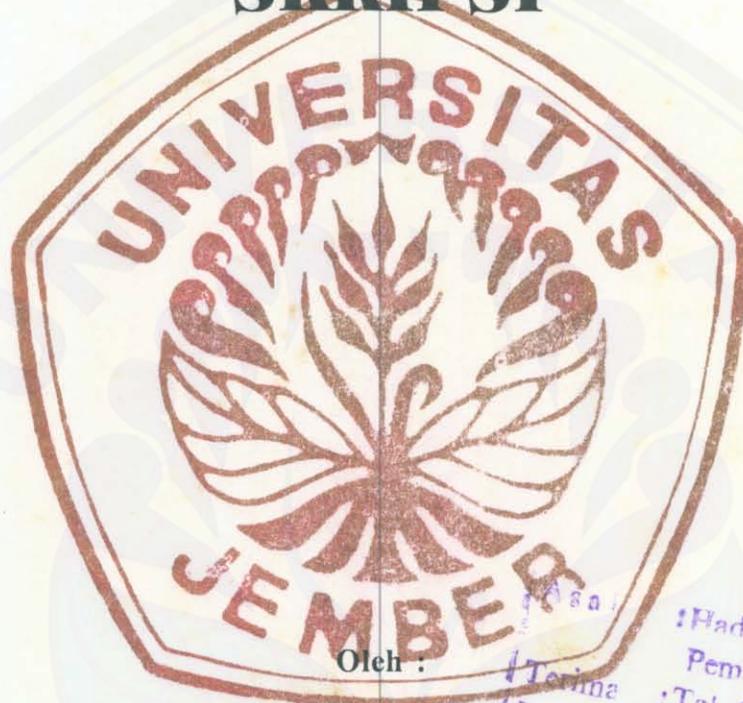




TINGKAT KETELITIAN PENGUKURAN HAMBATAN
SEDIMEN AIR LAUT DENGAN METODE JEMBATAN
WHEATSTONE DAN METODE PENTANAHAN

SKRIPSI



Oleh :

SUYONO
NIM. BIB195074

Pembimbing :

Drs. I Ketut Mahardika, MSi.
Drs. Alex Haryanto, GDipSc.

PROGRAM PENDIDIKAN FISIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA ILMU PENGETAHUAN ALAM
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS JEMBER
2003

Asa :
: Hadiah Pembelian
: Tgl. 15 JUL 2003
No. Induk: fat
S
Klass
539.2
SUY
t
c.1

يَرْفَعُ اللَّهُ الَّذِينَ كَفَرُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ حَجَاتٍ

"Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman diantara kamu sekalian dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat." (QS. Al-Mujadilah : 11)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

- Bapak Sukarto dan ibu Sunarsih yang selama ini telah memberikan dukungan, dorongan serta mendoakan demi keberhasilan ananda
- Nenek dan Almarhumah kakek yang sudah memberikan doa untuk keberhasilanku
- Calon istriku yang telah memberikan dorongan dan semangat demi keberhasilanku
- Adik – adikku yang telah memberikan dorongan dan doa demi keberhasilanku
- Almamater yang kujunjung tinggi

TINGKAT KETELITIAN PENGUKURAN HAMBATAN SEDIMEN AIR
LAUT DENGAN METODE JEMBATAN WHEATSTONE DAN METODE
PENTANAHAN

SKRIPSI

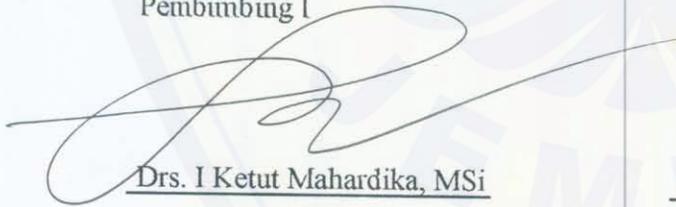
Diajukan untuk dipertahankan di depan Tim penguji guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan sarjana Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Oleh

Nama : SUYONG
NIM : B1B195074
Angkatan : 1995
Tempat, tanggal lahir : Lumajang, 4 Juni 1973

Disetujui oleh :

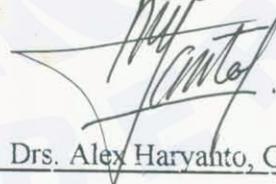
Pembimbing I



Drs. I Ketut Mahardika, MSi

NIP. 131 899 599

Pembimbing II



Drs. Alex Haryanto, GDipSc

NIP. 131 945 802

PENGESAHAN

Telah dipertahankan di depan Tim penguji dan diterima oleh Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Pada Hari : Jum'at

Tanggal : 23 – Mei – 2003

Tempat : Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Tim penguji

Ketua


Drs. Tripsilo P. MSi

NIP. 131 660 790

Anggota : 1. Drs. I.K. Mahardika, MSi

NIP. 131 899 599

2. Dra. Sri Astutik, MSi

NIP. 131 993 440

Sekretaris


Drs. Alex H. GDipSc

NIP. 131 945 802




Mengetahui

Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas Jember




Drs. Dwi Suparno, M.Hum

NIP. 131 274 727

KATA PENGANTAR

Dengan ketulusan hati penulis memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ **Tingkat Ketelitian Pengukuran Hambatan Sedimen Air Laut Dengan Metode Jembatan Wheatstone dan Pentanahan** .” Skripsi ini terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak, sehingga dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember yang telah memberikan ijin penelitian
2. Ketua Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam FKIP Universitas Jember yang telah memberikan persetujuan judul skripsi ini
3. Ketua Program Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember yang telah menunjuk dosen pembimbing
4. Pembimbing I dan pembimbing II, yang telah membimbing dan mengarahkan kepada penulis
5. Dosen – dosenku yang telah memberikan ilmunya semoga bermanfaat
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu – persatu

Semoga amal baik mereka mendapat balasan dari Tuhan Yang Maha Esa. Harapan penulis skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Jember, Maret 2003

Penulis

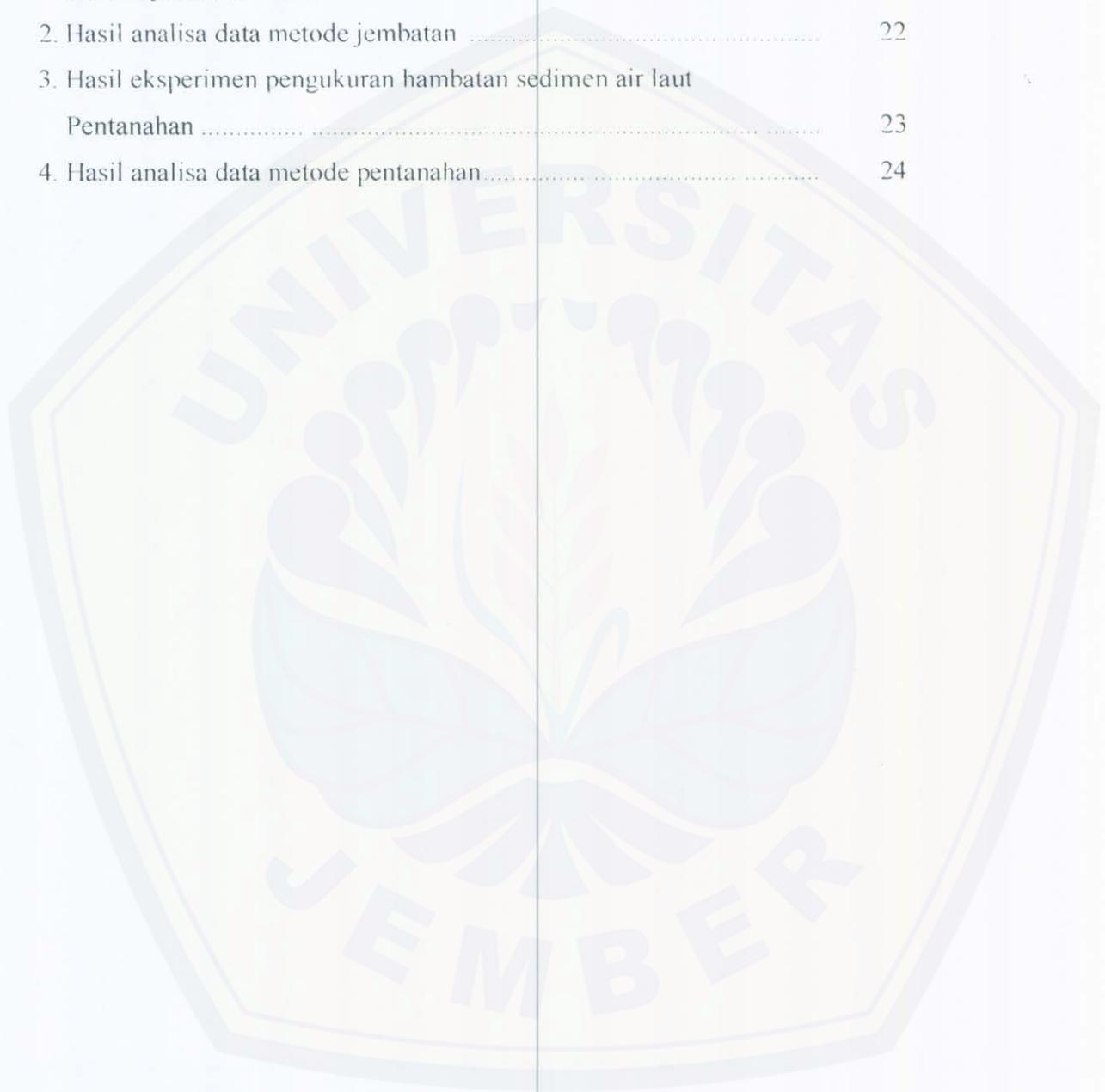
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN MOTTO.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iii
HALAMAN PENGAJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
ABSTRAK.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Definisi Operasional.....	2
1.5 Tujuan Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian	3

