

**SUATU STUDI KASUS PENGARUH NILAI
KONDUKTIVITAS LIMBAH TERHADAP ARUS
GROUNDING PADA PROSES TERAPI BALUR**

SKRIPSI

Oleh :

PRISCA PURI WULANSARI

0410930038-93



JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2009

**SUATU STUDI KASUS PENGARUH NILAI
KONDUKTIVITAS LIMBAH TERHADAP ARUS
GROUNDING PADA PROSES TERAPI BALUR**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
dalam bidang Fisika**

Oleh :

PRISCA PURI WULANSARI

0410930038-93



JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2009

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**SUATU STUDI KASUS PENGARUH NILAI
KONDUKTIVITAS LIMBAH TERHADAP ARUS
GROUNDING PADA PROSES TERAPI BALUR**

Oleh :

PRISCA PURI WULANSARI

0410930038-93

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji pada tanggal :

Pembimbing I

Pembimbing II

D.J. Djoko H.S, M.Phil., PhD.
NIP. 131 879 032

Drs. Unggul P. Juswono, M.Sc
NIP. 131 879 050

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang

Drs. Adi Susilo, M.Si.,Ph.D.

NIP. 131 960 447

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : PRISCA PURI WULANSARI

NIM : 0410930038-93

Jurusan : FISIKA

Penelitian Tugas Akhir Berjudul :

**SUATU STUDI KASUS PENGARUH NILAI
KONDUKTIVITAS LIMBAH TERHADAP ARUS
GROUNDING PADA PROSES TERAPI BALUR**

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka tugas akhir ini semata-mata digunakan sebagai acuan atau referensi.
2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa isi tugas akhir saya merupakan plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 27 Maret 2009

Yang menyatakan

Prisca Puri Wulansari

0410930038-93

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan berkat, rahmat serta karunia-Nya sehingga pada kesempatan ini penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul **Suatu Studi Kasus Pengaruh Nilai Konduktivitas Bahan Dari Limbah Hasil Balur Terhadap Arus Grounding Pada Proses Pembaluran** dengan sebaik-baiknya. Penyusunan skripsi merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana, pada Jurusan Fisika di Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.

Dalam penyusunan Laporan Skripsi ini tentunya tidak lepas dari bimbingan, dukungan, serta bantuan dari semua pihak yang terkait. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Drs. Adi Susilo, PhD selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang.
2. Bapak D.J. Djoko H.S, M.Phil, PhD selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Drs. Unggul P. Juswono, M.Si selaku Dosen Pembimbing II.
4. Papa dan Ibu yang ada di Surga, terima kasih atas cinta dan dukungan yang diberikan sampai akhir hayat, cinta kalian selalu di hati.
5. All my Brother n my Sista love u all, terimakasih atas dukungan moril serta materiil selama ini, tanpa kalian ini tidak akan terwujud.
6. Teman-teman dari Jurusan Fisika angkatan 2004, terima kasih atas dukungan, dorongan, persahabatan dari awal sampai selamanya.
7. Seluruh Staff Jurusan Fisika, terima kasih atas kesabaran dan bantuannya selama ini.
8. Staff YPAC Malang serta Pasien Cerebral Palsy terima kasih atas bantuan yang diberikan, sehingga terwujudnya penelitian ini.
9. Seluruh warga Watu Aji 5 Malang atas doa serta kebersamaan dalam suka maupun duka.
10. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih banyak kekurangan dan masi jauh dari kesempurnaan mengingat keterbatasan dan kemampuan penulis. Untuk itu dengan segala kerendahan hati , penulis mengharap kritik dan saran yang membangun dari semua pihak guna melengkapi penyusunan Skripsi yang lebih baik.

Akhir kata penulis berharap semoga Laporan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Malang, Maret 2009

Penulis



Suatu Studi Kasus Pengaruh Nilai Konduktivitas Bahan Dari Limbah Hasil Balur Terhadap Arus Grounding Pada Proses Pembaluran

ABSTRAK

Metode balur bertujuan untuk mengeluarkan racun dari dalam tubuh. Pada proses pembaluran ini digunakan sistem grounding, diindikasikan bahwa radikal bebas yang mengandung muatan listrik keluar dari tubuh karena ditarik oleh bahan balur, unsur tersebut akan menumbuk lempeng tembaga dan kemudian mengalir sebagai arus ke bumi. Dari proses pembaluran dihasilkan limbah balur, sejauh ini belum diketahui limbah tersebut memiliki nilai konduktivitas atau tidak dari data data nilai tersebut maka dapat ditentukan sifat bahannya. Penelitian ini belum pernah dilakukan sebelumnya, sehingga perlu adanya penelitian yang bertujuan untuk mengetahui nilai arus grounding, nilai konduktivitas, serta sifat bahan dari limbah pada proses balur. Pengukuran arus grounding pada setiap tahap pembaluran dilakukan dengan menggunakan I-V konverter sedangkan penentuan nilai konduktivitas digunakan sistem pengukuran dengan jembatan wheatstone. Langkah terakhir, yaitu menganalisa data dari nilai konduktivitas, kemudian membandingkan kuantitas unsur kandungan logam dari limbah terhadap nilai konduktivitasnya serta melihat pengaruhnya terhadap arus grounding yang dihasilkan. Hasil dari penelitian ini adalah nilai konduktivitas berkisar 10^{-11} 1/ohm.cm hingga 10^{-9} 1/ohm.cm. Arus grounding disebabkan adanya suatu mobilitas elektron dari ground ke meja tembaga. Pada pembaluran kesatu diperoleh $I_{\text{grounding}}$ dengan range 0.118-0.802 μ A, pembaluran ketiga antara 0.160-0.940 μ A. Kenaikan arus disebabkan oleh adanya interaksi antara unsur logam dengan meja tembaga, adanya fungsi fisiologis dari tubuh pasien itu sendiri, dan kemungkinan adanya faktor lain yang belum teridentifikasi dalam penelitian ini.

Kata kunci : Pembaluran, Arus Grounding, Nilai Konduktivitas

Study on the Effect of Balur Ceespool's Conductivity on Therapy Process Grounding Current

ABSTRACT

The "Balur" method is purpose to came out poison from the body. Grounding system used in this processing. It has been indicated that free radical which is contain of positivie charge came out from the body because of pilled by balur, that element will crush the copper plate and it'll flow as a current to the earth. Research about grounding current and conductivity measurement from "baluran" cesspool never done before, so need the research to know the effect of conductivity in "baluran" waste to grounding current. The measurement of grounding current in each "pembaluran" step is done by using I-V Converter while determination of potion composition and waste by using system measurements of Wheatstone Bridge. The last step is analyse data by conductivities, and also seeing the effect to grounding current. Result from this a research is range of conductivity about 10^{-11} 1/ohm.cm till 10^{-9} 1/ohm.cm. Grounding current is caused by electon mobility from the ground to copper desk. At the first "pembaluran", obtained $I_{\text{grounding}}$ by range 0.118-0.802 μA , the third "pembaluran" are 0.160-0.940 μA . Rising current is caused by interaction between metal element and the cooper, then psychologies function from patient and possibility other factor unidentification in this research .

Key words : *Pembaluran, Grounding current, Conductivity*

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
LEMBAR PERNYATAAN	
KATA PENGANTAR -----	i
ABSTRAK -----	iii
ABSTRACT -----	iv
DAFTAR ISI -----	v
DAFTAR GAMBAR -----	vii
DAFTAR LAMPIRAN -----	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang -----	1
1.2 Rumusan Masalah -----	2
1.3 Batasan Masalah -----	2
1.4 Tujuan Penelitian -----	3
1.5 Manfaat Penelitian -----	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Grounding (Pentanahan) -----	5
2.1.1 Metode Untuk Mengurangi Resistansi Ground-----	6
2.1.2 Grounding Dalam Bidang medis -----	7
2.1.3 Arus dan Gerak Muatan -----	8
2.2 Jembatan Wheatstone -----	9
2.3 Konduktivitas Listrik -----	10
2.4 Pembaluran -----	16
2.4.1 Komposisi Obat-obatan dan Limbah Balur-----	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian -----	19
3.2. Alat dan Bahan -----	19
3.3. Prosedur Penelitian -----	19
3.3.1 Penyusunan Alat -----	20
3.3.2 Persiapan Sampel -----	21
3.3.3 Persiapan Alat Uji Konduktivitas -----	22
3.3.4 Karakterisasi Sampel -----	24

3.3.5	Mengukur Nilai Hambatan Sampel -----	24
3.4.	Alur Penelitian -----	25
3.5	Prosedur Persiapan -----	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Pengeringan Limbah Balur-----	29
4.2	Analisis Hasil Limbah Balur Hubungannya dengan Arus Grounding-----	31
4.2.1	Hasil Arus Grounding Hubungannya dengan Limbah balur-----	31
4.2.2	Hasil Uji Konduktivitas dari Hasil Limbah Pembaluran-----	34
4.2.3	Analisis Sifat Bahan dari Limbah Hasil Pembaluran-----	37
4.2.4	Analisis Kandungan Logam Pada Limbah Hasil Proses Balur Hubungannya dengan Nilai Konduktivitas-----	40
4.3	Analisis Pengaruh Nilai Konduktivitas dengan arus grounding -----	50

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan -----	55
5.2.	Saran -----	55

DAFTAR PUSTAKA -----	57
-----------------------------	----

LAMPIRAN -----	59
-----------------------	----

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 2.1	Segmen kawat pembawa arus -----	8
2. Gambar 2.2	Rangkaian jembatan wheatstone-----	9
3. Gambar 2.3	Balur di atas lempeng tembaga-----	15
4. Gambar 3.1	Rangkaian I-V converter -----	20
5. Gambar 3.2	Proses pengambilan data arus grounding -	21
6. Gambar 3.3	Rangkaian jembatan wheatstone menggunakan kontak geser di atas kawat penghantar -----	23
7. Gambar 3.4	Bagan alur penelitian-----	25
8. Gambar 3.5	Bagan prosedur persiapan-----	27
9. Gambar 4.1	Contoh gambar hasil pengeringan sampel	30
10. Gambar 4.2	Grafik arus grounding pada pembaluran 1	31
11. Gambar 4.3	Grafik arus grounding pada pembaluran 3	32
12. Gambar 4.4	Grafik korelasi antara nilai konduktivitas dengan kandungan logam K pada balur 1 -	40
13. Gambar 4.5	Grafik korelasi antara nilai konduktivitas dengan kandungan logam K pada balur 3 -	41
14. Gambar 4.6	Grafik korelasi antara nilai konduktivitas dengan kandungan logam Ca pada balur 1	42
15. Gambar 4.7	Grafik korelasi antara nilai konduktivitas dengan kandungan logam Ca pada balur 3	42
16. Gambar 4.8	Grafik korelasi antara nilai konduktivitas dengan kandungan logam Fe pada balur 1	43
17. Gambar 4.9	Grafik korelasi antara nilai konduktivitas dengan kandungan logam Fe pada balur 3	44
18. Gambar 4.10	Grafik korelasi antara nilai konduktivitas dengan kandungan logam Ni pada balur 1	45
19. Gambar 4.11	Grafik korelasi antara nilai konduktivitas dengan kandungan logam Ni pada balur 3	45
20. Gambar 4.12	Grafik korelasi antara nilai konduktivitas dengan kandungan logam Cu pada balur 1	46
21. Gambar 4.13	Grafik korelasi antara nilai konduktivitas dengan kandungan logam Cu pada balur 3	47
22. Gambar 4.14	Grafik korelasi antara nilai konduktivitas dengan kandungan logam P pada balur 1 -	47
23. Gambar 4.15	Grafik korelasi antara nilai konduktivitas	

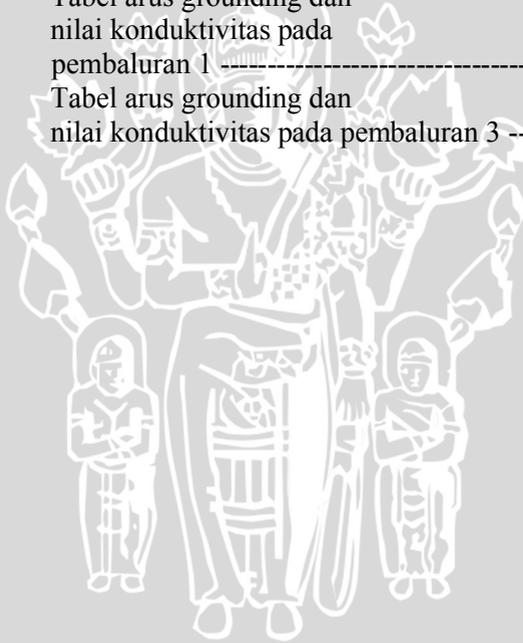
- dengan kandungan logam P pada balur 3 - 48
24. **Gambar 4.16** Grafik korelasi antara arus grounding dengan nilai konduktivitas pada balur 1 --- 50
25. **Gambar 4.17** Grafik korelasi antara arus grounding dengan nilai konduktivitas pada balur 3 --- 51

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR TABEL

1. Tabel 4.1	Tabel hasil pengeringan sampel-----	30
2. Tabel 4.2	Tabel data hasil arus grounding pembaluran 1 -----	58
3. Tabel 4.3	Tabel data hasil arus grounding pembaluran 3 -----	59
4. Tabel 4.4	Tabel data Rx (hambatan) pada pembaluran 1 -----	60
5. Tabel 4.5	Tabel data Rx (hambatan) pada pembaluran 3 -----	61
6. Tabel 4.6	Tabel nilai konduktivitas -----	62
7. Tabel 4.7	Tabel arus grounding dan nilai konduktivitas pada pembaluran 1 -----	63
8. Tabel 4.8	Tabel arus grounding dan nilai konduktivitas pada pembaluran 3 ----	64



DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1	Data-data hasil penelitian -----	57
2. Lampiran 2	Foto-Foto hasil pengeringan limbah hasil proses pembaluran pembaluran 1 ----	65
3. Lampiran 3	Foto-Foto alat yang digunakan pada saat pengambilan data -----	67
4. Lampiran 4	Pengolahan data konduktivitas -----	71
5. Lampiran 5	Daftar istilah -----	73



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan makin majunya ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) maka saat ini makin banyak pula permasalahan yang ada dalam kehidupan manusia terutama persoalan dalam hal penyakit kronis. Radikal bebas ini tak jarang pula yang dapat menimbulkan adanya penyakit kronis. Dengan adanya radikal bebas yang berlebihan maka dapat membahayakan serta dapat mengancam kehidupan manusia (Ikawati, Yuni.2008).

