3"	113°43'03.6"	-6,5
68		08°09'50.2"	113°43'03.6"	-5,5
69		08°09'50.2"	113°43'03.7"	12,1
70		08°09'50.2"	113°43'03.6"	-8,6

No	Lintasan	LS	BT	Tegangan (mV)
71		08°09'50.1"	113°43'03.6"	-3,2
72		08°09'50.1"	113°43'03.6"	2,2
73		08°09'50.1"	113°43'03.6"	3,6
74		08°09'50.0"	113°43'03.5"	-3,6
75		08°09'50.0"	113°43'03.5"	3,5
76		08°09'50.0"	113°43'03.5"	-3,2
77		08°09'49.9"	113°43'03.5"	3,7
78		08°09'49.9"	113°43'03.5"	-2,8
79		08°09'49.9"	113°43'03.4"	-1,1
80		08°09'49.9"	113°43'03.4"	-6,7
81	5	08°09'50.3"	113°43'03.9"	1,2
82		08°09'50.3"	113°43'03.8"	2,3
83		08°09'50.3"	113°43'03.8"	-0,2
84		08°09'50.3"	113°43'03.8"	-5,0
85		08°09'50.3"	113°43'03.7"	-0,8
86		08°09'50.3"	113°43'03.7"	5,0
87		08°09'50.3"	113°43'03.6"	-0,4
88		08°09'50.3"	113°43'03.6"	4,6
89		08°09'50.3"	113°43'03.6"	1,5
90		08°09'50.2"	113°43'03.6"	-9,3
91		08°09'50.2"	113°43'03.6"	2,1
92		08°09'50.2"	113°43'03.6"	4,4
93		08°09'50.2"	113°43'03.6"	8,4
94		08°09'50.2"	113°43'03.5"	2,3
95		08°09'50.2"	113°43'03.5"	-4,8
96		08°09'50.1"	113°43'03.5"	1,2
97		08°09'50.1"	113°43'03.5"	5,5
98		08°09'50.1"	113°43'03.5"	-8,4
99		08°09'50.1"	113°43'03.4"	2,5
100		08°09'50.0"	113°43'03.4"	7,9

D. DOKUMENTASI PENELITIAN

1. Persiapan Penelitian



2. Lokasi Pertama Penelitian (Selatan Laboratorium Fisika Dasar)



3. Lokasi Kedua (Barat Laboratorium Kimia Dasar)



4. Lokasi Ketiga (Selatan Laboratorium Mikrobiologi)