II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Sedimen	4
2.2 Air Laut Sebagai Larutan Elektrolit	5
2.3 Jembatan Wheatstone	6
2.4 Pentanahan	10
2.5 Pengukuran Hambatan Sedimen Air Laut Dengan Metode Jembatan Wheatstone	13
2.6 Pengukuran Hambatan Sedimen Air Laut Dengan Metode Pentanahan	14
2.7 Penguat Op Amp	14
2.8 Tingkat ketelitian	15
III. METODE PENELITIAN	16
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Rancangan Penelitian	16
3.4 Desain Alat Penelitian	17
3.5 Metode Analisa Data	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Hasil dan Analisa Data	21
4.2 Pembahasan	25
V. KESIMPULAN	27
5.1 Kesimpulan	27
5.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
Lampiran – lampiran	

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
1.	Hasil eksperimen pengukuran hambatan sedimen air laut metode jembatan Wheaston.	21
2.	Hasil analisa data metode jembatan	22
3.	Hasil eksperimen pengukuran hambatan sedimen air laut Pentanahan	23
4.	Hasil analisa data metode pentanahan.....	24



DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
1.	Rangkaian jembatan Wheatstone	7
2.	Ilustrasi hukum Kirchoff I	7
3.	Ilustrasi potensial listrik di bawah tanah	10
4.	Pengukuran beda Potensial listrik tanah.....	11
5.	Potensial di setiap titik	12
6.	Desain alat untuk pengukuran tahanan sedimen air laut.....	14
7.	Desain alat pengukuran tahanan pentanahan.....	14
8.	Teknik pengukuran tahanan sedimen dengan metode jembatan Wheatstone	16
9.	Teknik pengukuran tahanan sedimen dengan metode pentanahan.....	17

ABSTRAK

Suyono Mei 2003, Tingkat Ketelitian Pengukuran Hambatan Sedimen Air Laut dengan Metode Jembatan Wheatstone dan Metode Pentanahan. Skripsi, Program Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember

Pembimbing I : Drs. I Ketut Mahardika, Msi

Pembimbing II : Drs. Alex Haryanto, GDipSc

Kata Kunci : Hambatan Sedimen Air Laut

Sebagian pantai di muka bumi merupakan tempat yang mengandung sedimen air laut. Tumpukan sedimen biasanya mengandung garam dari calcium dan unsur lainnya, yang membuat sedimen bisa menghantarkan arus listrik dan memiliki hambatan. Ada dua dari berbagai jenis metode pengukuran hambatan listrik, yaitu metode Jembatan Wheatstone dan metode Pentanahan. Permasalahan dalam penelitian ini adalah: bagaimana tingkat ketelitian pengukuran hambatan sedimen air laut antara metode Jembatan Wheatstone dengan metode pentanahan?. Dari penelitian ini, dapat dikembangkan sebuah metode pengukuran salinitas air laut yang terletak di pinggiran pantai melalui konduktivitas listrik sedimen air laut yang diperoleh melalui pengukuran hambatan sedimen air laut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat ketelitian metode jembatan Wheatstone dan metode pentanahan pada pengukuran hambatan sedimen air laut. Metode analisa data yang digunakan adalah sistem keseksamaan. Dari hasil penelitian didapat tingkat ketelitian metode jembatan Wheatstone 0,2 % dan metode pentanahan 0,34%. Dengan demikian metode jembatan Wheatstone merupakan alat ukur hambatan sedimen air laut yang memiliki tingkat ketelitian lebih besar dibandingkan dengan alat ukur hambatan metode pentanahan Hasil ini dibuktikan dengan uji t dengan kreteria $t_{0,05} < t < t_{0,01}$ menyatakan adanya perbedaan. Dari uji t didapat harga $t = 2,63$ dinyatakan signifikan karena dapat diterima pada kreteria.



I. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Dasar lautan menerima kepingan-kepingan batu dari berbagai ukuran karena pengrusakan didaerah pantai, dalam partikel-partikel berukuran kecil biasanya bercampur dengan kerangka dan serpihan tulang-tulang organisme laut yang melapuk dan tenggelam di dasar lautan dan menjadi campuran yang terakumulasi membentuk simpanan-simpanan sedimen (*sediment deposits*). Simpanan-simpanan sedimen ini biasanya terdiri dari senyawa yang mengandung garam-garam alkali. Ledakan-ledakan gunung berapi dan di dasar lautan mensuplai calcium dan unsur-unsur lainnya (Gross, 1996:107).

Lautan dapat dikatakan sebagai subyek yang tidak mengenal istirahat, berbagai gerakan di lautan dan partikel yang terlarut bisa diamati melalui gerakan air laut seperti gelombang, pasang surut (*tides*), dan arus (*currents*) (Knauss, 1997:1). Ketiga gerakan ini bisa membawa partikel dari dalam lautan ke daratan atau sebaliknya. Jika gerakan dari laut ke daratan dan kembali kelautan seimbang, maka partikel-partikel akan kembali keposisi awalnya, akan tetapi jika terjadi sebaliknya, yaitu tidak seimbang, maka banyak partikel tidak kembali pada posisi awalnya tetapi terjebak pada satu tempat. Terjebaknya suatu partikel pada tempat tertentu, misalnya pantai, maka pada pantai terjadi akumulasi sedimen dan membentuk simpanan-simpanan deposit.

Simpanan deposit ini akan memiliki kemampuan untuk menghantarkan listrik yang kekuatannya bisa beragam untuk berbagai pantai. Knauss (1997:1) menyatakan bahwa fisika kelautan berkepentingan terhadap distribusi, temperatur, salinitas dan massa jenis (*densitas*) air lautan. Sehubungan dengan salinitas, klorinitas titrasi atau konduktivitas listrik adalah ukuran salinitas yang benar (Knauss, 1997:20). Konduktivitas listrik suatu sedimen memiliki hubungan dengan resistansi atau hambatan.

Dari berbagai metode pengukuran hambatan listrik, metode hambatan Wheatstone dikenal sebagai metode pengukuran hambatan yang banyak dan sering dipakai. Namun metode lainnya, yaitu metode Pentanahan merupakan

metode yang cukup akurat dalam pengukuran hambatan. Dua metode ini bisa digunakan untuk mengukur hambatan suatu sedimen air laut.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dilaksanakan penelitian yang berjudul : “Tingkat Ketelitian Pengukuran Hambatan Sedimen Air Laut Antara Metode Jembatan Wheatstone dengan Metode Pentanahan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut : bagaimana tingkat ketelitian pengukuran hambatan sedimen air laut dengan metode Jembatan Wheatstone dan metode pentanahan ?

1.3 Batasan masalah

Karena jauhnya lokasi pengambilan sampel sedimen dari Laboratorium, maka peneliti mengabaikan perubahan hambatan sedimen yang dikarenakan transportasi. Perubahan suhu yang terjadi dalam sedimen saat pengukuran dalam penelitian ini diabaikan, dengan asumsi bahwa tidak ada perubahan suhu sedimen air laut saat dilakukan pengukuran hambatan, baik menggunakan metode Jembatan Wheatstone atau metode Pentanahan.

1.4 Definisi Operasional

1.4.1 Sedimen Air Laut

Dalam penelitian ini, yang dimaksud dengan sedimen air laut adalah suatu endapan yang dihasilkan oleh kotoran – kotoran dari tengah lautan maupun dari pantai lainnya akibat gerakan air lautan seperti gelombang dan arus yang terakumulasi di daerah pantai dan membentuk simpanan deposit.

1.4.2 Metode Jembatan Wheatstone

Adalah suatu metode pengukuran hambatan listrik yang menggunakan sebuah pengaturan arus nol pada satu sambungan yang disebut Jembatan. Sedangkan nama Wheatstone adalah nama penemu metode jembatan tersebut. Dalam rangkaian lengkapnya, metode Jembatan Wheatstone ini memakai sebuah

hambatan variabel, dua buah hambatan tetap, dan hambatan yang dicari nilainya, yaitu hambatan sedimen air laut.

1.4.3 Metode Pentanahan

Adalah suatu metode pengukuran hambatan listrik menggunakan prinsip hubungan antara tegangan, arus listrik dan hambatan. Pada metode pentanahan ini, digunakan voltmeter untuk mengukur tegangan diujung sedimen dan mengukur arus yang mengalir dalam sedimen, setelah itu menghitung hambatan listrik dari dua besaran tersebut.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : untuk mengetahui tingkat ketelitian metode jembatan wheatstone dan metode pentanahan pada pengukuran hambatan sedimen air laut.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat :

1. Untuk mengembangkan sebuah metode pengukuran salinitas air laut yang terletak di pinggiran pantai melalui konduktivitas listrik sedimen air laut.
2. Mendapatkan suatu metode pengukuran hambatan sedimen laut yang teliti.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sedimen

Sedimen banyak sekali jenisnya dan tersebar sangat luas dengan ketebalan dari beberapa centimeter sampai beberapa kilometer, sebagai contoh adalah endapan evaporit yang memiliki ketebalan keseluruhannya dapat berkisar 8 sampai 1500 meter, di New Mexico memiliki ketebalan 300 sampai 500 meter (Graha, 1987 : 122). Ukuran butirannya bervariasi dari sangat halus sampai sangat besar dan beberapa proses yang penting lagi termasuk ke dalam batuan sedimen. Batuan sedimen yang ada di muka bumi ini dapat dikelompokkan menjadi lima kelompok besar, pengelompokan ini berdasarkan cara terbentuknya sedimen tersebut. Setiap kelompok tersebut mempunyai tempat pengendapan tersendiri yaitu darat, sungai, danau, dan laut (Graha, 1987 : 122).