Salah satu metode terbaru dalam pengobatan yang dilakukan untuk menyembuhkan pasien penderita autisme adalah dengan pembaluran. Metode balur adalah pengembangan dari metode kerikan, pilisan, atau baluran dengan cuka aren dicampur bawang. Balur itu bertujuan untuk detoksifikasi gas atau proses pengeluaran racun yang berupa radikal bebas dan gas merkuri melalui kulit (Ikawati, Yuni.2008). Menurut Hipotesis Gretha, dengan adanya merkuri didalam tubuh ternyata dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker, autisme dan cerebral palsy, dengan menggunakan metode balur ini dapat mengurangi radikal bebas atau logam berat pada tubuh penderita.

Pada saat proses pembaluran, meja tembaga yang digunakan harus digroundingkan, meja tersebut digroundingkan karena diindikasikan adanya ion positif (+) yang dibumikan. Penelitian kali ini dilakukan yaitu untuk mengetahui seberapa besar arus grounding yang ditimbulkan dari proses pembaluran. Dari data arus grounding tersebut pula maka dapat diketahui pada step atau langkah manakah yang dapat menghasilkan arus terbesar.

Penelitian ini pun bertujuan untuk mengetahui nilai serta sifat konduktivitas hasil limbah balur. Dengan adanya nilai arus grounding yang dihasilkan akan dikorelasikan dengan nilai konduktivitasnya. Dari hasil tersebut maka akan

dikorelasikan pula dengan kandungan logam yang telah diteliti sebelumnya.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut yang pertama yaitu apakah dengan step atau langkah yang berbeda-beda pada setiap proses pembaluran akan mempengaruhi besar perubahan arus grounding yang akan diukur, rumusan yang kedua yaitu seberapa besar nilai konduktivitas yang dihasilkan dari limbah hasil pembaluran dan rumusan masalah yang terakhir yaitu apakah dengan adanya perubahan nilai konduktivitas berpengaruh terhadap besarnya arus grounding.

1.3. Batasan Masalah

Penelitian ini hanya sebatas mengetahui proses perubahan arus grounding pada proses pembaluran dan mengetahui nilai konduktivitas dari limbah hasil proses pembaluran serta arus grounding tidak diukur secara langsung, yang diukur adalah tegangan pada resistor yang dilewati arus grounding, kemudian tegangan hanya diukur dengan menggunakan voltmeter dengan kemampuan ukur minimal 0,0001 volt.

1.4. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pada langkah (step) manakah yang menimbulkan arus lebih besar dalam setiap proses pembaluran, Tujuan kedua yaitu mengukur besarnya nilai konduktivitas dari limbah hasil pembaluran, dan untuk tujuan yang ketiga yaitu mengetahui pengaruh perubahan besarnya nilai konduktivitas berpengaruh terhadap arus grounding.

1.5 Manfaat

Sebagai suatu penelitian di bidang kesehatan, hasil kajiannya diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut yaitu untuk menambah pengetahuan tentang metode pembaluran kemudian dapat pula untuk menambah pengetahuan untuk menentukan sifat bahan dari limbah balur, dan juga dapat digunakan sebagai sarana wacana penelitian selanjutnya.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Grounding (Pentanahan)

Dalam kehidupan sehari-hari, dengan majunya teknologi saat ini banyak sekali peralatan elektronik yang menggunakan energi listrik. Oleh sebab itu kita selalu berkaitan dan tidak lepas dari penggunaan listrik. Didalam sistem kelistrikan di kenal pula suatu sistem yang dinamakan sistem grounding. Pengertian dasar dari istilah grounding adalah suatu metoda untuk meneruskan energi listrik yang berlebihan dengan aman ke bumi (Melsa Buletin, 2008) atau dapat juga diartikan sebagai suatu penerusan potensial listrik dari suatu konduktor atau suatu penghantar listrik menuju ke bumi. Jadi dapat disimpulkan bahwa semua yang berhubungan dengan kelistrikan, sebaiknya dilengkapi dengan sistem grounding. Sistem grounding ini memiliki implikasi atau tujuan untuk menjadikan lingkungan lebih aman dari sumber tegangan atau arus listrik yang berlebihan yang dapat membahayakan manusia (http://en.wikipedia.org/wiki/Earthing_system).

Pemasangan peralatan listrik dan grounding harus dilakukan dengan cermat. Kesalahan dalam pemasangan peralatan listrik dan grounding dapat menyebabkan beberapa masalah, antara lain : dapat terjadinya hubungan pendek arus listrik pada salah satu perangkat elektronik, masuknya noise ke dalam peralatan yang akhirnya dapat menyebabkan kerusakan pada alat elektronik. Noise juga berpotensi masuk ke dalam sistem yang memungkinkan terganggunya data-data. Data-data yang dimaksudkan yaitu data-data yang ada pada komputer (Lintasarta, 2008).

Sistem grounding yang baik dapat dilakukan dengan cara menggunakan hambatan listrik yang rendah, menggunakan bahan yang tidak mudah korosi, dan dapat menghantarkan arus yang besar. (<http://sound.westhost.com/earthing.htm>).

2.1.1. Metode Untuk Mengurangi Resistansi Ground

Hasil uji grounding mengindikasikan bahwa hambatan grounding dapat mempengaruhi tingkat keamanan, untuk itu perlu dilakukan beberapa hal agar hambatan ground dapat diminimalisir (Anonymous₁, 2001). Cara pertama yaitu penambahan batang ground. Cara ini sangat mudah untuk mengurangi hambatan. Misalnya, 2 batang elektroda ditempatkan dan dihubungkan secara paralel, sehingga hambatan yang dikombinasi secara paralel tersebut memiliki nilai hambatan sebesar 60%. Sedangkan untuk 3 batang ground memiliki nilai hambatan sebesar 40%. Cara yang kedua yaitu memperpanjang batang elektroda. Penggunaan batang ground yang lebih panjang dapat memperkecil hambatan dengan tanah. Hal ini dapat terjadi dikarenakan hambatan pada tanah biasanya berkurang dengan bertambahnya kedalaman. Cara ketiga menggunakan batang elektroda khusus, yang terbuat dari tembaga. Cara yang keempat pengukuran elektroda, metode yang digunakan yaitu untuk mengukur tanah disekitar batang elektroda. Bahan yang digunakan pada pengukuran dalam metode ini adalah bentonite dan tanah liat, menggunakan bentonite dan tanah liat karena bahan tersebut secara alami bekerja lebih baik dalam pengukuran elektroda disekitar tanah yang akan dipasang ground, kecuali dalam lingkungan yang sangat kering. Adapun hambatan jenis tanah pada daerah kedalaman tertentu, tergantung dari beberapa faktor yaitu : jenis tanah, lapisan tanah, kelembaban tanah, dan temperatur. Hambatan jenis tanah (ρ) merupakan suatu perbandingan antara hambatan dan kapasitansi disekeliling tanah, dapat dirumuskan seperti pada persamaan (2.1) sebagai berikut:

$$R = \frac{\rho}{4\pi C} \quad (2.1)$$

Cara yang kelima yaitu dengan menggunakan kombinasi metode AC dan DC Voltmeter-Ammeter (Tipler, 2001).

2.1.2 Grounding Dalam Bidang Medis

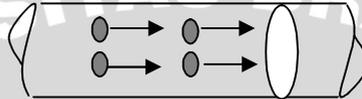
Hambatan pada tubuh manusia berkisar diantara 500Ω sampai 100.000Ω tergantung dari potensial listrik dalam tubuh, keadaan kulit dan jalannya arus dalam tubuh. Kulit yang terdiri dari lapisan tanduk mempunyai hambatan yang besar, sehingga apabila terkena tegangan yang besar maka kulit dapat langsung terbakar. Oleh sebab itu, hanya hambatan pada tubuh yang dapat membatasi arus listrik dalam tubuh (Hutahuruk, 1986).

Menurut Oschman, arus grounding dapat dengan mudah ditransfer ke tubuh karena tubuh manusia sebagian besar terdiri dari air dan mineral dan arus grounding meneruskan muatan listrik yang berlebihan ke bumi. Sehingga ketika kontak langsung dengan permukaan bumi, elektron bebas dapat dengan mudah ditransfer ke tubuh manusia (Oschman, J.L, 2006).

Ketika tubuh kita menyentuh kabel listrik, arus dalam tubuh dapat bergantian hidup dan mati dalam 6 detik, yang dapat menciptakan osilasi dari elektron dalam tubuh kita. Dengan adanya grounding tegangan otot dan sistem saraf otonom dapat dinormalisasi. Grounding yang menghasilkan elektron bebas, ketika secara tidak langsung berhubungan dengan tubuh maka dapat terjadi keseimbangan frekuensi secara alami dari bumi (Oschman, J.L, 2006). Ketika tubuh kita di insulasi dari bumi, maka sistem biolistrik pada tubuh akan menjadi tidak normal. Tanpa adanya hubungan langsung dengan bumi, listrik akan hilang dan menimbulkan radikal bebas, inflamasi molekul, dll (Chevalier G, et al, 2006).

2.1.3 Arus dan Gerak Muatan

Arus listrik didefinisikan sebagai laju aliran muatan listrik yang melalui suatu luasan penampang lintang persatuan waktu. Gambar 2.1 dibawah memperlihatkan suatu segmen kawat pembawa arus dimana pembawa-pembawa muatan bergerak dengan kecepatan rata-rata yang relatif kecil.



Gambar 2.1. Segmen Kawat Pembawa Arus

Jika ΔQ adalah muatan yang mengalir melalui penampang lintang A dalam waktu Δt , maka persamaan dari arus dapat dirumuskan seperti pada persamaan 2.2:

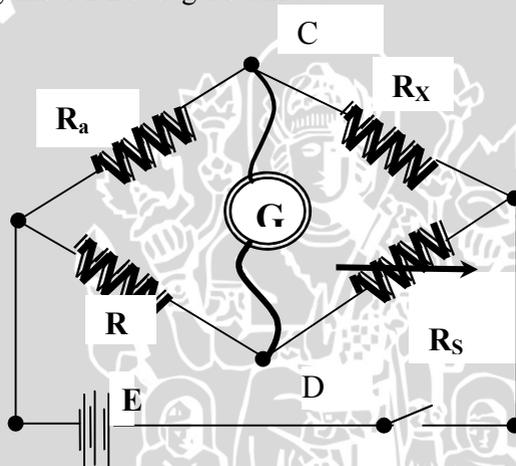
$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad (2.2)$$

Menurut konvensi dalam fisika, arah arus dianggap searah dengan aliran muatan positif. Konvensi ini telah ditetapkan sebelum diketahui bahwa elektron-elektron bebas yang muatannya negatif merupakan partikel-partikel yang bergerak dan akibatnya partikel-partikel yang bergerak tersebut menghasilkan arus pada kawat penghantar. Gerak dari elektron-elektron bermuatan negatif dalam satu arah ekuivalen dengan aliran muatan positif yang arah gerakanya berlawanan. Jadi elektron-elektron bergerak dalam arah yang berlawanan dengan arah arus. Dalam metode elektrolisis, arus dihasilkan oleh aliran ion-ion positif yang searah arus ditambah dengan aliran ion-ion negatif dan elektron-elektron yang berlawanan arah dengan arus. Pergerakan partikel-partikel negatif searah sedangkan partikel positif pada arah yang berlawanan, terhadap arus dalam arah yang sama. Hampir pada semua gerakan partikel-partikel negatif dalam

satu arah tidak dapat dibedakan dari gerak partikel-partikel positif dalam arah yang berlawanan (Tipler, 2001).

2.2 Jembatan Wheatstone

Jembatan wheatstone merupakan suatu sistem pengukuran. Jembatan wheatstone dapat dijelaskan pula sebagai sirkuit listrik yang terdiri dari empat tahanan, dan sumber tegangan, yang dihubungkan melalui dua titik diagonal, dan pada kedua titik diagonal yang lain galvanometer ditempatkan, seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.2 sebagai berikut :



Gambar 2.2 Rangkaian Jembatan Wheatstone

Keterangan Gambar :

S: Saklar penghubung

G:Galvanometer

E: Sumber tegangan

Rs:Hambatan geser

Ra dan Rb:Hambatan yang sudah di ketahui nilainya.

Rx: Hambatan yang akan di tentukan nilainya.

Metode jembatan Wheatstone dapat di gunakan untuk mengukur hambatan listrik. Cara ini tidak memerlukan alat ukur voltmeter dan amperemeter,cukup satu

galvanometer untuk melihat apakah ada arus listrik yang melalui suatu rangkaian.

Saat saklar S di tutup, maka arus akan melewati rangkaian. Jika jarum galvanometer menyimpang artinya ada arus yang melewatinya, yaitu antara titik C dan D ada beda potensial. Dengan mengatur besarnya R_a dan R_b juga hambatan geser R_s maka akan didapat bahwa galvanometer G tak teraliri arus, artinya tak ada beda potensial antara titik C dan D. Dengan demikian akan berlaku persamaan :

$$R_x = \frac{R_a}{R_b} R_s \quad (2.3)$$

$$R_x = \frac{L_2}{L_1} R_a \quad (2.4)$$

(Serway, 1989).

2.3 Konduktivitas Listrik

Konduktivitas listrik sering digunakan untuk memberikan spesifikasi kelistrikan suatu bahan. Konduktivitas listrik merupakan kebalikan dari resistivitas, pada konduktivitas menunjukkan kemampuan bahan dalam menghantarkan arus listrik (Collister, 1985).

Menurut konsep konduktivitas, sifat suatu bahan terbagi menjadi 3 bagian yaitu : konduktor, isolator, dan semikonduktor. Perbedaan ketiga bahan tersebut terletak pada elektron atom-atom beberapa zat pada lapisan terluar yang tidak begitu terikat pada inti atomnya. Adapun susunan atom-atom dalam bahan konduktor yaitu elektron-elektronnya seperti "muatan bebas" yang relatif mudah berpindah didalam bahannya (Simandjutak, 1995). Sedangkan pada bahan dielektrik atau isolator, elektron-elektronnya sangat terikat pada inti atomnya, jadi relatif tidak dapat berpindah dalam bahan. Jika ada medan listrik yang bekerja pada elektronnya, maka hanya sedikit terjadi polarisasi muatan (Simandjutak, 1995).

Menurut Gokilito, yang membedakan sifat bahan apakah konduktor, isolator atau semikonduktor adalah energi gap (Eg). Satuan energi gap ini adalah elektron volt (eV). Energi gap adalah energi yang diperlukan oleh elektron untuk memecahkan ikatan kovalen sehingga dapat berpindah jalur dari pita valensi ke pita konduksi.

Sifat bahan, baik konduktor, isolator, maupun semikonduktor terletak pada struktur jalur atau pita energi atom-atomnya. Pita energi adalah kelompok tingkat energi elektron dalam kristal. Sifat-sifat kelistrikan sebuah kristal tergantung pada struktur pita energi dan cara elektron menempati pita energi tersebut. Pita energi dibedakan menjadi 3, yaitu:

1. pita valensi

Penyebab terbentuknya pita valensi adalah adanya ikatan atom-atom yang membangun kristal. Pada pita valensi ini elektron dapat lepas dari ikatan atomnya jika mendapat energi.

2. pita konduksi

Pita konduksi adalah tempat elektron-elektron dapat bergerak bebas karena pengaruh gaya tarik inti tidak diperhatikan lagi. Dengan demikian elektron dapat bebas menghantarkan listrik.

3. pita larangan

Pita larangan adalah pita pemisah antara pita valensi dengan pita konduksi (<http://ariefcute.blogspot.com>).

Pengujian sifat konduktor maupun isolator suatu bahan dapat diterapkan melalui prinsip Hukum Ohm. Adapun Hukum Ohm menjelaskan bahwa "Jika suatu arus listrik melalui suatu penghantar, maka kekuatan arus tersebut adalah sebanding dengan tegangan listrik yang terdapat diantara kedua ujung penghantar tadi". Dapat dirumuskan seperti pada **Persamaan 2.5** :

$$V = I.R \quad (2.5)$$

(<http://zionshinigami.wordpress.com>).

Pada dasarnya sebuah rangkaian listrik terjadi ketika sebuah penghantar mampu dialiri elektron bebas secara terus menerus. Aliran yang terus-menerus ini yang disebut dengan arus. Gerakan yang mendorong elektron agar

bisa mengalir dalam sebuah rangkaian dinamakan tegangan. Tegangan merupakan nilai dari potensial energi antara dua titik pengukuran. Potensial dua titik ini yaitu mengenai jumlah tegangan pada sebuah rangkaian, rangkaian tersebut akan ditunjukkan pada berapa besar energi potensial yang ada untuk menggerakkan elektron pada titik satu dengan titik yang lainnya. Tanpa kedua titik pengukuran istilah dari tegangan tersebut tidak ada artinya. Sedangkan untuk hambatan yaitu merupakan suatu elektron bebas yang cenderung bergerak melewati konduktor dengan adanya pergeseran atau gerak berlawanan, gerak berlawanan ini yang biasanya disebut dengan hambatan.

Persamaan 2.3 dapat digunakan apabila konduktornya berupa logam, sedangkan apabila arus (I) yang mengalir pada suatu segmen kawat sebanding dengan beda potensial (V) yang diantara kedua ujung kawat penghantar tersebut, maka dapat diformulasikan :

$$I = \frac{1}{R}V \quad (2.6)$$

Konstanta kesebandingannya ditulis $\frac{1}{R}$, dimana R merupakan tahanan konduktornya (resistansi).

Maka nilai resistansi R kawat penghantar tersebut sebanding dengan resistivitas (ρ) material kawat penghantar. Diformulasikan sebagai :

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad (2.7)$$

Keterangan :

R = hambatan bahan (Ω)

ρ = resistivitas ($\Omega \cdot m$)

L = panjang bahan (m)

A = luas (m^2)

Resistivitas (ρ) material kawat pengantar berbanding terbalik dengan konduktivitas kawat penghantar σ , sehingga :

$$\rho = \frac{1}{\sigma} \quad (2.8)$$

Dengan satuan σ adalah Ω^{-1} meter⁻¹ (Tipler, 1991).

Konduktivitas material berhubungan dengan kemampuan material untuk menghantarkan arus listrik. Konduktivitas merupakan sifat balik dari resistivitas. Maka secara matematis nilai konduktivitas dari suatu material dapat ditunjukkan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \quad (2.9)$$

dimana σ merupakan konduktivitas dan ρ merupakan resistivitas.

Apabila sampel yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk lingkaran maka rumus luasan yang dipakai yaitu luasan permukaan lingkaran sehingga persamaan konduktivitasnya menjadi :

$$\sigma = \frac{L}{\pi r^2 \nu} I \quad (2.10)$$

Pada logam, konduktivitas setara dengan konduksi elektron, dimana konduksi elektron sendiri pada logam dipengaruhi oleh rapat muatan dan pancaran elektron oleh kisi kristal. Pada semikonduktor, konduktivitas ditentukan oleh jumlah muatan pembawa (elektron/hole) dan mobilitas dari muatan pembawa tersebut. Konduktivitas juga dipengaruhi oleh temperatur. Pada semikonduktor, konduktivitas akan meningkat seiring dengan peningkatan temperatur, sedangkan pada logam sebaliknya, konduktivitas

akan menurun dengan adanya peningkatan temperatur. Sedangkan pada material semikonduktor pada temperatur 0° K material cenderung bersifat osilator (Kaufmann, 2003).

Sifat konduktivitas material juga dipengaruhi struktur fisik dari material. Dalam material kristalin tipe kristal dan orientasi juga mempengaruhi sifat konduktivitas. Ukuran dari kristal (butir) dari material polikristalin juga berpengaruh terhadap nilai konduktivitasnya karena ukuran kristal menentukan pancaran muatan pembawa (Kauffman, 2003).



Tabel 2.1 Karakteristik Umum Nilai Konduktivitas

Table 1. General Characteristics for Conductivity Measurement Methods				
Method	Favored Material Type	Favored Material Form	Estimated Measurement Range	Estimated Frequency Range
Two-point measurement	High-resistance metals	Solid bar	$10^2-10^6 \Omega$	DC AC < 500 Hz
Four-point measurement	Metals	Solid bar	$10^{-2}-10^4 \Omega$	DC AC < 300 Hz
Four-point probe	Semiconductor surface, thin metallic films	Planar solid	$10^{-1}-10^4 \Omega\text{-cm}$	DC
Van der Pauw	Semiconductor surface, thin metallic films	Planar solid	$10^{-3}-10^4 \Omega\text{-cm}$	DC
Eddy current	Metals, semiconductors, Insulators	Solid wafer, cylinder, containerized liquid	$10^{-12}-10^{13} \Omega\text{-cm}$	$10-10^6$ Hz
Relaxation	Metals, semiconductors	Solid wafer, containerized liquid	$10^{-8}-1 \Omega\text{-cm}$	$10^{-1}-10^7$ Hz
Cosida probe	Semiconductors, insulators	Flat surfaced solid, liquid	$10^{-8}-10^6 \Omega\text{-cm}$	3×10^3 to 2×10^{11} Hz
Transmission line	Semiconductors, insulators	Precisely-machined sample, containerized liquid	$10-10^6 \Omega\text{-cm}$	10^2-10^6 Hz
Free-space radiation	Metals, moderate to high loss materials	Large area, flat solid sample	$10-10^5 \Omega\text{-cm}$	10^7-10^{11} Hz
Cavity resonator	Metals, moderate to high loss materials	Machined solid sample	$10-10^5 \Omega\text{-cm}$	5×10^6 to 10^{11} Hz

(Kauffman, 2003).

2.4 Pembaluran

Metode balur adalah pengembangan dari metode kerikan, pilisan, atau baluran dengan cuka aren dicampur bawang. Balur itu bertujuan untuk detoksifikasi gas atau proses pengeluaran racun yang berupa radikal bebas dan gas merkuri melalui kulit (Ikawati, Yuni. 2007).

Prinsip dasar dari pengobatan menggunakan metode balur ini ada dua, yaitu yang pertama logam merkuri atau zat radikal dapat larut pada protein atau asam amino/ NH_2 (amida), kemudian yang kedua zat radikal mengandung muatan listrik (+).

Pada saat dilakukan pembaluran diperlukan beberapa tahapan. Adapun tahapan yang dilakukan dapat dituliskan sebagai berikut pertama-tama yaitu minum asam amino agar zat radikal terserap dan "floating", lalu pasien ditidurkan diatas lempeng logam tembaga (Cu) yang dibumikan (grounding), setelah itu kulit dibalur dengan cairan yang kuat menarik "zat radikal floating" ke luar kulit dengan cara berlawanan dengan arah jarum jam. Setelah dibalur, tubuh pasien dibaringkan di atas lempeng tembaga lalu ditutup dengan pembungkus alumunium. Tubuh pasien dibaringkan di atas lempeng tembaga dengan tujuan agar radikal bebas dalam tubuh dapat ditarik atau keluar dari tubuh. Radikal bebas dalam tubuh mengandung muatan listrik (+), karena itu setelah radikal bebas ini ditarik keluar dari tubuh maka akan menumbuk lempeng tembaga, yang kemudian muatan energinya mengalir sebagai arus listrik ke bumi yang kemudian langsung digroundingkan. Sedangkan partikel netral radikal ini akan menempel pada lempeng tembaga membentuk endapan yang membulir atau mengkristal (Ikawati, Yuni. 2007).

Setelah pasien dibalur dengan berbagai macam bahan/obat balur, tubuh pasien ditidurkan dilempeng tembaga, kemudian ditutup dengan alumunium. Alumunium yang digunakan sebagai pembungkus atau penutup pasien berfungsi untuk mempertahankan panas ke tubuh pasien sehingga merkuri dapat dikeluarkan (ditarik) lebih cepat (Anonymous, 2008).

Pada metode balur Gretha, H_g amalgam (uap) dapat dikeluarkan secara cepat. Tujuan balur pada anak autis untuk mengurangi radikal bebas yang berlebihan dan menghambat terbentuknya oxidative stress. Banyaknya jenis gas atau radikal bebas dalam tubuh diluluhkan dengan berbagai larutan peluluh. Larutan peluluh yang digunakan yaitu yang disebut sebagai bahan balur atau obat balur yang terdiri dari berbagai macam bahan. Bahan balur ini digunakan agar dapat mendetoksifikasi logam maupun radikal bebas yang ada didalam tubuh pasien (Messwati, Elok Dyah. 2007).

Menurut Hipotesa Gretha, keuntungan yang diperoleh dari metode balur ini adalah selain anak autis akan membaik, limbahnya pun dapat digunakan sebagai bahan nanomaterial (Zahar, Gretha. 2007).



Gambar 2.3 Balur di atas Lempeng Tembaga

2.4.1 Komposisi Obat-obatan dan Limbah Balur

Pada proses pembaluran, jenis-jenis obat-obatan yang digunakan ada 7 macam, yaitu AC (didiamkan selama $\pm 15 - 30$ menit), benzoat (didiamkan selama ± 5 menit), setelah itu Fermipan (didiamkan selama ± 5 menit), bahan/obat Fermipan terdiri dari fermipan + air kelapa, air brambang/air bawang merah (didiamkan selama ± 5 menit), , HU panas terdiri dari huggen / urea + glukosa + air panas mendidih dan dimasak hingga mendidih, kemudian kopi

(didiamkan selama \pm 5 menit), kopi ini terdiri dari kopi 1 (nescafe + acetosal) untuk malam hari, kopi 3 (nescafe + glicin + taurin + prolin) untuk pagi hari (sambil dijemur), kemudian obat yang terakhir yaitu nano (didiamkan selama \pm 5 menit), nano terdiri dari asap rokok+asam amino dan abu.