Batuan sedimen dapat diklasifikasikan menurut bentuk dan jenis endapannya, misalnya batuan sedimen karbonat yaitu sedimen yang terbentuk dari kumpulan cangkang moluska, alga, foraminifera, atau hewan yang bercangkang kapur atau pengendapan yang merupakan hasil rombakan batuan yang terbentuk terlebih dahulu. Batuan sedimen silika ini terbentuk dari rajang (*chert*), radiolaria dan tanah diatom. Batuan sedimen batubara yaitu sedimen yang terbentuk dari unsur-unsur organik dari tumbuh-tumbuhan yang sudah mati dan cepat tertimbun lapisan yang sangat tebal sehingga tidak mungkin terjadi pelapukan. Batuan sedimen evaporit terbentuk karena air yang memiliki larutan kimia yang sangat pekat dan terbentuk di danau atau lautan tertutup. Batuan sedimen diteritus (*klastik*) sedimen ini terbentuk karena proses mekanik dan tergantung pada ukuran besar kecilnya butiran terbentuk di lingkungan darat atau lingkungan laut (Graha, 1987 : 123).

Sedimen air laut adalah suatu endapan yang dihasilkan oleh kotoran – kotoran dari tengah lautan maupun dari pantai lainnya akibat gerakan air lautan seperti gelombang dan arus yang terakumulasi di daerah pantai dan membentuk simpanan deposit. Pantai adalah sisa endapan yang kita ketahui dengan baik, karena pantai itu dipakai secara intensif untuk rekreasi. Kita mengenal pantai yang

tersusun atas butiran pasir. Dalam hal ini di pantai banyak macam endapan tergantung pada kesetimbangan mineral seperti bentuk silica, endapan yang ada di pantai tersusun oleh senyawa-senyawa garam, zat kapur, lempung dan sebagainya (Gross, 1996 : 126).

Pantai merupakan tempat sedimen yang bergerak, gerakan dari partikel-partikel penyusun sedimen, seperti pasir, terjadi karena gelombang dan arus di air laut tampak dengan jelas. Jika gerakan partikel penyusun sedimen tidak kembali ke asalnya maka terbentuk tumpukan dengan benda-benda sekitarnya. Proses sedimentasi banyak terjadi di dekat sumber endapan, misalnya di pantai dangkal dan daerah dekat mulut sungai, dan bisa juga terjadi di daerah pantai yang rusak. Sebagai tambahan pada sumber menuju daratan dari pasir pantai ada sumber lain, endapan digerakkan menuju pantai oleh gelombang dan arus untuk menggantikan benda-benda keluar masuk ke air yang lebih dalam atau diangkut sepanjang pantai (Gross, 1996 : 126).

2.2 Air Laut sebagai Larutan Elektrolit

Air merupakan salah satu senyawa yang paling melimpah di alam dan hakiki untuk proses kehidupan. Air melarutkan banyak zat dan berperan sebagai medium dalam berlangsungnya aneka ragam reaksi kimia (Day dan Underwood, 1999 : 108).

Umumnya air adalah pelarut yang baik untuk senyawa ion dan larutan air yang mengandung zat-zat ini akan mempunyai sifat-sifat yang khas, salah satunya adalah dapat meneruskan arus listrik (Brady , 1999 : 169). Day dan Underwood (1999 : 108) juga menyatakan bahwa larutan air dari senyawa-senyawa tertentu merupakan penghantar yang baik bagi arus listrik karena hadirnya ion-ion positif dan negatif.

Ada suatu metode untuk mengelompokkan senyawa, senyawa dibagi menjadi dua bagian yaitu senyawa yang dapat menghantarkan arus listrik disebut larutan elektrolit dan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik disebut bukan larutan elektrolit (non elektrolit) (Keenan dkk, 1996 : 390).

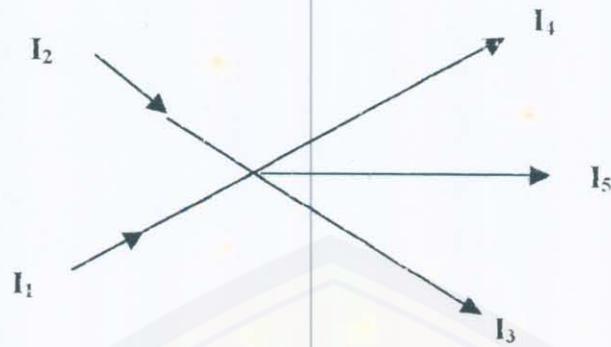
Air laut adalah jenis larutan elektrolit yang bisa menghantarkan listrik karena adanya ion positif yang berasal dari unsur-unsur logam dan ion negatif berasal dari unsur non logam, contohnya Na^+ dan Cl^- . Endapan atau sedimen yang terdapat di pinggir-pinggir pantai dapat menghantar listrik karena adanya ion-ion positif dan negatif tersebut. Daya hantar listrik suatu sedimen akan berbeda dari satu pantai ke pantai lainnya, dikarenakan perbedaan posisinya di muka bumi, misal di equator atau daerah tropis, subtropis dan kutub. Adapun lokasi penelitian yang ditentukan dalam penelitian ini terletak di daerah tropis.

2.3 Jembatan Wheatstone

Rangkaian jembatan dikategorikan sebagai tipe pembandingan yang banyak digunakan untuk mengukur resistor, induktansi, kapasitor dan impedansi. Rangkaian jembatan dioperasikan dengan prinsip indikasi titik nol dan hasil dengan ketepatan tinggi.

Jembatan wheatstone terdiri dari dua cabang resistor yang disusun secara seri, sumber tegangan DC atau AC dihubungkan dengan cabang tersebut, sebuah detektor titik biasanya digunakan galvanometer yang dihubungkan diantara cabang paralel untuk mengontrol keseimbangan. Rangkaian seperti terlihat pada gambar 2.1 pertama kali dibuat oleh S.H Chritie pada tahun 1833 tapi baru disadari pada tahun 1847 oleh Charles Wheatstone bahwa rangkaian tersebut dapat digunakan untuk mengukur resistansi.

Jembatan Wheatstone adalah metode yang banyak digunakan dalam pengukuran hambatan atau tahanan listrik dibandingkan metode pengukuran hambatan listrik yang lain. Metode ini masih banyak digunakan karena mempunyai tingkat ketelitian yang cukup tinggi yaitu dengan kesalahan 0,1 % sedangkan pengukuran menggunakan ohmmeter dengan kesalahan 3 – 5 % (Subekti, 1993 : 38).

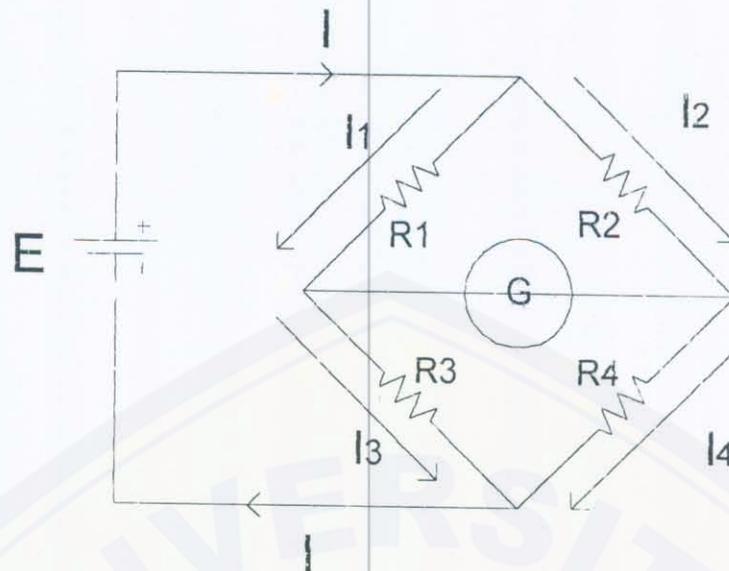


Gambar 2.1 Ilustrasi hukum Kirchoff I

Dalam membahas metode Jembatan Wheatstone, perlu dituliskan kembali hukum Kirchoff I, yaitu jumlah arus total pada suatu titik percabangan sama dengan nol, dimana arus yang masuk ditandai dengan positif dan arus yang keluar ditandai dengan negatif (Team Fisika Dasar, 2000 : 28) juga dijelaskan oleh Musbach (1996 :59) bahwa pada persimpangan mengalir sebuah arus yang masuk atau keluar dan jika arus yang masuk dihitung positif dan yang keluar ditulis negatif, berlaku ketentuan sebagai berikut :

$$\sum_k I_k = 0 \dots\dots\dots 2.1)$$

dimana k adalah banyaknya arus yang masuk atau keluar pada persimpangan.



Gambar 2.2 Rangkaian jembatan Wheatstone

Persamaan yang dapat dituliskan berdasarkan gambar 2.2 sebagai berikut :

$I = I_1 + I_2$ dan $I = I_3 + I_4$ sehingga

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 \quad \dots\dots\dots 2.2)$$

Pada gambar 2.2 dilukiskan sistem jembatan Wheatstone untuk menghitung nilai suatu hambatan. Hambatan R_1 adalah hambatan variabel yang dapat diatur untuk mengatur agar arus dalam galvanometer (I_g) sama dengan nol atau $I_g = 0$. Selanjutnya dapat dituliskan:

$$I_1 + I_2 = I_4 \quad \text{atau} \quad I_2 = I_4 - I_1 \quad \text{dan} \quad I_1 = I_g + I_3 \quad \text{atau} \quad I_1 = I_3$$

tegangan pada R_4 sama dengan tegangan pada R_3 , atau dapat dikatakan bahwa :

$$I_3 R_3 = I_4 R_4 \quad \dots\dots\dots 2.3)$$

demikian juga tegangan pada R_1 sama dengan R_2

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 \dots\dots\dots 2.4)$$

Apabila keadaan setimbang tercapai, maka arus yang pada galvanometer sama dengan nol dan diperoleh keadaan

$$I_1 = I_3 \dots\dots\dots 2.5)$$

$$I_2 = I_4 \dots\dots\dots 2.6)$$

Dari persamaan 2.5) dan 2.6) diperoleh :

$$I_2 = I_4 \frac{R_4}{R_3} \dots\dots\dots 2.7)$$

$$I_1 = I_2 \frac{R_2}{R_1} \dots\dots\dots 2.8)$$

karena $I_1 = I_3$ maka diperoleh

$$I_2 \frac{R_2}{R_1} = I_4 \frac{R_4}{R_3} \dots\dots\dots 2.9)$$

juga diketahui I_2 sama dengan I_4 , maka diperoleh

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_4}{R_3} \dots\dots\dots 2.10)$$

atau

$$R_2 R_3 = R_1 R_4 \dots\dots\dots 2.11)$$

atau

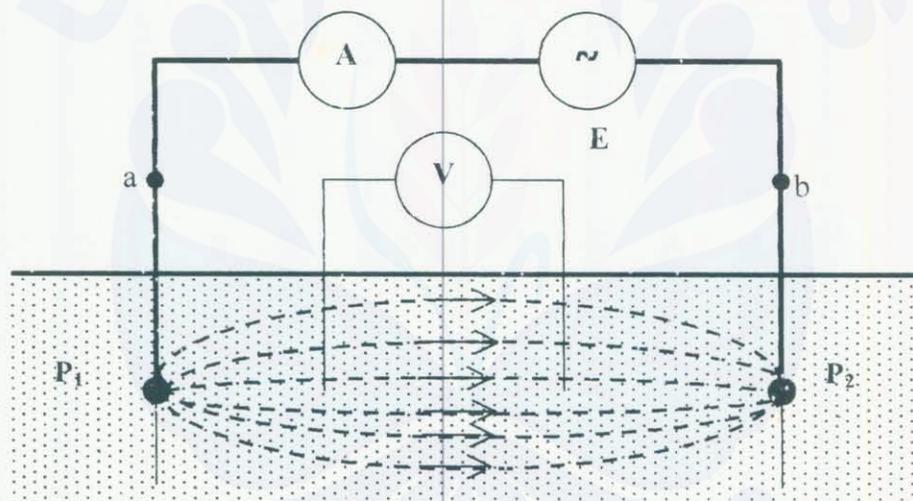
$$R_4 = \frac{R_2 R_3}{R_1} \dots\dots\dots 2.12)$$

Persamaan 2.12 digunakan untuk menentukan nilai tahanan suatu keadaan setimbang telah tercapai (Subekti, 1993 : 39).

2.4 Pentanahan

Tanah merupakan bahan yang terbaik untuk menetralkan semua arus listrik dengan kata lain semua arus listrik yang mengalir ke tanah akan bernilai nol. Walaupun demikian tanah juga memiliki hambatan dalam yang nilai dan besarnya dapat diukur.

Di bawah ini ada sebuah gambar yang menunjukkan dimana tanah tempat P_1 dan tanah tempat P_2 dihubungkan dengan sumber arus E . Pada P_1 dan P_2 yang berbentuk bola ditanam pada tanah, hingga terjadi arus yang bergantian arahnya dari P_1 ke P_2 dan dari P_2 ke P_1 (Suryatmo, 1999 : 95).

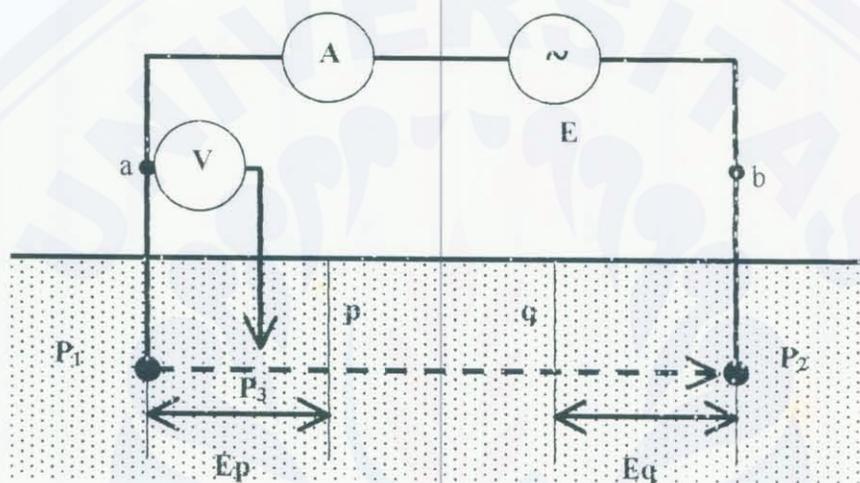


Gambar 2.3 Ilustrasi potensial listrik di bawah tanah

Dari gambar 2.3 dapat dijelaskan bahwa saat P_1 mempunyai potensial lebih besar dari P_2 pada setengah siklus arus AC, terjadi aliran muatan positif dari P_1 ke P_2 . Dengan cara yang sama dapat dijelaskan bahwa terjadi aliran muatan positif dari P_2 ke P_1 pada setengah siklus arus AC berikutnya. Hal tersebut dibuktikan oleh pengukuran dengan voltmeter seperti pada gambar 2.3 di atas sebuah batang besi

(stick) di tancapkan di antara batang penghantar a dan b, maka jarum penunjuk voltmeter akan menunjukkan angka nol volt (0 V).

Lain halnya jika voltmeter itu disambungkan ke batang penghantar a dengan memakai batang besi (stick) P_3 yang ditancapkan diantara batang a dan b lebih mendekati a, kemudian disambungkan ke voltmeter maka penunjuk voltmeter menyimpang, ini membuktikan bahwa antara P_1 dan P_3 ada beda potensial. Jika P_3 digeser semakin mendekati P_2 maka simpangan penunjuk voltmeter semakin besar dengan demikian potensialnya semakin besar seperti terlihat pada gambar 2.4 (Suryatmo, 1999 : 96)



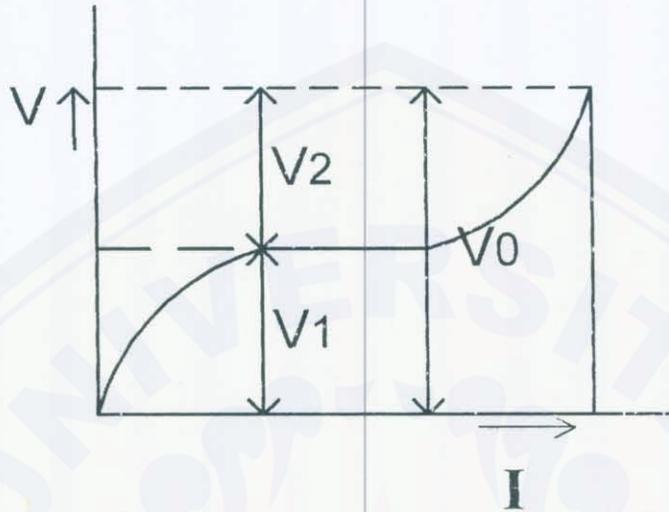
Gaambar 2.4 Potensial listrik di bawah tanah

Harga yang ditunjukkan oleh voltmeter sebesar E , jika P_3 berada di titik p maka harga yang didapatkan oleh E_p dan sebaliknya jika P_3 berada di titik q maka yang dihasilkan adalah E_q dengan demikian besar E itu sendiri sebesar

$$E = E_p + E_q \quad \dots\dots\dots 2.13)$$

Sumber tegangan yang dipakai pada pengukuran berupa sumber arus bolak-balik dengan tujuan untuk menghindari pengaruh dari polarisasi elektrokimia,

misalkan tegangan bolak – balik V_0 ditempatkan antara dua elektroda pentanahan P_1 dan P_2 yang jaraknya ditentukan satu sama yang lain seperti ditunjukkan pada gambar 2.4. Pada saat potensial pada setiap titik di bawah tanah antara P_1 dan P_2 diukur dengan elektroda pembantu P_3 .



Gambar 2.5 Potensial di setiap titik (Suryatmo, 1999 : 96)

Potensial pada setiap titik dibawah tanah antara P_1 dan P_2 diukur dengan elektroda pembantu P_3 . Dekat pada elektroda – elektroda P_1 dan P_2 potensial ini berubah sangat cepat, akan tetapi agak jauh dari keduanya, potensial tersebut hampir –hampir tetap.

Bila P_3 ditempatkan pada daerah dengan potensial konstan ini dan perbedaan potensial antara P_1 dan P_3 dan antara P_2 dan P_3 masing-masing dinyatakan sebagai V_1 dan V_2 maka tahanan-tahanan pentanahan dari P_1 dan P_2 diberikan :

$$R_1 = \frac{V_1}{I} \dots\dots\dots 2.14)$$

atau

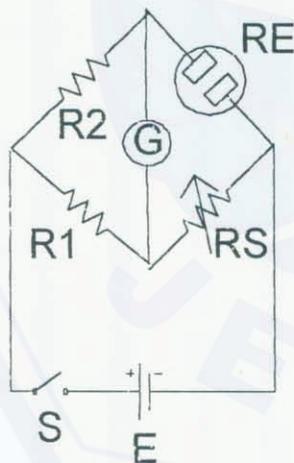
$$R_2 = \frac{V_2}{I} \dots\dots\dots 2.15)$$

(Sapiic, 1982 : 118).