Adapun penggunaan dari obat-obatan tersebut tidak boleh dilakukan secara acak, akan tetapi harus digunakan secara berurutan. Hal ini disebabkan karena masing – masing obat balur tersebut memiliki manfaat serta kegunaan yang berbeda-beda. Manfaat dari masing-masing obat balur tersebut, yaitu AC berfungsi untuk menurunkan panas dan menangkap logam berat (merkuri), benzoat berfungsi untuk mengeringkan luka (lebih bagus untuk membalur anak yang memiliki penyakit asma), fermipan berfungsi sebagai kecantikan (membuang lemak), air brambang berfungsi untuk mengeluarkan racun dari tubuh pasien, HU panas berfungsi untuk menangkap logam berat (merkuri) lebih cepat, kopi 1 berfungsi untuk menghilangkan bau dan untuk menghilangkan rasa sakit sedangkan untuk kopi 3 berfungsi untuk menangkap logam berat (merkuri) lebih cepat, dan nano berfungsi untuk membuka pori-pori dan mengeluarkan radikal bebas.
(Dani, 2008).



BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Biofisika dan Laboratorium Mikroskopi dan Spektrokopi Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang, dimulai pada bulan November hingga Desember 2008.

3.2 Alat dan Bahan

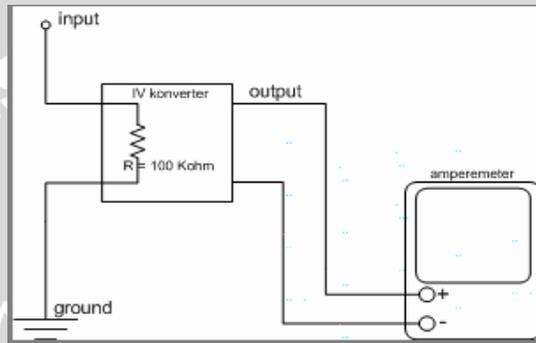
Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini, antara lain multimeter digital tipe ABB metrawatt dengan spec V DC dan AC; V_{maximum} 650 volt dengan 3 digit; V_{minimum} 0,1 mV dengan 3 digit untuk A arus DC dan AC; I_{maximum} 10 A dengan 3 digit; I_{minimum} 0,001 A dengan 3 digit sedangkan untuk hambatannya yaitu R_{maximum} 20M Ω dan R_{minimum} 1 Ω , penguatan arus dengan rangkaian I-V converter menggunakan resistor 100 k Ω dan 11 M Ω , kabel, PCB, timah, cawan petri, gelas ukur, pipet, cawan penumbuk, mortar (ulekan), kertas saring, sarung tangan, elektroda emas, power supply, penggaris, alat penguji konduktivitas yaitu dengan Jembatan Wheatstone. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bahan obat-obatan digunakan dalam proses pembaluran, limbah hasil proses pembaluran pasien, aquades, alkohol 70%, EDTA.

3.3 Persiapan Alat

Sebelum mengambil limbah dari hasil proses pembaluran, akan dilakukan pengukuran arus grounding yang keluar pada saat pasien dibalur. Pada proses pengukuran arus ini digunakan alat yaitu multimeter digital (voltmeter), yang akan diberikan penguatan I-V converter dengan menggunakan resistor 100 k Ω sebanyak 1 buah agar arus yang keluar dari tubuh pasien dapat terbaca oleh alat multimeter digital (voltmeter). Penggunaan penguatan arus disebabkan karena arus yang keluar dari tubuh pasien pada

saat proses pembaluran sangat kecil. Menggunakan I-V converter karena yang akan diukur yaitu arus, kemudian keluarannya berupa tegangan.

Kemudian arus yang dihasilkan akan dihitung dengan menggunakan Hukum Ohm sesuai dengan persamaan (2.4).



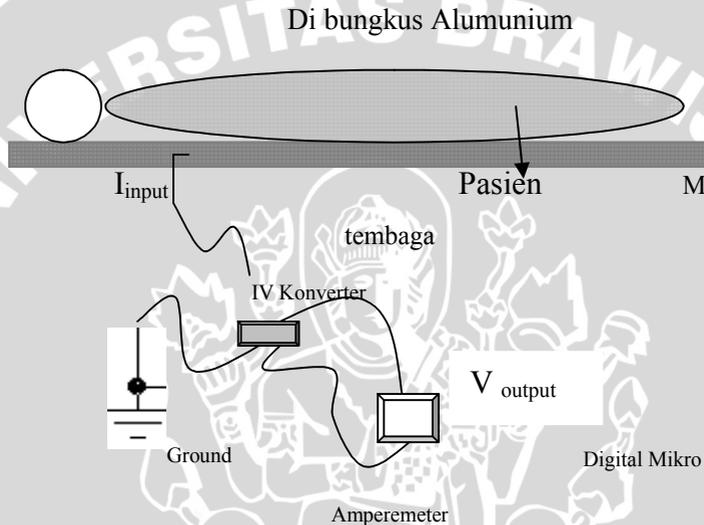
Gambar 3.1 Rangkaian I-V Converter

3.3.1 Penyusunan Alat

Langkah awal yang dilakukan dalam penyusunan alat yaitu multimeter digital yang digunakan voltmeternya dan juga telah diberi rangkaian penguat arus I-V converter dengan resistor $100\text{ k}\Omega$ disusun seperti Gambar 3.1 kemudian disambungkan yang bagian positif (+) menuju meja tembaga dan bagian negative (-) menuju ke grounding, sehingga nantinya akan terbaca arus yang keluar dari proses pembaluran tersebut akan tetapi keluarannya berupa tegangan.

Perhitungan arus ini dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali pengukuran, agar data yang dihasilkan dapat lebih valid. Pengulangan 5 kali pengukuran dilakukan pada setiap bahan atau komposisi balur yang berbeda-beda. Pada proses pembaluran ini ada 7 tahapan. Jadi pada masing-masing tahapan dilakukan pengulangan sebanyak 5 kali, sehingga data yang didapat sebanyak 35 pengukuran. Pengulangan pengukuran dilakukan perubahan dalam waktu

30 detik, jadi dimulai pada detik ke 0 sampai detik ke 150. Maka didapat data perulangan sebanyak 5 kali pengukuran. Setelah dilakukan perulangan sebanyak 5 kali maka keluarannya masih berupa tegangan (V), oleh sebab itu harus diubah terlebih dahulu menjadi arus (I) dengan menggunakan Hukum Ohm. Untuk lebih jelas maka dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.2 Proses Pengambilan Data Arus Grounding

3.3.2 Persiapan Sampel

Penelitian ini dilakukan dengan mendeteksi limbah hasil proses pembaluran, yang akan diteliti yaitu limbah yang berbentuk padat dan limbah cair. Penelitian yang menggunakan limbah hasil proses pembaluran yang berbentuk padat dan limbah cair harus melalui beberapa tahapan terlebih dulu.

Pertama-tama disiapkan cawan petri yang telah dibersihkan dengan aquades, EDTA dan alkohol 70%. Kemudian limbah hasil proses pembaluran yang masih berbentuk cair, sebelum diletakkan di dalam cawan petri

diberi perlakuan sebagai berikut : limbah pada masing-masing tahapan tersebut disaring dengan menggunakan kertas saring, kemudian diukur dengan gelas ukur sebanyak 20 ml kemudian setelah itu limbah masing-masing tahapan yang sudah disaring diletakkan kedalam cawan petri, didiamkan selama 3 hari sampai limbah cair tadi berubah bentuk menjadi kristal dengan suhu 18°C. Setelah limbah cair tadi mengkristal, maka limbah tersebut kemudian diambil dan diletakkan di cawan penumbuk untuk ditumbuk hingga halus. Setelah limbah tersebut dihaluskan kemudian dipadatkan, lalu dicetak dengan cetakan berbentuk lingkaran.

Sedangkan untuk limbah yang berbentuk cair dilakukan perlakuan yang sama yaitu diukur dengan gelas ukur sebanyak 20 ml kemudian setelah itu limbah masing-masing tahapan yang sudah disaring diletakkan kedalam cawan petri dan didiamkan apa adanya sehingga berbentuk seperti gel. Setelah itu limbah yang berbentuk seperti gel tersebut dimasukkan ke dalam pipa atau selang.

3.3.3 Persiapan Alat Uji Konduktivitas

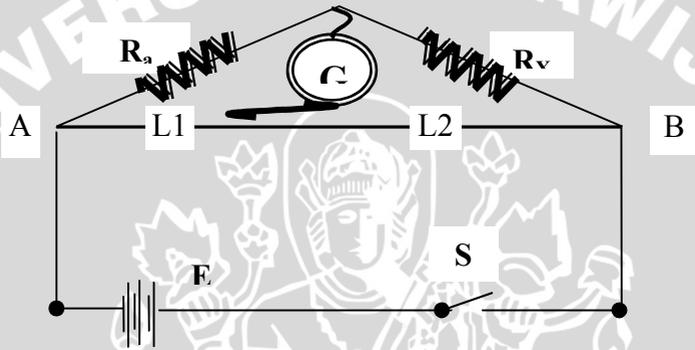
Dalam pengujian konduktivitas ini, pertama-tama disiapkan lempeng elektroda yang terbuat dari PCB berukuran sesuai dengan sampel yaitu berbentuk lingkaran dengan diameter 1,3 cm. Kemudian setelah PCB siap, kawat email yang telah tersedia disambungkan ke PCB yang telah disiapkan dengan cara di solder. Setelah itu, agar permukaan PCB rata maka di amplas terlebih dahulu. Pengamplasan dilakukan yaitu dengan membuat pegangan yang berbentuk bulat sesuai dengan ukuran sampel, hal tersebut bertujuan agar PCB yang telah disorder memiliki permukaan yang benar-benar rata.

Permukaan PCB yang telah rata tersebut dilapisi emas, hal ini dilakukan karena emas merupakan pengantar konduktor yang baik. Alat inilah yang nantinya disebut dengan lempeng elektroda untuk menguji sifat konduktivitas dari sampel.

Limbah balur yang tidak dapat benar-benar mengkristal dipersiapkan cara yang berbeda yaitu limbah

balur tersebut di masukkan kedalam pipa kecil atau sering disebut juga selang. Pada limbah balur yang dapat mengkristal menggunakan lempeng elektroda yang berebentuk lingkaran sedangkan untuk limbah ini menggunakan kawat email yang kedua ujungnya telah dilapisi emas.

Persiapan selanjutnya yaitu alat-alat yang telah disiapkan dirangkai sesuai dengan gambar di bawah ini :



Gambar 3.3 Rangkaian Jembatan Wheatstone menggunakan kontak geser di atas kawat penghantar

Kawat penghantar yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu sepanjang 50 cm. Penggunaan galvanometer diganti dengan multimeter ampere, hal ini dikarenakan keterbatasan alat galvanometer yang terdapat dilaboratorium. R_a merupakan besarnya hambatan yang telah diketahui besarnya, pada penelitian ini digunakan hambatan sebesar $11\text{M}\Omega$, R_x merupakan nilai hambatan sampel limbah balur yang akan diukur besarnya.

Pada kawat penghantar AB di berikan suatu kontak geser yang berasal dari ujung multimeter. Gunanya untuk mengatur agar tercapai pengukuran panjang L_1 dan L_2 yang akan menghasilkan arus di multimeter sama dengan nol. Setelah nilai L_1 dan L_2 didapatkan maka dapat diketahui nilai R_s atau nilai hambatan sampel tersebut

3.3.4 Karakterisasi Sampel

Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu pengukuran sifat konduktivitas bahan (sampel), hal ini didapatkan dengan melakukan pengukuran hambatan terlebih dahulu, dilakukan berdasarkan pengukuran hambatan sampel dengan teori pengukuran jembatan wheatstone menggunakan persamaan 2.4. Dari nilai hambatan, akan diketahui nilai resistivitas yang merupakan karakteristik bahan dengan memasukkan nilai hambatan pada Persamaan 2.7, sampel yang digunakan pada penelitian ini yaitu sampel yang berbentuk lingkaran sehingga rumus luasan yang dipakai yaitu luasan permukaan lingkaran.

Limbah balur yang telah mengkristal tersebut dikeringkan lagi hingga benar-benar kering, kemudian setelah benar-benar kering limbah tersebut di tumbuk halus dengan menggunakan mortar. Limbah yang telah ditumuk halus kemudian dicetak pelet berbentuk lingkaran di Jurusan Kimia Laboratorium Instrumen sedangkan untuk limbah yang tidak dapat benar-benar mengkristal perlakuannya yaitu dimasukkan ke dalam pipa kecil atau selang dengan ukuran 2,5 cm dengan diameter 0,5 cm.

3.3.5 Mengukur Nilai hambatan Sampel

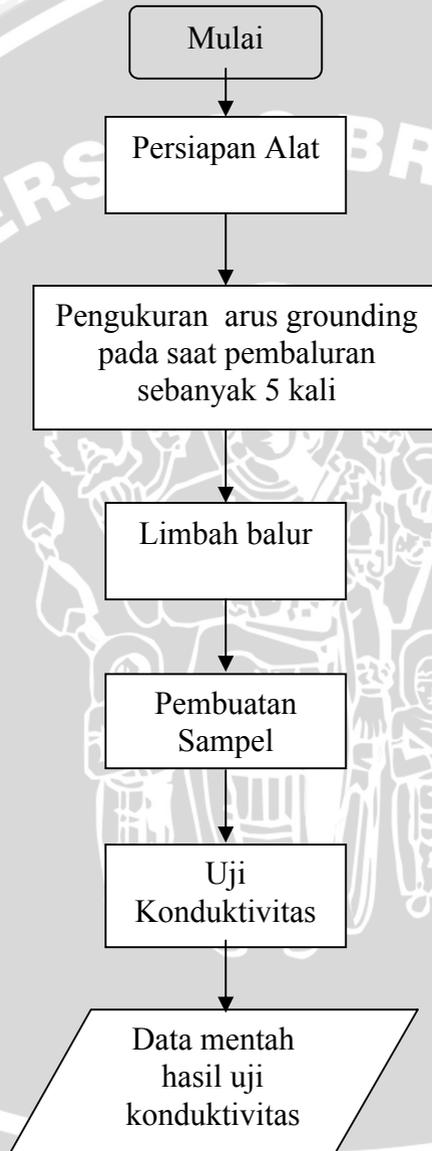
Sampel yang telah dikristalkan dan dibentuk menjadi pellet akan diukur hambatannya terlebih dahulu dengan demikian maka dapat dihitung resistivitas dan konduktivitas sampel tersebut. Pengukuran dilakukan dengan prinsip pengukuran jembatan wheatstone, dimana rangkaiannya sesuai dengan **gambar 3.2**. Pengukuran tersebut dilakukan perulangan sebanyak 10 kali pada masing-masing sampel. Dari pengukuran tersebut didapatkan data L1 dan L2.

Kemudian data tersebut dihitung sesuai dengan persamaan 2.4, setelah dihitung maka didapat data hambatan (R) untuk masing-masing sampel.

Kemudian dari data hambatan (R) tersebut dapat dihitung nilai resistivitas bahannya sesuai dengan persamaan 2.7.

Setelah nilai resistivitas dihitung maka nilai konduktivitas pun dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.9.

3.4 Alur Penelitian



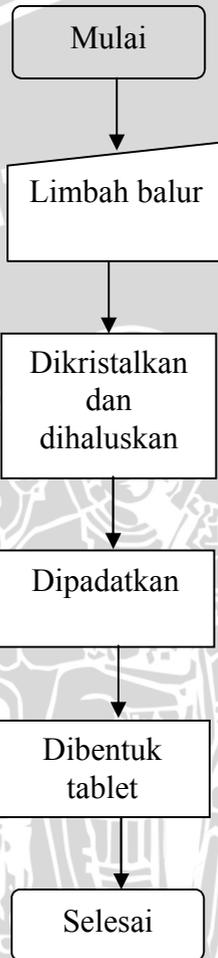
Analisa Data

Kesimpulan

Selesai



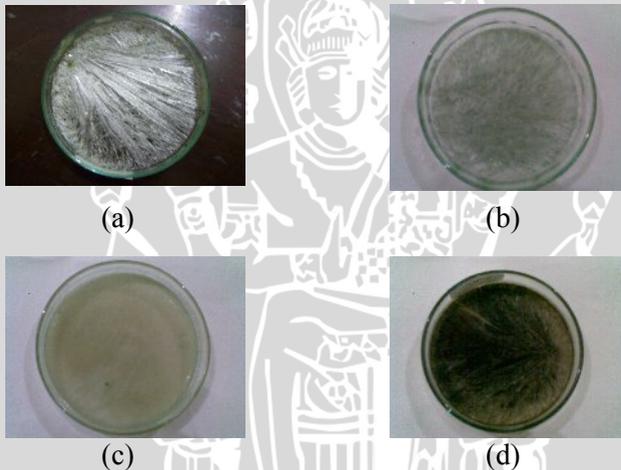
3.5 Prosedur Persiapan



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengeringan Limbah Balur

Pengeringan limbah balur ini bertujuan untuk mengkristalkan limbah balur. Hasil pengeringan sampel dapat dikelompokkan menjadi empat, yaitu (1) dapat mengkristal dan benar-benar kering, (2) dapat mengkristal namun tidak benar-benar kering, (3) hanya mengendap dan dapat benar-benar kering, (4) hanya mengendap dan tidak benar-benar kering. Hasil pengeringan sampel tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.1.



Gambar 4.1 Contoh gambar hasil pengeringan sampel
(a) Dapat mengkristal dan benar-benar kering,
(b) Dapat mengkristal namun tidak benar-benar kering,
(c) Hanya mengendap dan dapat benar-benar kering,
(d) Hanya mengendap dan tidak benar-benar kering.

Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengeringan Sampel

No.	Hasil Pengeringan Sampel	Jenis Sampel	
		Limbah Pembaluran I	Limbah Pembaluran III
1	Dapat mengkristal dan benar-benar kering	- HU panas - Kopi - Nano (asap rokok+asam amino)	- HU Panas - Kopi - Nano (asap rokok+asam amino)
2	Dapat mengkristal namun tidak benar-benar kering	(tidak ada)	(tidak ada)
3	Hanya mengendap dan dapat benar-benar kering	- AC - BQ	- AC - BQ
4	Hanya mengendap dan tidak benar-benar kering	- Fermipan - Air brambang	- Fermipan - Air brambang

Berdasarkan data hasil **Tabel 4.1**, dapat disimpulkan bahwa Hu panas, kopi dan nano merupakan jenis sampel limbah balur yang dapat mengkristal dan benar-benar kering. Air brambang dan fermipan merupakan jenis sampel yang ketika dikeringkan hanya mengendap dan tidak dapat benar-benar kering. Sedangkan untuk AC dan BQ merupakan jenis sampel yang ketika dikeringkan hanya mengendap dan dapat benar-benar kering.

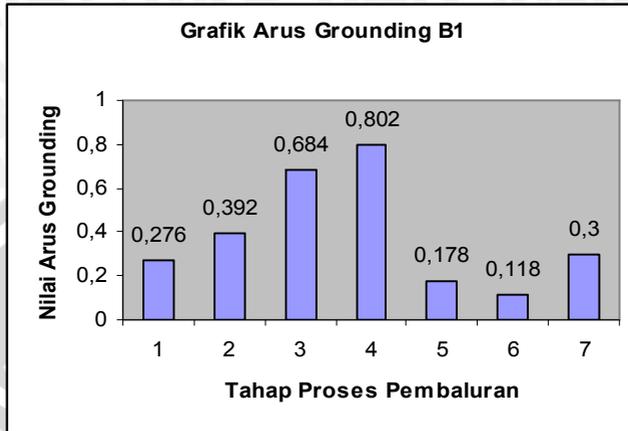
4.2 Analisis Hasil Limbah Balur Hubungannya dengan Arus Grounding

4.2.1 Hasil Pengukuran Arus Grounding Hubungannya dengan Limbah Balur

Obat balur yang jenisnya berbeda-beda berpengaruh terhadap hasil pengukuran arus grounding. Data arus grounding yang diukur pada pembaluran ini hanya diambil pada pembaluran 1 dan pembaluran 3 saja. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan perubahan arus yang dihasilkan.

Metode pengukuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode sistem I-V converter. Pada rangkaian I-V konverter ini ditambahkan resistor 100 k Ω yang akan disambungkan ke multimeter digital, setelah itu rangkaian tersebut dipasang di bawah meja grounding pembaluran. Adapun rangkaian tersebut dapat dilihat pada **Gambar 3.1**. Data arus grounding yang dihasilkan merupakan konversi dari tegangan (V) menjadi arus (I) dengan menggunakan Hukum Ohm sesuai dengan **Persamaan 2.5**.

Dari hasil arus grounding pada pembaluran 1 yang diukur dapat dilihat pada **Gambar 4.2** dibawah ini :



Gambar 4.2 Grafik Arus Grounding pada Pembaluran 1

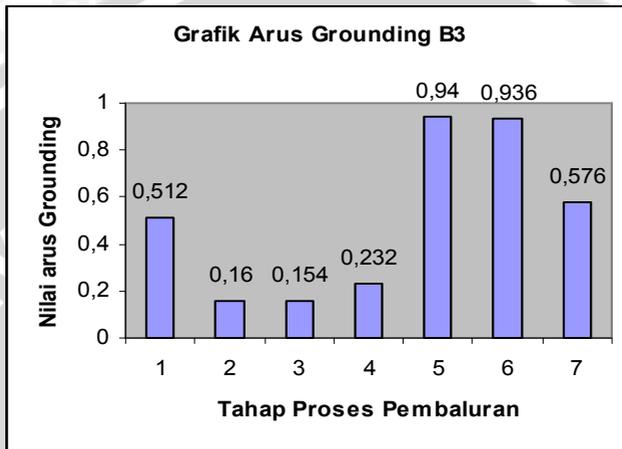
Angka pada sumbu x merupakan tahapan dari proses pembaluran. Keterangan sebagai berikut :

Tabel 4.2 Tabel Tahapan dari Proses Pembaluran

Tahap Balur	Obat yang digunakan
1	AC (Acetosal)
2	BQ (Benzoquinon)
3	Fermipan
4	Air Brambang
5	Hu panas
6	Kopi
7	Nano

Dari **Gambar 4.2** diatas terlihat bahwa arus grounding pada B1AC sebesar 0,276 ampere, arus grounding B1BQ sebesar 0,392 ampere, arus grounding B1Fermipan sebesar 0,683 ampere, arus grounding B1 Air brambang sebesar 0,802 ampere, arus grounding B1 HU panas sebesar 0,178 ampere, arus grounding B1 kopi sebesar 0,118 ampere, arus grounding B1 Nano sebesar 0,3 ampere. Dari **Gambar 4.2** pada pembaluran 1 tersebut, arus grounding terbesar yaitu pada B1 Air brambang.

Sedangkan untuk data hasil arus grounding pada pembaluran 3 dapat dilihat pada **Gambar 4.3** sebagai berikut:



Gambar 4.3 Grafik Arus Grounding pada Pembaluran 3

Keterangan **Gambar 4.3** sama dengan **Tabel 4.2**. Dari **Gambar 4.3** diatas dapat dilihat besar arus grounding untuk B3 AC adalah 0,512 ampere, B3 BQ adalah 0,16 ampere, B3 Fermipan adalah 0,154 ampere, B3 Air brambang adalah 0,232 ampere, B3 HU panas adalah 0,94 ampere, B3 Kopi adalah 0,936 ampere, B3 Nano adalah 0,576 ampere. Sesuai dengan data, B3 Hu panas merupakan jenis sampel yang menghasilkan arus grounding terbesar.

Pengambilan data arus grounding dilakukan pada balur 1 dan balur 3 bertujuan untuk melihat perubahan arus grounding pada balur 1 dan balur 3. Menurut hipotesis Greta, proses pembaluran yang dilakukan bertahap maka akan mengurangi adanya ion + didalam tubuh pasien. Dari hipotesis tersebut maka dilakukan pengambilan data arus grounding pada balur 1 dan balur 3. Dari data yang dihasilkan jika digambarkan melalui pendekatan statistik dengan grafik batang maka dapat dilihat pada **Gambar 4.2** dan **Gambar 4.3**. Pada **Gambar 4.2** terlihat bahwa arus terbesar terjadi pada limbah balur 1 air brambang, sedangkan pada balur 3 arus terbesar terjadi pada HU panas. Adanya

perbedaan arus antara balur 1 dan balur 3 dapat disebabkan oleh adanya kandungan obat yang berbeda-beda. Apabila dilihat secara keseluruhan nilai arus grounding pada balur 3 lebih besar dibandingkan dengan arus grounding pada limbah balur 1.

Hal ini menunjukkan bahwa hipotesis tersebut belum bisa sepenuhnya dikatakan benar. Perbedaan besarnya arus tersebut dapat disebabkan oleh berbagai macam faktor, faktor yang pertama yaitu pada saat pengukuran arus grounding dapat terjadi pula bahwa mungkin tidak hanya ion positif (+) saja yang keluar lewat tubuh pasien, tetapi bisa juga ion negatif (-) bahkan elektron.

Berdasarkan hasil penelitian mengenai kandungan logam dari limbah balur, dengan menggunakan XRF (X-Rays Fluoresensi) diketahui bahwa limbah tersebut memiliki kandungan logam K, Ca, Fe, Ni, Cu, P (Mizza, Lailif, 2008). Logam K, Ca, Fe, Ni, Cu dan P memiliki ionisasi positif (+). Masing-masing unsur K, Ca, P, Ni, Fe, dan Cu memiliki muatan elektron. Saat senyawa dalam unsur sudah tidak dapat menampung lebih banyak elektron maka elektron akan terakumulasi menjadi satu di meja tembaga sehingga terjadi beda potensial antara meja tembaga dengan ground. Elektron mengalir dari muatan positif (+) ke muatan negatif (-). Akibatnya terjadi mobilitas elektron atau aliran muatan dari meja tembaga ke ground dan timbullah arus.

Faktor yang kedua dapat disebabkan adanya perubahan fisiologis dari tubuh pasien itu sendiri misalnya pasien yang berkeringat, keringat yang bercampur dengan limbah balur dapat berpengaruh terhadap besarnya perubahan arus grounding.