Pada gambar 2.5 ditunjukkan hubungan antara tegangan (V) dan arus listrik (I), yang terbagi menjadi tiga bagian. Pada bagian I, terdapat hubungan $V - I$ yang berbentuk kurva kuadratik dengan harga maksimum V_1 dan terjadi kenaikan arus listrik (I), sedangkan pada bagian II terjadi kenaikan arus listrik dan tegangan konstan sebesar V_1 pada bagian III tegangan naik dari V_1 menjadi V_2 dengan kenaikan arus (I).

2.5 Pengukuran Hambatan Sedimen Air Laut dengan Metode Jembatan Wheatstone

Mengukur hambatan sedimen air laut dengan menggunakan metode jembatan Wheatstone seperti layaknya mengukur hambatan atau hambatan, misalnya hambatan karbon, hambatan elektrolit, hambatan lilitan kawat, hanya saja pada pengukuran sedimen air laut dengan metode ini posisi hambatan yang diukur pada jembatan Wheatstone diganti dengan sampel sedimen air laut yang sudah disiapkan seperti terlihat pada gambar 2.6 dengan menggeser-geser hambatan geser (R_s) maka akan didapatkan jarum penunjuk galvanometer ke angka nol dengan demikian hambatan sedimentasi air laut dapat dihitung dan dapat diketahui besarnya.



Keterangan

R_E = hambatan sedimen

R_S = hambatan geser

R_1, R_2 = hambatan dengan nilai tertentu

S = saklar

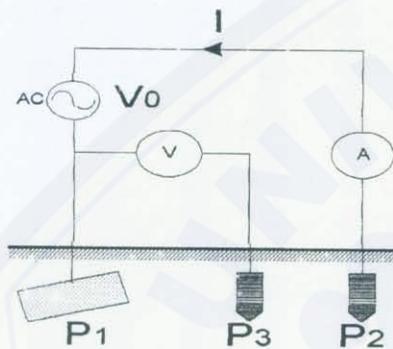
G = galvanometer

E = sumber tegangan

Gambar 2.6 Desain alat untuk pengukuran dari tahanan elektrolit

2.6 Pengukuran Hambatan Sedimen Air Laut dengan Metode Pentanahan

Mengukur hambatan sedimen air laut dengan metode pentanahan dilakukan di laboratorium dengan menggunakan sample sedimen yang diambil dari laut dengan menaruh sampel disebuah bak kemudian ditancapkan dua buah elektroda karbon ke dalam sedimen tersebut dengan menghubungkan dua elektroda tadi ke sumber arus amperemeter, voltmeter jika semua diketahui semuanya maka hambatan tanah dari sedimen dapat dicari seperti terlihat pada gambar 2.7.



keterangan:

V_0 = Sumber arus Bolak-balik

A = Amperemeter AC

V = Voltmeter AC

P_1 = Elektroda Logam

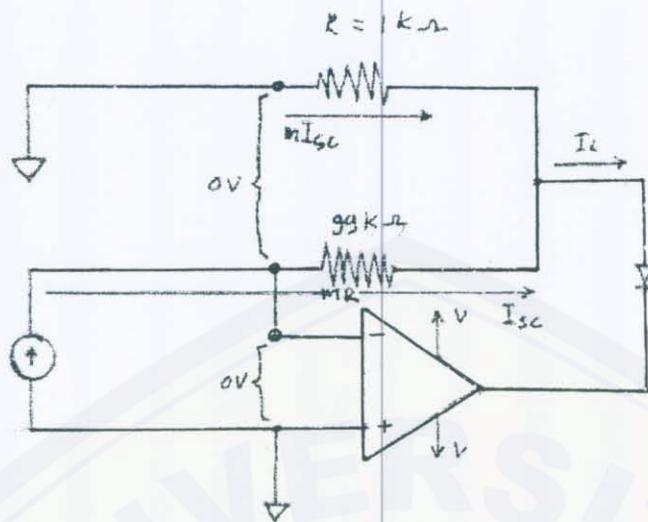
P_2 = Elektroda Karbon

P_3 = Elektroda Karbon

Gambar 2.7 Pengukuran dari tahanan pentanahan

2.7 Penguat Op Amp

Op amp adalah sebuah alat untuk memperkuat arus yang lemah atau nilainya mikro diperkuat agar nilainya menjadi miliampere sampai dengan ampere. Penguat op ampada beberapa macam diantaranya penguat arus, penguat tegangan dan seterusnya. Penguat op amp untuk menguatkan arus adalah rangkaian yang berfungsi sebagai menguatkan arus yang lebih rendah menjadi lebih tinggi. Rangkaian penguat arus sangat banyak kegunaannya. Gambar berikut merupakan rangkain penguat arus atau pengalih arus (secara teknis merupakan pengubah arus ke arus).



Gambar 2.8 Rangkaian op amp penguat Arus

Sumber arus isyarat I_{sc} mengalir melalui R efektif oleh terminal – terminal masukan dari op amp itu. Seluruh I_{sc} mengalir melalui hambatan mR , dan tegangan yang melintasinya adalah mRI_{sc} juga, arus yang melalui R besarnya harus mI_{sc} . Kedua arus tersebut dijumlahkan untuk membentuk arus beban I_L . I_L adalah versi I_{sc} yang diperkuat (Soemitro, 1983 : 89).

2.8 Tingkat ketelitian

Tingkat ketelitian adalah sebuah nilai yang untuk menyatakan tingkat kesalahan ukur sebuah alat ukur listrik. Tingkat ketelitian biasanya dinyatakan dengan prosentase kesalahan dalam melakukan pengukuran dari sebuah alat ukur. Taraf kesalahan ukur masing – masing alat ukur tidak sama, hal ini tergantung pada kondisi alat tersebut tingkat kesalahan yang dimiliki oleh alat ukur berkisar antara 0,1% sampai dengan 5%. Dalam penelitian ini metode jembatan Wheatstone memiliki tingkat ketelitian sebesar 0,1%, sedangkan metode pentanahan sebesar 5%. (Subekti, 1993 : 38). Dengan demikian tingkat ketelitian alat ukur berdasarkan sensitifitas alat dalam merespon masukan yang diberikan oleh sebuah sumber tegangan. Tingkat kesalahan dalam pengukuran yang berasal dari alat yang besarnya antara 0,1% sampai 5% disebut tingkat ketelitian alat.



III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penentuan tempat atau daerah dalam penelitian ini digunakan metode *proporsif sampling area*, artinya tempat penelitian sudah ditetapkan pada suatu tempat tanpa ada pemilihan tempat yang lain. Tempat penelitian yang ditetapkan yaitu Laboratorium Mekanika dan Gelombang Jurusan Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Program Fisika Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Kampus III dengan pengambilan sampel sedimen di pantai pasir putih kabupaten Situbondo waktu Penelitian adalah bulan Desember 2002.

3.2 Alat dan Bahan

a. Alat

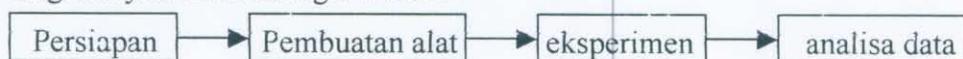
- Galvanometer
- Power suplay
- Kabel penghubung
- Elektroda karbon
- Beker glass
- Voltmeter AC
- Ampere meter AC
- Sumber arus AC (3 – 12 Volt)

b. Bahan

- Sampel sedimen air laut berupa lumpur halus
- Tahanan carbon
- Tahanan geser

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen secara sederhana langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

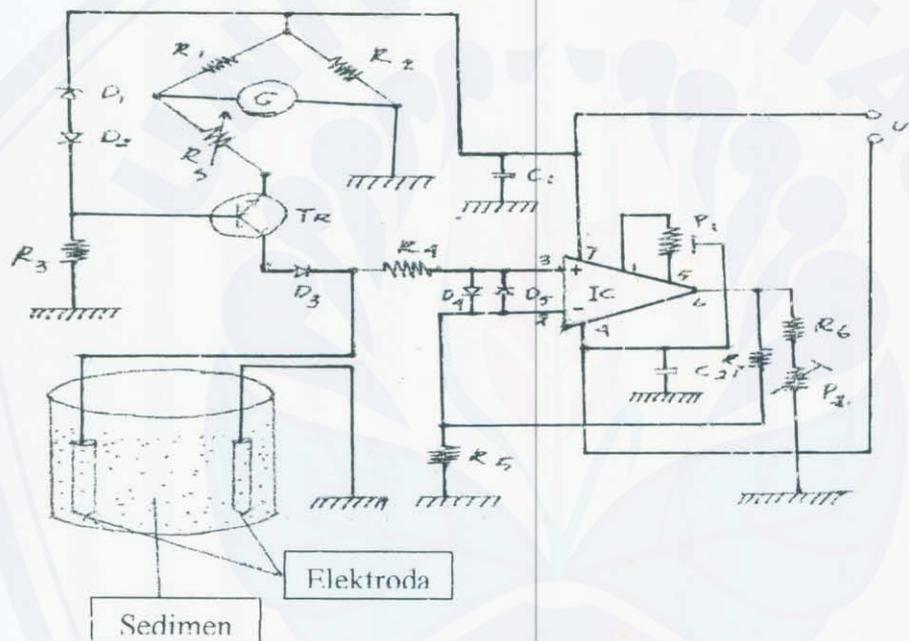


Langkah-langkah penelitian yang diambil sebagai berikut :

1. Persiapan, yaitu menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian.
2. Pembuatan alat, yaitu langkah merangkai alat dan bahan untuk menjadi alat penelitian.
3. Eksperimen, yaitu pelaksanaan penelitian untuk pengambilan data.
4. Analisa data, yaitu pengolahan data yang diperoleh dari hasil penelitian.