Keringat adalah sekresi aktif dari kelenjar keringat di bawah pengendalian saraf simpatis. Keringat terutama berisi larutan garam dengan konsentrasi kira-kira 1/3 dari yang ada dalam plasma. Kandungan utama dalam keringat adalah sodium klorida (bahan utama garam dapur) selain bahan lain (yang mengeluarkan aroma) seperti 2-metilfenol (*o*-kresol) dan 4-metilfenol (*p*-kresol) (Pearce, Evelyn, 2002).

4.2.2 Hasil Uji Konduktivitas dari Hasil Limbah Pembaluran

Uji konduktivitas dari hasil limbah pembaluran ini dilakukan dengan menggunakan metode pengukuran jembatan wheatstone. Limbah balur yang dapat mengkristal adalah HU panas, kopi dan nano. Limbah tersebut dibentuk seperti pelet (lingkaran) dengan tekanan 100 kN, diameter $1,3 \times 10^{-2}$ m serta tebal $0,10 \times 10^{-3}$ m. Sedangkan untuk limbah yang tidak dapat mengkristal perlakuannya yaitu dengan menggunakan pipa (selang kecil). Limbah tersebut dimasukkan kedalam pipa dengan gaya tekan 200 gram, dengan panjang $2,5 \times 10^{-2}$ m dan dengan diameter $0,30 \times 10^{-3}$ m. Dari nilai hambatan R_s tersebut maka dapat dihitung pula nilai dari resistivitas dari sampel, nilai resistivitas dapat dihitung dengan menggunakan **Persamaan 2.5**, setelah nilai dari resistivitas bahan didapatkan maka nilai konduktivitas dapat dihitung dengan menggunakan **Persamaan 2.6**.

Jika dilihat pada **Tabel 4.3** dan **Tabel 4.4** maka diketahui nilai hambatan sampel B1AC sebesar $22,537 \times 10^6 \Omega$, B1BQ sebesar $34,529 \times 10^6 \Omega$, B1Fermipan sebesar $29,441 \times 10^6 \Omega$, B1 Air brambang sebesar $19,914 \times 10^6 \Omega$, B1 HU panas sebesar $29,058 \times 10^6 \Omega$, B1kopi sebesar $52,768 \times 10^6 \Omega$ dan B1nano sebesar $80,362 \times 10^6 \Omega$. Dari nilai-nilai hambatan pada sampel tersebut, maka nilai hambatan terbesar yaitu pada B1 nano. Nilai hambatan pada pembaluran 3 yaitu B3AC sebesar $12,013 \times 10^6 \Omega$, B3BQ sebesar $313,824 \times 10^6 \Omega$, B3fermipan sebesar $85,491 \times 10^6 \Omega$, B3 air brambang sebesar $34,833 \times 10^6 \Omega$, B3 HU panas sebesar $131,857 \times 10^6 \Omega$, B3 kopi sebesar $34,455 \times 10^6 \Omega$, dan B3 nano sebesar $45,237 \times 10^6 \Omega$. Pada pembaluran 3 ini nilai hambatan terbesar yaitu pada B3 BQ. Setelah nilai R_s didapatkan, maka dapat dihitung pula resistivitas dari sampel limbah balur tersebut dengan menggunakan **Persamaan 2.7**. kemudian nilai konduktivitasnya pun dapat dihitung dengan menggunakan **Persamaan 2.9**.

Dari hasil perhitungan nilai konduktivitas dengan menggunakan **Persamaan 2.9** maka didapatkan data sesuai dengan **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3 Tabel Nilai Konduktivitas (σ)

Limbah Balur	Nilai Konduktivitas	Limbah Balur	Nilai Konduktivitas
B1 AC	$(1,166\pm 6,4)\times 10^{-9}$ 1/ohm.cm	B3 AC	$(2,1872\pm 2,38)\times 10^{-9}$ 1/ohm.cm
B1 BQ	$(7,61\pm 3,03)\times 10^{-10}$ 1/ohm.cm	B3 BQ	$(8,37\pm 0,5110)\times 10^{-11}$ 1/ohm.cm
B1 Fermipan	$(8,924\pm 4,11)\times 10^{-10}$ 1/ohm.cm	B3 Fermipan	$(3,073\pm 2,0)\times 10^{-10}$ 1/ohm.cm
B1 air brambang	$(1,32\pm 9,36)\times 10^{-9}$ 1/ohm.cm	B3 air brambang	$(7,543\pm 5,696)\times 10^{-10}$ 1/ohm.cm
B1 Hu panas	$(5,335\pm 1,878)\times 10^{-10}$ 1/ohm.cm	B3 Hu panas	$(1,1756\pm 0,598)\times 10^{-10}$ 1/ohm.cm
B1 kopi	$(2,938\pm 1,285)\times 10^{-10}$ 1/ohm.cm	B3 kopi	$(4,499\pm 2,165)\times 10^{-10}$ 1/ohm.cm
B1 nano	$(1,929\pm 0,611)\times 10^{-10}$ 1/ohm.cm	B3 nano	$(3,427\pm 1,598)\times 10^{-10}$ 1/ohm.cm

Berdasarkan **Tabel 4.3** telah didapatkan nilai konduktivitas dengan cara perhitungan tidak langsung. Data tersebut menunjukkan bahwa setiap sampel dari limbah balur menghasilkan nilai yang berbeda-beda. Nilai konduktivitas yang didapat berkisar antara 10^{-11} $1/\Omega\cdot\text{cm}$ hingga 10^{-9} $1/\Omega\cdot\text{cm}$. Nilai konduktivitas yang berbeda-beda dapat disebabkan karena komposisi limbah tersebut tidak hanya terdiri dari komposisi yang sejenis, serta dapat juga disebabkan karena masing-masing unsur memiliki kuantitas dan sifat kelistrikan yang berbeda.

4.2.3 Analisis Sifat Bahan dari Limbah Hasil Pembaluran

Berdasarkan nilai konduktivitas yang telah diukur maka dapat ditentukan pula sifat bahan dari sampel tersebut. Menurut Simandjatak, sifat bahan menurut konsep konduktivitas terbagi menjadi 3 yaitu : konduktor, isolator dan semikonduktor. Perbedaan dari ketiga jenis bahan tersebut yaitu terletak pada atom-atom beberapa zat misalnya pada tembaga, sehingga elektron pada lapisan terluar tidak begitu terikat pada intinya.

Oleh sebab itu hasil uji konduktivitas pada limbah balur dapat diketahui pula sifat bahannya. Dari hasil pengukuran konduktivitas didapatkan nilainya berkisar antara 10^{-11} $1/\Omega\cdot\text{cm}$ hingga 10^{-9} $1/\Omega\cdot\text{cm}$.

Range nilai tersebut apabila dibandingkan sesuai dengan **Tabel 2.1** nilai konduktivitas maka sifat bahan dari sampel tersebut bersifat semikonduktor.

Menurut Sriati,1994 secara harafiah semikonduktor dapat diartikan sebagai sebuah bahan dengan konduktivitas listrik yang berada di antara isolator dan konduktor. Sebuah semikonduktor bersifat sebagai isolator pada temperatur yang sangat rendah, namun pada temperatur ruangan dapat bersifat sebagai konduktor. Semikonduktor sangat berguna dalam bidang elektronik, karena konduktansinya yang dapat diubah-ubah.

Berdasarkan pengertian diatas tentang sifat semikonduktor yang dapat berada di antara isolator dan konduktor maka akan di bahas lebih lanjut tentang sifat

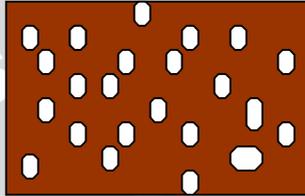
bahan semikonduktor pada sampel limbah hasil proses pembaluran. Dilihat dari besar nilai konduktivitas sampel yang berkisar 10^{-11} $1/\Omega.cm$ hingga 10^{-9} $1/\Omega.cm$ maka dapat dikatakan sifatnya cenderung lebih bersifat isolator daripada konduktor. Secara teori, nilai konduktivitas dari bahan konduktor yaitu berkisar antara 10^7 hingga 10^4 , sedangkan untuk nilai konduktivitas bahan isolator nilainya berkisar antara 10^{-10} hingga 10^{10} , maka berdasarkan teori tersebut dapat disimpulkan bahwa konduktivitas limbah dari hasil balur ini bersifat semikonduktor namun cenderung lebih bersifat isolator.

Bahan- bahan obat balur yang digunakan pada proses pembaluran ini diantaranya menggunakan bahan yang kandungannya merupakan senyawa aromatis, sedangkan bahan yang lainnya merupakan bahan yang sudah dicampur. Seperti diketahui bahwa senyawa aromatis organik sebagian besar dapat menghantarkan arus listrik namun relatif sangat kecil, oleh sebab itu senyawa aromatis organik memiliki nilai konduktivitas yang sangat kecil sehingga dari nilai konduktivitas yang diukur pada limbah hasil proses balur tidak dibandingkan dengan nilai konduktivitas dari senyawa aromatis organik tersebut.

Dari perhitungan nilai konduktivitas, didapatkan nilai yang berbeda-beda dari masing-masing sampel limbah hasil balur. Bila ditinjau dari hasil limbah itu sendiri, diperkirakan bahwa limbah tersebut merupakan komposit atau merupakan senyawa kompleks.

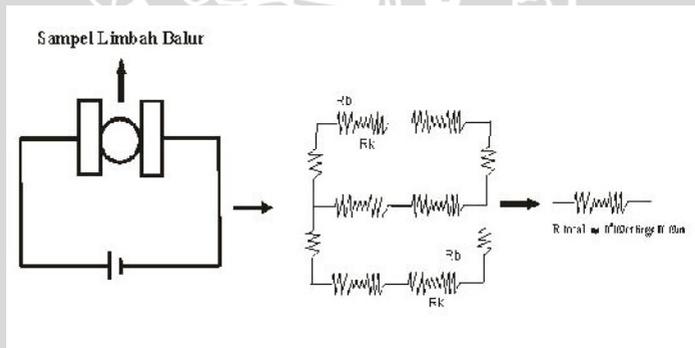
Komposit merupakan material yang terbuat dari dua bahan atau lebih yang tetap terpisah dan berbeda dalam level makroskopik selagi membentuk komponen tunggal. Komposit pada limbah balur ini merupakan material logam dan material non logam yang tidak menjadi satu, melainkan terpisah (Mizza, Lailif. 2008). Apabila limbah dari hasil proses pembaluran tersebut bersifat komposit, maka dapat diketahui bahwa obat yang bersifat senyawa aromatis dapat menghantarkan listrik namun relatif kecil, akan tetapi logam atau ion + yang keluar dari dalam tubuh pasien memiliki sifat konduktivitas, dari pernyataan tersebut dapat diketahui bahwa terdapat ion + atau kandungan logam pada limbah

hasil proses balur tersebut yang tidak dapat bercampur dengan kandungan obat lainnya, maka limbah tersebut dapat dikatakan bersifat komposit. Gambar dibawah ini, merupakan contoh dari gambar komposit, dimana logam ditunjukkan dengan gambar bulatan putih sedangkan warna coklat merupakan matriks non logamnya.



Gambar 4.4 Gambar Komposit

Dengan diindikasikan bahwa limbah balur tersebut merupakan komposit maka nilai konduktivitasnya pun akan tetap terukur. **Gambar 4.5** berikut ini menjelaskan bahwa sampel limbah balur kandungannya tidak murni senyawa aromatis, namun sampel tersebut tetap bisa menghantarkan arus listrik walaupun sangat kecil.



Gambar 4.5 Rangkaian Ekuivalen

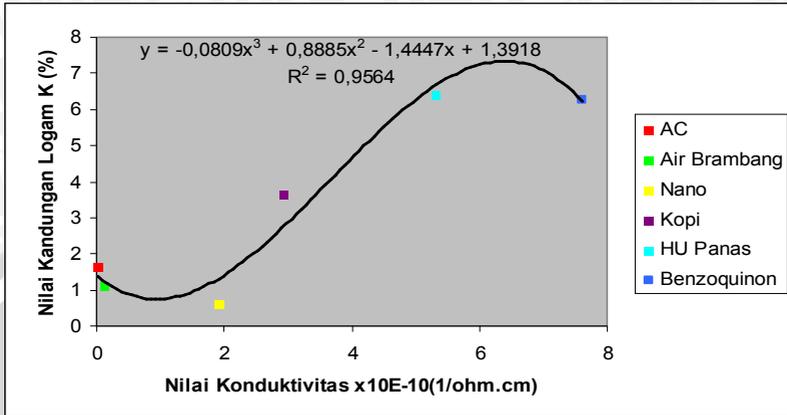
Limbah hasil proses balur tersebut diperkirakan juga sebagai senyawa kompleks. Menurut hipotesis Gretha, kandungan obat yang digunakan pada proses balur dapat mengikat ion positif (+) atau dapat menarik keluar

kandungan logam pada tubuh. Bila ditinjau dari segi kandungan obatnya diketahui bahwa tidak semua obat yang digunakan pada proses balur menggunakan senyawa aromatis. Ada juga yang sudah merupakan campuran dari berbagai macam bahan. Dari hasil uji limbah hasil balur sebelumnya dengan menggunakan FTIR, limbah balur tersebut dapat pula disimpulkan merupakan suatu senyawa kompleks (Yanuarieta, Diena.2008). Akan tetapi, penelitian ini hanya sampai disini, belum diteliti lebih lanjut senyawa apa saja yang terkandung dalam limbah dari hasil proses balur.

4.2.4 Analisis Kandungan Logam pada Limbah Hasil Proses Balur Hubungannya dengan Nilai Konduktivitas

Mengacu pada hasil penelitian tentang kandungan logam pada limbah balur dengan menggunakan metode XRF (X-Rays Fluoresensi), maka dapat dikorelasikan antara hasil kandungan logam dengan nilai konduktivitas yang telah dihitung. Hal ini dapat dilakukan karena limbah balur yang digunakan merupakan limbah balur yang sama (Mizza, Lailif, 2008).

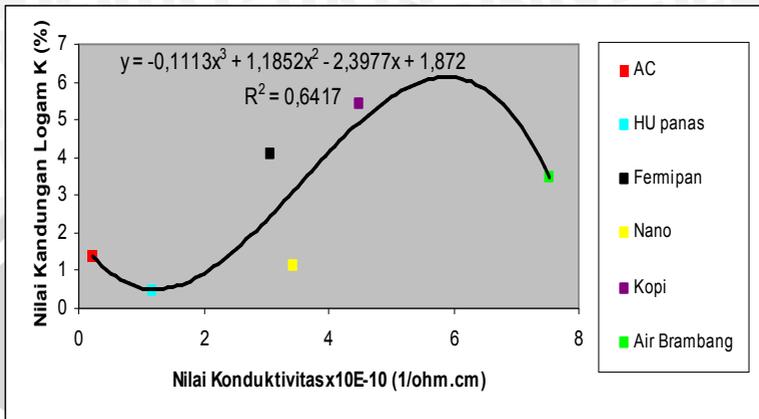
Kandungan logam yang diteliti antara lain K, Ca, Fe, Ni, Cu, P. Pengujian limbah balur 1 dan balur 3 dengan menggunakan XRF kandungan logam yang terbesar pada limbah hasil proses balur yaitu kandungan logam Cu (Mizza, Lailif, 2008). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar grafik dari masing-masing nilai konduktivitas dengan kandungan logamnya.



Gambar 4.6 Grafik Korelasi Antara Nilai konduktivitas dengan Kandungan Logam K pada Balur 1

Melalui pendekatan statistik dengan menggunakan grafik polinomial pada **Gambar 4.6** bahwa kandungan logam terbanyak yaitu pada limbah benzoquinon (BQ), dimana nilai konduktivitasnya pun meningkat. Kandungan logam K pada limbah benzoquinon tersebut sebesar 7,32% sedangkan nilai konduktivitasnya sebesar $8,9242 \times 10^{-10} \text{ 1}/\Omega.\text{cm}$. Pada **Gambar 4.6** ini pula dapat dilihat bahwa pada awal pembaluran kandungan logamnya cukup stabil yang kemudian kandungan logamnya meningkat pada saat mulai dibalur dengan HU panas. Setelah itu, dapat dilihat jumlah kandungan logam kalium (K) meningkat.

Sedangkan kandungan logam K untuk balur 3 dapat dilihat pada **Gambar 4.7** dibawah ini :

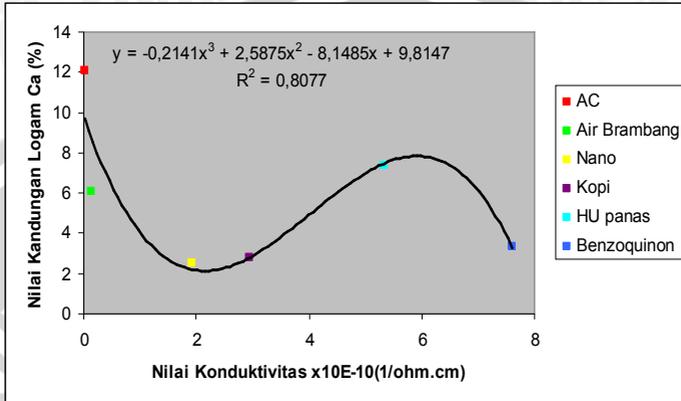


Gambar 4.7 Grafik Korelasi Antara Nilai konduktivitas dengan Kandungan Logam K pada Balur 3

Pada **Gambar 4.7** diatas terlihat bahwa kandungan logam kaliumnya stabil pada awal pembaluran dan kemudian langsung meningkat secara drastis pada saat mulai dibalur dengan obat kopi. Apabila dilihat dari grafiknya nilai konduktivitas terbesar yaitu pada limbah air brambang.

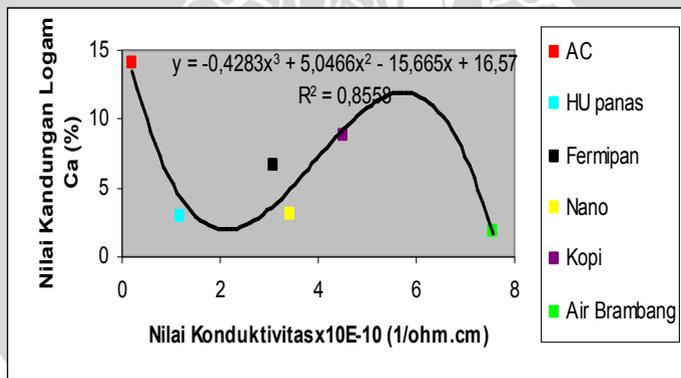
Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi nilai kandungan logam kalium pada limbah balur 1 dan 3 maka tidak selalu nilai konduktivitas tinggi. Secara teori, konduktivitas merupakan kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan listrik. Apabila ditinjau dari hasil ini maka dengan adanya kandungan logam yang tinggi serta nilai konduktivitas yang tinggi maka limbah kopi merupakan limbah yang mempunyai hambatan yang rendah sehingga merupakan bahan atau limbah yang dapat menghantarkan listrik dengan baik .

Kandungan logam berikutnya yaitu kandungan logam Ca atau sering disebut dengan kalsium.



Gambar 4.8 Grafik Korelasi Antara Nilai konduktivitas dengan Kandungan Logam Ca pada balur 1

Dari **Gambar 4.8** terlihat bahwa kandungan logam kalsium langsung meningkat pada tahap awal pembaluran yang kemudian menurun dan kemudian stabil. Nilai kandungan kalsium pada awal pembaluran tersebut sebesar 12,1% sedangkan nilai konduktivitasnya kecil yaitu $0,01658 \times 10^{-10} \text{ 1/}\Omega\text{cm}$. Sedangkan untuk balur 3 dapat dilihat pada gambar di bawah ini :

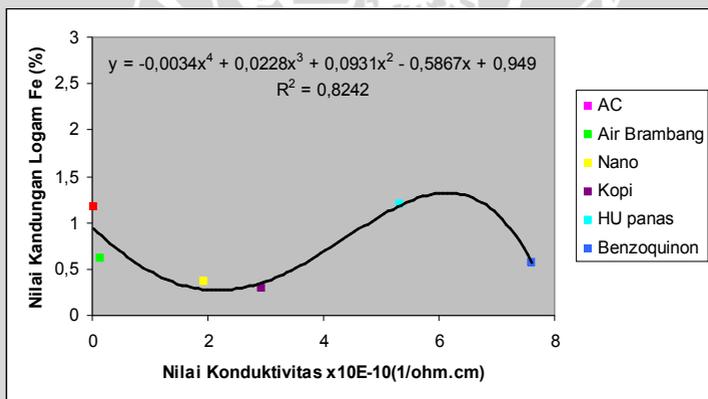


Gambar 4.9 Grafik Korelasi Antara Nilai konduktivitas dengan Kandungan Logam Ca pada balur 3

Pada pembaluran 3 kandungan Ca terlihat adanya peningkatan nilai konduktivitas pada awal pembaluran. Kemudian menurun pada tahap selanjutnya dan kemudian stabil. Nilai kandungan logam kalsium pada balur 3 tersebut sebesar 14%, sedangkan untuk nilai konduktivitasnya yaitu $0,2187 \times 10^{-10} \text{ 1}/\Omega\text{cm}$. Dari balur 1 dan balur 3 tersebut mengalami hal yang serupa namun hanya dibedakan dengan besar nilainya kandungan logamnya saja. Dari hasil **Gambar 4.8** terdapat ketidaksesuaian dengan teori yaitu dengan nilai konduktivitas yang rendah akan tetapi nilai kandungan logam tinggi. Sedangkan untuk pembaluran 3 korelasinya bagus, stabil.

Dengan nilai konduktivitas yang rendah maka dapat diketahui bahwa hambatannya besar. Apabila ditinjau dari tubuh manusia sendiri bahwa tubuh manusia pun memiliki kandungan kalsium tersebut, jadi walaupun logam tersebut ditarik keluar tubuh, logam tersebut tetap akan ada didalam tubuh karena dapat tergantikan oleh asupan makanan yang masuk kedalam tubuh.

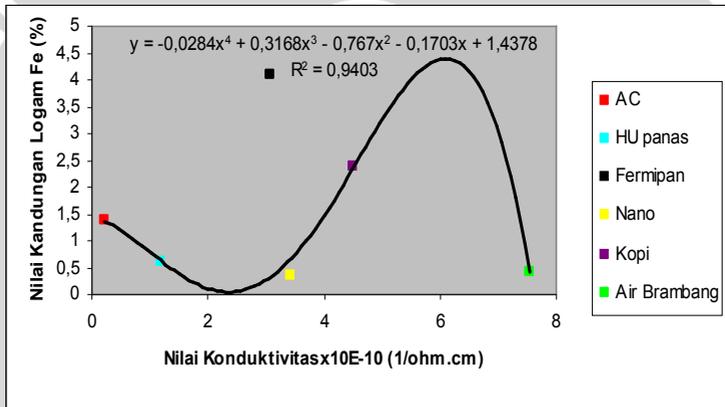
Selanjutnya yaitu kandungan logam besi (Fe), untuk balur 1 dapat dilihat pada **Gambar 4.10** dibawah ini :



Gambar 4.10 Grafik Korelasi Antara Nilai konduktivitas dengan Kandungan Logam Fe pada Balur 1

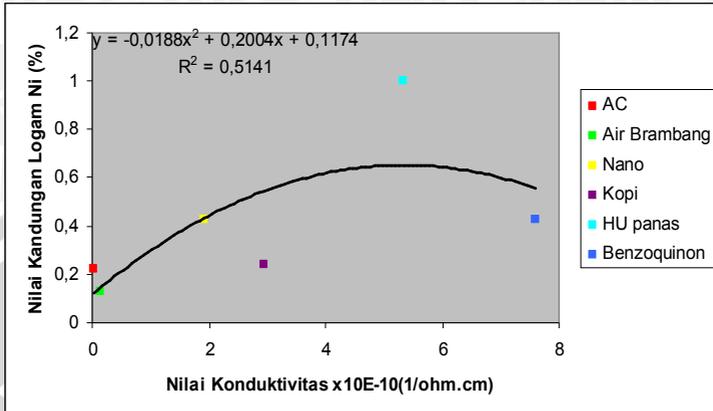
Dari **Gambar 4.10** diatas nilai kandungan logam meningkat pada tahap awal pembaluran kemudian turun

stabil dan naik lagi pada saat Hu panas dan kemudian turun lagi pada benzoquinon. Hu panas memiliki nilai kandungan logam sebesar 1,2 %. Nilai konduktivitasnya yaitu pada Hu panas sebesar $5,33466 \times 10^{-10}$ 1/Ω.cm. Pada balur 3 korelasinya dapat dilihat pada **Gambar 4.11** dibawah ini, kandungan logam besi terlihat stabil, mengalami kenaikan pada saat limbah kopi. Nilai kandungan logamnya yaitu 2,4%. Pada balur 1 kandungan logam besi meningkat pada Hu panas. Kandungan Hu panas itu sendiri merupakan campuran dari urea, glukosa, dan air panas yang mendidih. Dari bahannya saja diketahui bahwa urea merupakan bahan dengan unsur penyusunnya memiliki kandungan besi tinggi.



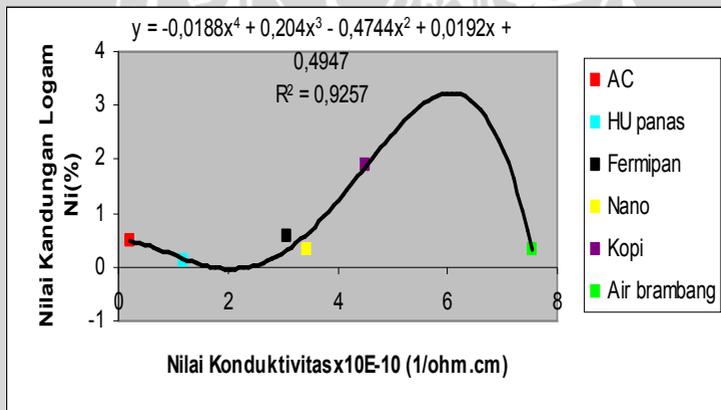
Gambar 4.11 Grafik Korelasi Antara Nilai konduktivitas dengan Kandungan Logam Fe pada balur 3

Kandungan logam yang akan dibahas selanjutnya yaitu logam Ni atau nikel. Pada balur 1 dapat dilihat pada **Gambar 4.12** dibawah ini:



Gambar 4.12 Grafik Korelasi Antara Nilai konduktivitas dengan Kandungan Logam Ni Pada Balur 1

Dari **Gambar 4.12** diatas terlihat bahwa kandungan logam nikel pada tahap awal pembaluran stabil kemudian mengalami peningkatan pada saat dibalur Hu panas.