3.4 Desain Alat penelitian

a. Pengukuran Hambatan Sedimen Air Laut dengan Metode Jembatan Wheatstone



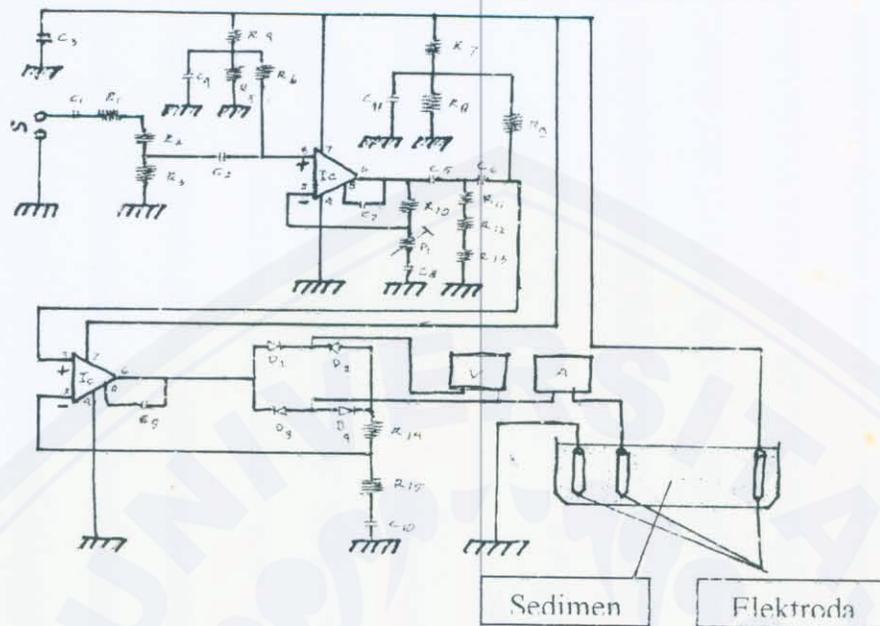
Gambar 3.1 Pengukuran tahanan sedimen dengan metode jembatan wheatstone

Cara kerja alat :

- Merangkai seperti pada gambar diatas
- Sedimen dimasukan ke dalam beker glass, selanjutnya elektroda dimasukan juga
- Tegangan masukan, dengan menggeser – geser R_5 hingga arus galvano menunjukan nilai nol

- Hambatan sedimen dapat dihitung

b. Pengukuran Hambatan Sedimen Air Laut dengan Metode Pentanahan



Gambar 3.2 Teknik pengukuran tahanan sedimen menggunakan pentanahan

Cara kerja alat

- Alat dirangkai seperti pada gambar diatas
- Sedimen dimasukan dalam bak, elektroda dimasukan juga, dengan tegangan konstan dialirkan dan pada amperemeter menunjukan arus yang mengalir maka
- Hambatan sedimen dapat dihitung

3.5 Metode Analisa Data

Analisa data merupakan metode yang digunakan untuk mengolah data yang diperoleh dalam penelitian. Dalam penelitian ini data – data yang akan diambil yaitu: hambatan geser (R_{pot}), hambatan standar, tegangan (V), arus (I).

3.5.1 Metode untuk menghitung R

Merupakan metode untuk mendapatkan besarnya nilai hambatan (R) dari sedimen air laut metode Jembatan Wheatstone dan metode Pentanahan.

a. Pengukuran hambatan sedimen air laut dengan metode jembatan Wheatstone

$$R_{sedimen} = R_2 \frac{R_3}{R_1} \dots\dots\dots 3.1)$$

dimana :

R_1, R_2, R_3 = hambatan dalam potensial

R_4 = hambatan yang diukur

Tabel 3.1 contoh sajian data dengan metoda jembatan Wheatstone

R pot	R_1	R_2	Rsj

Keterangan

R pot = hambatan geser yang terdapat pada gambar 3.1

R_1, R_2 = hambatan karbon yang diketahui nilainya

Rsj = hambatan sedimen air laut dengan metode jembatan Wheatstone

b. Pengukuran hambatan air laut dengan metode pentanahan

$$R_{sp} = \frac{V}{I} \dots\dots\dots 3.2)$$

dimana :

V = tegangan sumber

I = arus rangkaian

R_{sp} = hambatan tanah

Tabel 3.2 contoh sajian data dengan metode pentanahan

V	I	Rsp

Keterangan

V = tegangan terukur yang terdapat pada gambar 3.2

I = arus terukur yang ada digambar 3.2

Rsp = hambatan sidemen air laut dengan metode pentanahan

c. Uji signifikan dua metode

Dalam sebuah penelitian eksperimen yang membandingkan hasil, metode jembatan Wheatstone lebih teliti dibanding metode pentanahan. Dalam hal ini peneliti menguji dengan kurva satu ekor pada taraf kepercayaan sebesar 99% dengan konsultasinya 1% dan 95% dengan konsultasinya 5% (Arikunto, 1993 : 302). Dalam menguji signifikan dua alat tersebut maka digunakan uji t (t - tes), dengan rumusan sebagai berikut :

$$t = \frac{(\overline{Mx} - \overline{My})}{\sqrt{\frac{(\sum x^2 + \sum y^2)}{2N - 2} \left(\frac{1}{N} + \frac{1}{N}\right)}} \dots\dots\dots 3.3)$$

dimana:

t = taraf signifikan

$\overline{Mx}, \overline{My}$ = rata - rata hitung metode jembatan Wheatstone metode pentanahan

N = jumlah sampel

$\sum x^2, \sum y^2$ = deviasi masing - masing hasil setiap kelompok

(Arikunto, 1993 : 304)

Untuk menjawab rumusan masalah tingkat ketelitian metode jembatan Wheatstone dan metode pentanahan maka diadakan uji kurva satu ekor. Pada penelitian db sebesar 48 dengan melihat tabel harga t kritis, jika $t_{0,05} < t < t_{0,01}$ maka antara metode jembatan Wheatstone dan metode pentanahan ada perbedaan.



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan analisa data

Setelah eksperimen dengan menggunakan metode jembatan Wheatstone dan metode pertanahan didapatkan hasil sebagai berikut :

4.1.1 Metode jembatan Wheatston

Dari hasil eksperimen metode jembatan Wheatstone dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini :

Tabel 1 Hasil eksperimen metode jembatan Wheatstone

No	R_1 (ohm)	R_2 (ohm)	R_3 (ohm)	RE (ohm)
1.	220	100	48	21,8
2.	220	100	48	21,8
3.	220	100	47	21,7
4.	220	100	47	21,7
5.	220	100	48	21,8
6.	220	100	47	21
7.	220	100	48	21,8
8.	220	100	48	21,8
9.	220	100	47	21,7
10.	220	100	48	21,8
11.	220	100	48	21,8
12.	220	100	47	21,7
13.	220	100	48	21,8
14.	220	100	48	21,8
15.	220	100	48	21,8
16.	220	100	47	21,7
17.	220	100	48	21,8
18.	220	100	48	21,8
19.	220	100	47	21,7
20.	220	100	48	21,8

Dari hasil eksperimen data kemudian dianalisis dengan rumus

$$R_{se} = R_2 \frac{R_3}{R_1} \text{ dan } \Delta RE = RE - RE, \text{ hasilnya dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini}$$

Tabel 2 Hasil analisa metode Jembatan Wheatstone

No	R ₁ (ohm)	R ₂ (ohm)	R ₃ (ohm)	RE (ohm)	ΔRE (RE-RE)	ΔRE ²
1.	220	100	48	21,8	0,18	0,03
2.	220	100	48	21,8	0,18	0,03
3.	220	100	47	21,7	-0,32	0,10
4.	220	100	47	21,7	-0,32	0,10
5.	220	100	48	21,8	0,18	0,03
6.	220	100	47	21,7	-0,32	0,10
7.	220	100	48	21,8	0,18	0,03
8.	220	100	48	21,8	0,18	0,03
9.	220	100	47	21,7	-0,32	0,10
10.	220	100	48	21,8	0,18	0,03
11.	220	100	48	21,8	0,18	0,03
12.	220	100	47	21,7	-0,32	0,10
13.	220	100	48	21,8	0,18	0,03
14.	220	100	48	21,8	0,18	0,03
15.	220	100	48	21,8	0,18	0,03
16.	220	100	47	21,7	-0,32	0,10
17.	220	100	48	21,8	0,18	0,03
18.	220	100	48	21,8	0,18	0,03
19.	220	100	47	21,7	-0,32	0,10
20.	220	100	48	21,8	0,18	0,03
				RE= 21,62	ΣΔRE ² =1,09	

Harga tingkat ketelitian dari metode jembatan Wheatstone dari eksperimen dengan dua puluh ulangan diperoleh :

$$\begin{aligned}
 KM^I &= \sqrt{\frac{\sum \Delta R I^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{1,109}{20(20-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{1,09}{20.19}} \\
 &= \sqrt{\frac{1,09}{380}} \\
 &= \sqrt{0,0028} = 0,053 \\
 KS_1 &= \frac{KM}{RE} \times 100\% \\
 &= \frac{0,053}{21,62} \times 100\% \\
 &= 0,0024 \times 100 \% \\
 &= 0,24 \%
 \end{aligned}$$

4.1.2 Metode pentanahan

Dari hasil eksperimen metode pentanahan dapat dilihat pada tabel 3 berikut

Tabel 3 Hasil eksperimen metode pentanahan

No	V (Volt)	I (Ampere)	RE (Ohm)
1	2	3	4
1.	12	0,57	21,0
2.	12	0,56	21,4
3.	12	0,55	21,8

1	2	3	4
4.	12	0,57	21,0
5.	12	0,56	21,4
6.	12	0,56	21,4
7.	12	0,57	21,0
8.	12	0,55	21,8
9.	12	0,55	21,8
10.	12	0,56	21,4
11.	12	0,56	21,4
12.	12	0,55	21,8
13.	12	0,55	21,8
14.	12	0,57	21,0
15.	12	0,56	21,4
16.	12	0,57	21,0
17.	12	0,57	21,0
18.	12	0,55	21,8
19.	12	0,57	21,0
20.	12	0,56	21,4

Hasil eksperimen metode pentanahan kemudian dianalisis dengan rumus

$$R_{se} = \frac{V}{I} \text{ dan } \Delta RE - \overline{RE} \text{ dapat dilihat pada tabel 4 berikut}$$

Tabel 4 Hasil analisa metode pentanahan

No.	V (Volt)	I (Ampere)	RE (ohm)	$\Delta(RE - \overline{RE})$	ΔRE^2
1	2	3	4	5	6
1.	12	0,57	21,0	-0,38	0,1444
2.	12	0,56	21,4	0,02	0,0004
3.	12	0,55	21,8	0,42	0,1764
4.	12	0,57	21,0	-0,38	0,1444
5.	12	0,56	21,4	0,02	0,0004
6.	12	0,56	21,4	0,02	0,0004

1	2	3	4	5	6
7	12	0,57	21,0	-0,38	0,1444
8.	12	0,55	21,8	0,42	0,1764
9	12	0,55	21,8	0,42	0,1764
10.	12	0,56	21,4	0,02	0,0004
11.	12	0,56	21,4	0,02	0,0004
12.	12	0,55	21,8	0,42	0,1764
13.	12	0,55	21,8	0,42	0,1764
14.	12	0,57	21,0	-0,38	0,1444
15.	12	0,56	21,4	0,02	0,0004
16.	12	0,57	21,0	-0,38	0,1444
17.	12	0,57	21,0	-0,38	0,1444
18.	12	0,55	21,8	0,48	0,1764
19.	12	0,57	21,0	-0,38	0,1444
20.	12	0,56	21,4	0,02	0,0004
			$\overline{RE}=21,38$	$\sum RE^2=2,069$	

Harga tingkat ketelitian dari metode pentanahan hasil eksperimen dengan dua puluh ulangan diperoleh :

$$\begin{aligned}
 KM_2 &= \sqrt{\frac{\sum \Delta RE^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{2,069}{20(20-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{2,069}{380}} \\
 &= \sqrt{0,0054} \\
 &= 0,073
 \end{aligned}$$

$$KS_2 = \frac{KM}{RE} \times 100 \%$$

$$= \frac{0,073}{21,38} \times 100 \%$$

$$= 0,0034 \times 100 \%$$

$$= 0,34 \%$$

Dengan uji statistika menggunakan keseksamaan t didapatkan taraf penerimaan sebesar :

$$t = \frac{\bar{Mx} - \bar{My}}{\sqrt{\frac{(\sum x^2 + \sum y^2)}{2N-2} \left(\frac{1}{N} + \frac{1}{N} \right)}}$$

$$t = \frac{\bar{Mx} - \bar{My}}{\sqrt{\frac{(\sum x^2 + \sum y^2)}{N(N-1)}}}$$

$$t = \frac{21,62 - 21,38}{\sqrt{\frac{1,09 + 2,069}{20(20-1)}}}$$

$$t = \frac{0,24}{\sqrt{\frac{3,159}{380}}}$$

$$t = \frac{0,24}{\sqrt{0,0083}}$$

$$t = \frac{0,24}{0,091}$$

$$t = 2,63$$

Dengan harga $t = 2,63$ dan $db = 48$, selanjutnya diadakan kurva satu ekor. Dan dalam daftar tabel harga t kritik pada $t_{0,05} = 2,04$ dan pada $t_{0,01} = 2,75$, maka $2,04 < 2,63 < 2,75$. Dengan demikian t adalah signifikan dan antara metode jembatan Wheatstone ada perbedaan.

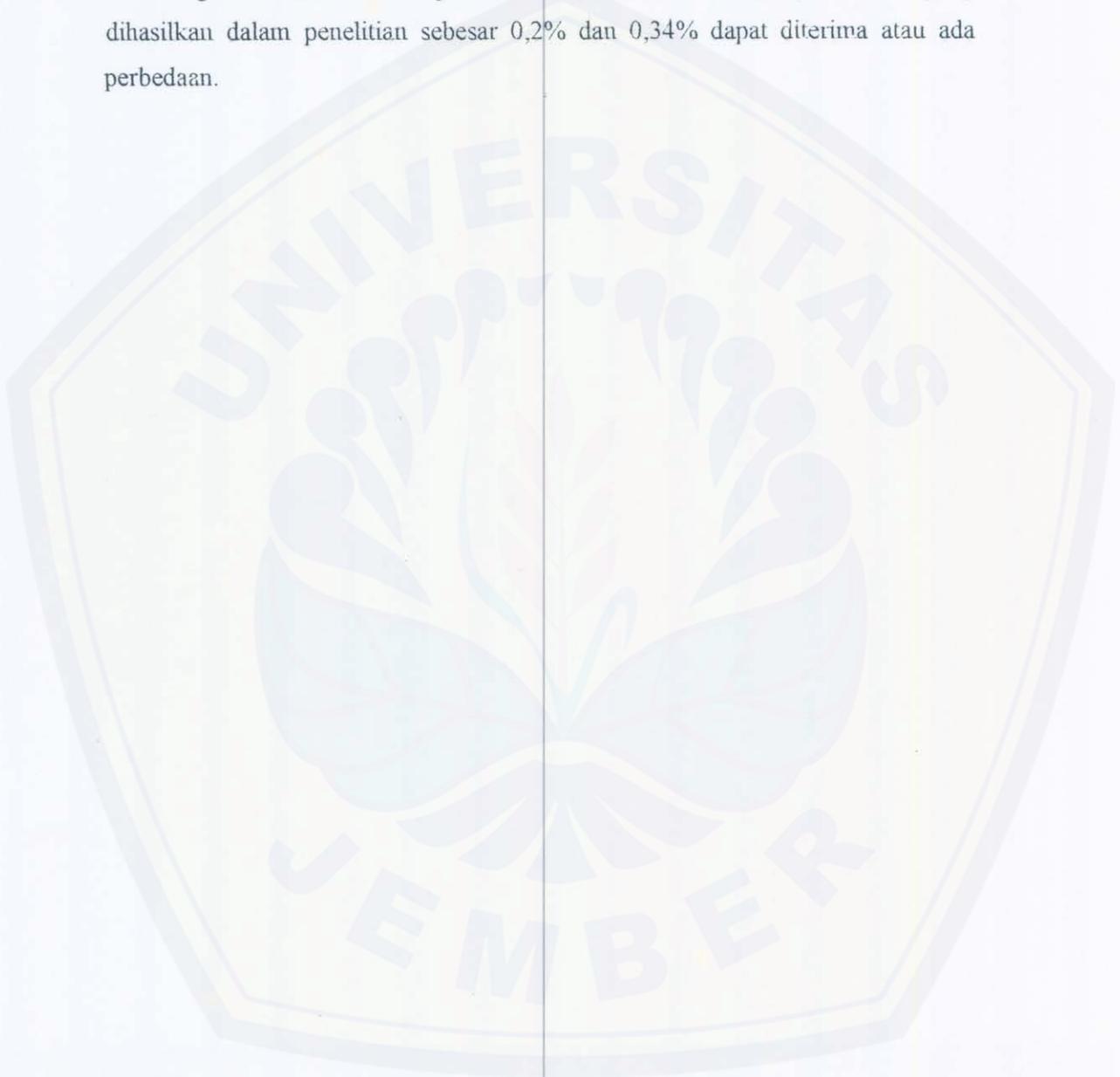
4.2 Pembahasan

Dalam menentukan tingkat ketelitian pengukuran hambatan sedimen air laut metode jembatan Wheatstone dan metode pentanahan dapat dihitung, dengan menggunakan uji keseksamaan. Untuk mengetahui tingkat ketelitian alat digunakan untuk mengukur hambatan listrik sedimen air laut didaerah pantai. Dalam penelitian ini sedimen yang diambil berupa sampel lumpur, sampel tersebut kemudian dimasukkan ke dalam bakor gelas, dimasukkan elektroda di dalamnya secara bergantian metode jembatan Wheatstone dan metode pentanahan diterapkan, sehingga hambatan dari sedimen air laut dapat dihitung. Berdasarkan hasil analisis penelitian pada tabel 1 dan 2 serta hasil keseksamaan 1, didapatkan hasil sebagai berikut bahwa tingkat ketelitian metode jembatan Wheatstone dengan dua puluh sampel yang berbeda tingkat ketelitian yang didapatkan sebesar 0,2 %. Sedangkan pada tabel 3 dan 4 serta keseksamaan 2, didapatkan hasil tingkat ketelitian metode pentanahan didapatkan sebesar 0,34 %.

Tingkat ketelitian yang didapatkan oleh metode jembatan wheatstone seharusnya lebih kecil dari pada 0,2 %. Penyimpangan ini disebabkan jarak kedua elektroda tidak pernanen. Sehingga hantaran dari pada arus listrik yang dipakai kurang baik.

Tingkat ketelitian pengukuran hambatan sedimen air laut dengan metode jembatan wheatstone dan metode pentanahan. Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa tingkat ketelitian dengan menggunakan metode jembatan wheatstone lebih teliti dibandingkan dengan metode pentanahan, besar perbandingan yang dihasilkan sebesar 0,2 % : 0,34 %. Walaupun ada sedikit penyimpangan, namun hasil yang didapat masih menunjukkan bahwa metode jembatan wheatstone lebih teliti dibandingkan dengan menggunakan metode pentanahan ataupun metode – metode yang lainnya. Sehingga alat ukur hambatan listrik metode jembatan wheatstone sangat baik dan cocok untuk dipakai mengukur semua jenis hambatan dibandingkan dengan alat ukur listrik metode pentanahan dan metode – metode yang lain, karena metode jembatan wheatstone tingkat ketelitiannya sangat tinggi sekali.

Secara teoritis metode jembatan Wheatstone lebih teliti dibandingkan metode pentanahan. Hal ini dibuktikan dengan uji statistika yang penulis lakukan dengan menggunakan uji keseksamaan dua arah (uji perbandingan t), karena t hitung berada antara taraf penerimaan yang besarnya $t_{s\ 0,05} < t < t_{s\ 0,01}$, t hitung yang dihasilkan sebesar 2,63. Karena t hitung berada pada daerah penerimaan maka tingkat ketelitian metode jembatan Wheatstone dan metode pentanahan yang dihasilkan dalam penelitian sebesar 0,2% dan 0,34% dapat diterima atau ada perbedaan.





V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa :

Tingkat ketelitian pengukuran hambatan sedimen air laut dengan metode jembatan wheatstone didapat hasil 0,2 %, sedangkan untuk metode pentanahan didapatkan hasil sebesar 0,34 %. Tingkat ketelitian dari metode jembatan wheatstone lebih teliti dibandingkan dengan metode pentanahan besarnya perbandingan antara metode jembatan wheatstone dan metode pentanahan adalah 0,2 % : 0,34 %. Berdasarkan uji t dengan kriteria $t_{0,05} < t < t_{0,01}$ menyatakan ada perbedaan, maka hasil penelitian metode jembatan Wheatstone lebih teliti dibandingkan metode pentanahan atau ada perbedaan signifikan antara keduanya.

5.2 Saran

Beberapa saran yang harus diperhatikan untuk peneliti selanjutnya, antara lain :

- a. Agar menghasilkan tingkat ketelitian yang baik bentuk dan jarak kedua elektroda harus sama dan tetap sehingga perlu menggunakan elektroda yang permanen.
- b. Sebaiknya dibuat alat ukur yang dapat dibawa ketepi pantai sehingga pengukuran dilakukan secara langsung di lokasi penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Subekti, A. 1993. *Diktat Kuliah Alat-alat Ukur Listrik* (untuk kalangan sendiri).
Jember : UNEJ
- Brady, JE. 1999. *Kimia Universitas Asas Dan Struktur*. Jakarta : Berupa Aksara
- Day, R.A.JR. dan AL Underwood. 1999. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Jakarta :
Erlangga
- Keenan, C.W dkk. 1996. *Ilmu Kimia Untuk Universitas Jilid I*. Jakarta : Erlangga
- Musbach, M.1996. *Fisika Listrik Magnet Dan Optik*. Jakarta : Depdikbud
- Team Fisika Dasar. 2000. *Petunjuk Praktikum Fisika Dasar II*. Jember (untuk
khalangan sendiri): UNEJ
- Graha, D.S.1987. *Batuan Dan Mineral*. Bandung : Nova
- Gross, M. Grant. 1987. *Oceanographi A View Of Earth* : Prinrice Hall, New york
- Knauss, John A. 1997. *Introduction to Physical Oceanography*. Upper saddle:
New york
- Suryatno, F. 1999. *Teknik Pengukuran Listrik dan Elektronika*. Jakarta : Bumi
Aksara
- Sumitro, H.W. 1983. *Penguat Operasional dan Rangkaian Terpadu Linier*,
Jakarta : Erlangga
- Sapiie, S. 1982. *Pengukuran dan Alat - alat Ukur Listrik*, Jakarta : Pradnya
Paramita
- Arikunto, S. 1993. *Prosedur Penelitian*, Jakarta : Rineka Cipta

Lampiran 1

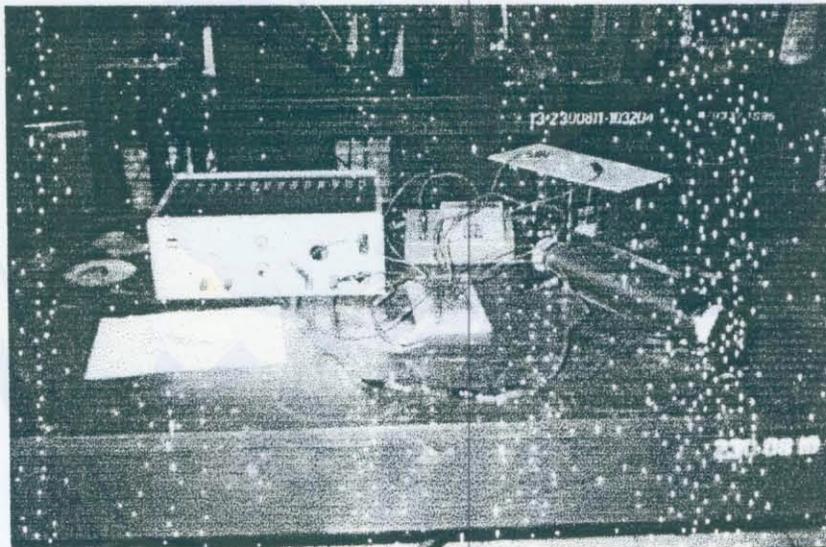
MATRIK PENELITIAN

Judul	Permasalahan	Variabel	Indikator	Sumber data	Metode penelitian
Tingkat ketelitian pengukuran hambatan sedimen airlaut menggunakan metode jembatan wheatstone dan pentanahan	Bagaimana tingkat ketelitian pengukuran tahanan sedimen airlaut dengan metode jembatan wheatstone dengan metode pentanahan	a). Bebas Sampel sedimen air laut b). Terikat Hambatan	Tegangan Arus Tahanan	Hasil eksperimen penelitian	1. Penentuan daerah penelitian -Proposisif sampling area 2. Rancangan penelitian -Megggunakan rangkaian jembatan wheatstone 3. Metode analisis data -Analisa data dengan menggunakan
					$K_m = \sqrt{\frac{\sum \Delta RE^2}{n(n-1)}}$ $K_s = \frac{km}{RE} \times 100\%$

Lampiran 2

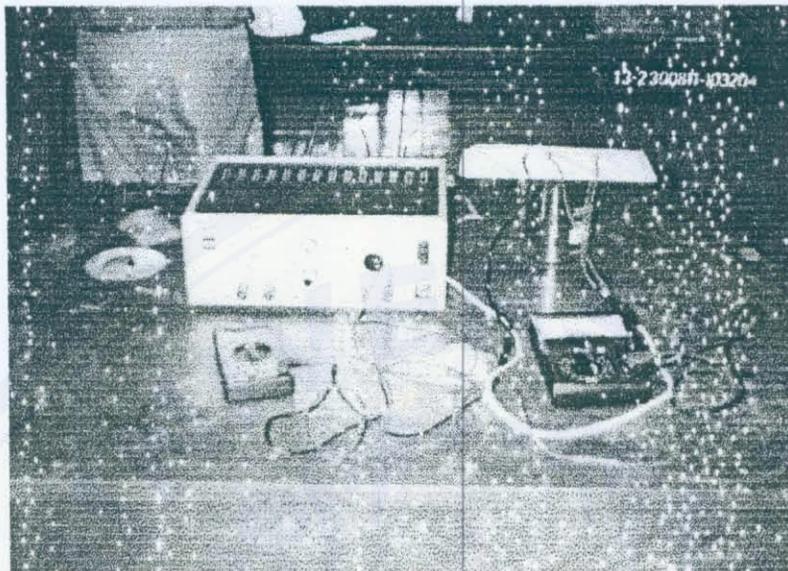


Gambar 1. Pembuatan alat



Gambar 2. Set alat metode jembatan Wheatstone

Lampiran 3



Gambar 3. Set alat metode pentanahan

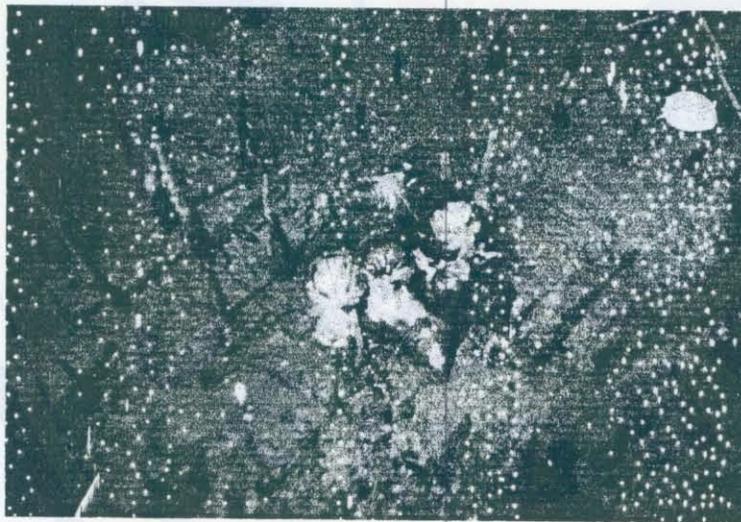


Gambar 4. Lokasi pengambilan sampel

Lampiran 4



Gambar 5. Pengambilan sampel



Gambar 6. Sampel yang siap dibawa ke lab

Lampiran 5



Gambar 7. Pengambilan data metode jembatan Wheatstone



Gambar 8. Pengambilan data metode pentanahan