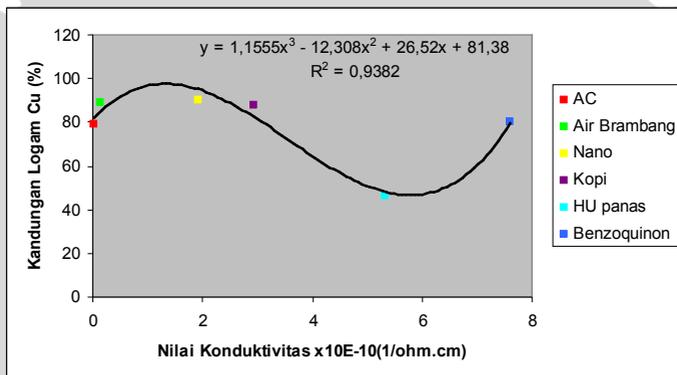


Gambar 4.13 Grafik Korelasi Antara Nilai konduktivitas dengan Kandungan Logam Ni Pada Balur 3

Dari **Gambar 4.13** terlihat bahwa balur 3 yaitu pada tahap awal pembaluran kandungan logamnya stabil sedangkan mengalami peningkatan pada saat dibalur dengan kopi.

Nilai kandungan logam nikel pada balur 1 yaitu sebesar 1% sedangkan pada balur 3 nilai kandungan nikelnya sebesar 1,9%. Nilai konduktivitas pada balur 1 yaitu $5,3446 \times 10^{-10}$ $1/\Omega\text{cm}$ sedangkan untuk balur 3 nilai konduktivitasnya yaitu $4,4991 \times 10^{-10}$ $1/\Omega\text{cm}$. Namun, dari hasil keseluruhan bahwa korelasi antara kandungan logam Ni dengan nilai konduktivitasnya cenderung stabil.

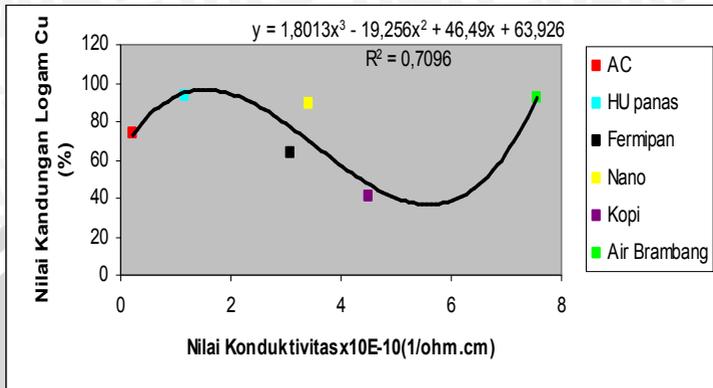
Pada bahasan berikut ini yaitu kandungan logam tembaga (Cu). Diantara kandungan logam yang telah diteliti, nilai kandungan logam terbesar terdapat pada unsur logam Cu atau tembaga. Pada balur 1 dapat dilihat **Gambar 4.14** dibawah ini :



Gambar 4.14 Grafik Korelasi Antara Nilai konduktivitas dengan Kandungan Logam Cu pada Balur 1

Kandungan logam Cu atau tembaga pada balur 1 ini bersifat stabil, stabil namun memiliki kuantitas yang besar. Kandungan logam tembaganya turun pada saat dibalur Hu panas akan tetapi setelah itu menjadi tinggi kembali. Nilai konduktivitasnya pun beragam, tidak semua limbah yang mengandung tembaga tinggi kemudian mempunyai nilai konduktivitas yang tinggi pula.

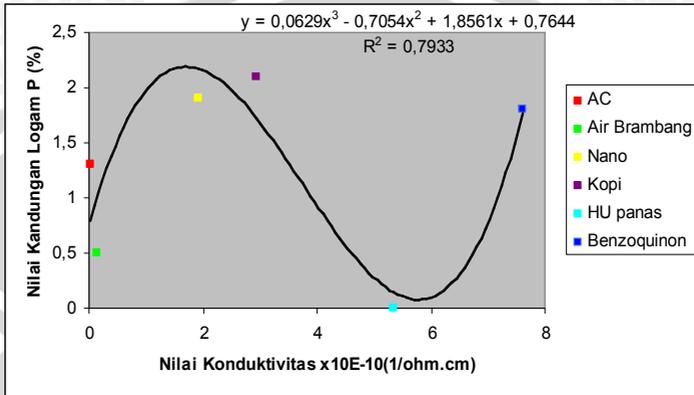
Pada balur 3 dapat dilihat pada **Gambar 4.15** sebagai berikut :



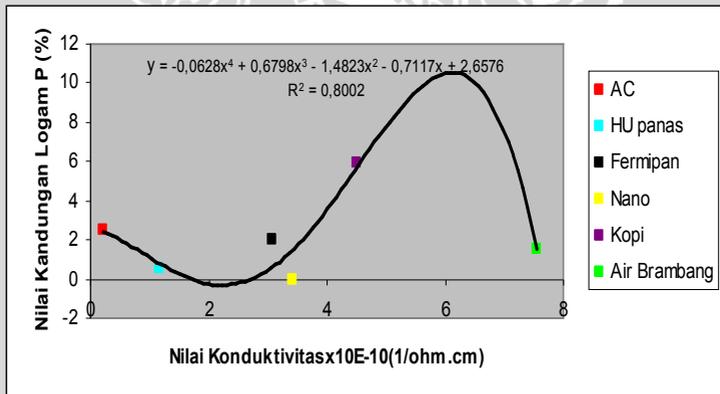
Gambar 4.15 Grafik Korelasi Antara Nilai konduktivitas dengan Kandungan Logam Cu pada Balur 3

Dari gambar diatas kandungan logam tembaga nya cukup stabil. Namun mengalami penurunan pada saat dibalur dengan kopi. Dari balur 1 dan balur 3 ini kandungan tembaga nya sangat besar. Kandungan logam tembaga yang cukup tinggi dapat disebabkan adanya reaksi logam tersebut dengan meja tembaga yang digunakan pada saat membalur.

Kandungan logam yang terakhir yaitu kandungan logam P atau Phospor.



Gambar 4.16 Grafik Korelasi Antara Nilai konduktivitas dengan Kandungan Logam P pada Balur 1



Gambar 4.17 Grafik Korelasi Antara Nilai konduktivitas dengan Kandungan Logam P pada Balur 3

Jika dilihat pada **Gambar 4.16** dan **Gambar 4.17** unsur fosfor tidak begitu berpengaruh pada hasil limbah pembaluran. Dapat dikatakan demikian karena nilai atau kadar dari kandungan logam fosfor itu sendiri cenderung kecil. Jika dilihat dari hasil grafik pun hasilnya stabil.

4.3 Analisis Pengaruh Nilai Konduktivitas dengan Arus Grounding

Analisis tentang pengaruh nilai konduktivitas dengan arus grounding bertujuan melihat apakah terdapat suatu korelasi atau kaitan antara nilai konduktivitas dengan arus grounding itu sendiri.

Pada saat pengambilan data digambarkan keadaannya seperti **Gambar 3.2** pada metodologi. Pengujian arus grounding ini dilakukan yaitu untuk mengukur arus yang keluar dari tubuh pasien tersebut. Semakin banyak ion positif (+) yang tersimpan didalam tubuh pasien maka semakin besar pula arus yang terukur. Akan tetapi, dalam hal ini tidak dapat langsung disimpulkan demikian karena ada banyak faktor yang menyebabkan hal tersebut tidak terjadi. Tubuh pasien yang dibalur diindikasikan mempunyai ion + berlebihan dalam tubuhnya atau ion positif (+) yang berlebihan tersebut diindikasikan sebagai radikal bebas.

Pada saat perhitungan arus grounding terjadi beda potensial antara tubuh pasien dengan meja tembaga tersebut sehingga arus ataupun tegangannya dapat terukur. Akan tetapi nilai arus yang keluar dari tubuh tidak stabil hal ini dapat disebabkan oleh berbagai macam faktor contohnya yaitu adanya obat balur yang bermacam-macam, keringat yang keluar dari tubuh pasien, pasien yang terkadang sering terlalu banyak melakukan gerakan. Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi pengukuran arus grounding. Selain itu pula tidak hanya ion positif saja yang menuju ground, akan tetapi elektron dan ion negatif, dan ketidakseimbangan elektron antara meja tembaga dan bumi.

Dalam Tipler, 2001, elektron-elektron yang tersusun di dalam atom tersebut memiliki energi kinetik akibat dari gerakan dan energi potensial karena adanya gaya Coulomb diantara muatan positif dan muatan negatif adanya pergerakan partikel-partikel satu arah dan partikel positif pada arah yang berlawanan, keduanya berkontribusi terhadap arus dalam arah yang sama.

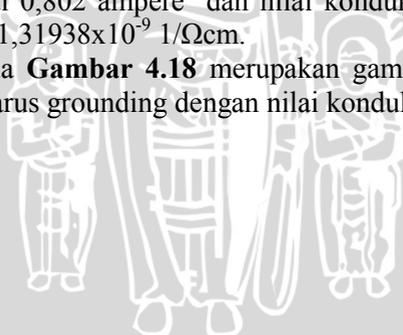
Secara teori, pada proses pembaluran, elektron bebas yang muatannya negatif adalah partikel-partikel yang

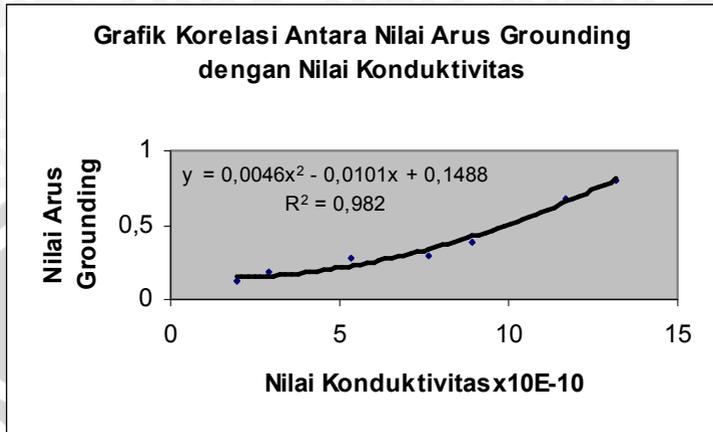
sebenarnya bergerak dan akibatnya menghasilkan arus pada kawat penghantar. Akan tetapi, tidak semua arus dihasilkan oleh aliran elektron pada kawat. Arus dihasilkan oleh aliran ion-ion positif yang searah arus ditambah aliran ion-ion negatif dan elektron-elektron yang berlawanan arah dengan arus.

Hasil pengukuran arus grounding akan dikorelasikan dengan nilai konduktivitas limbah hasil proses balur. Nilai konduktivitas limbah tersebut memiliki range nilai berkisar 10^{-11} $1/\Omega\text{cm}$ hingga 10^{-9} $1/\Omega\text{cm}$. Sifat bahan dari limbah proses pembaluran tersebut merupakan semikonduktor. Apabila hasil pengukuran arus grounding dikaitkan dengan nilai konduktivitas tadi, maka dapat disimpulkan terdapat korelasi antara keduanya. Sifat bahan semikonduktor tersebut apabila dikorelasikan dengan hasil pengukuran arus grounding akan menghasilkan grafik yang non linier, karena dipengaruhi juga oleh kondisi pasien yang tidak stabil.

Apabila dilihat dari hasil pengukuran arus grounding pada **Tabel 4.4** dan **Tabel 4.5** serta membandingkannya dengan nilai konduktivitas pada **Tabel 4.3**, maka dapat disimpulkan bahwa arus grounding pada balur 1 meningkat pada saat pembaluran keempat, yaitu B1 air brambang dengan nilai 0,802 ampere dan nilai konduktivitasnya pun besar yaitu $1,31938 \times 10^{-9}$ $1/\Omega\text{cm}$.

Pada **Gambar 4.18** merupakan gambar grafik dari perubahan arus grounding dengan nilai konduktivitas.





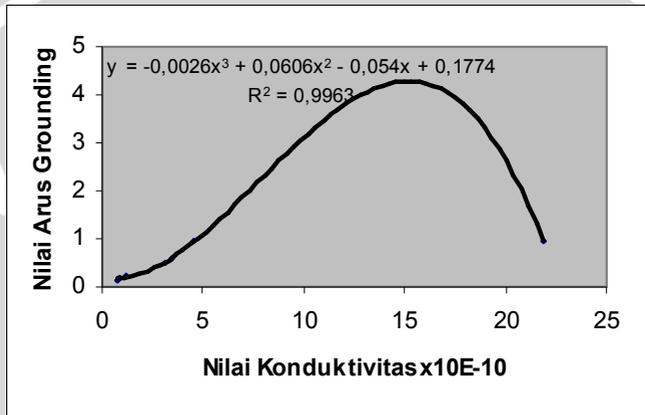
Gambar 4.18 Grafik Korelasi antara Arus Grounding dengan Nilai Konduktivitas pada Balur 1

Dengan pendekatan statistik **Gambar 4.18** diatas arus grounding yang dikorelasikan dengan konduktivitas cukup stabil.

Hasil pembaluran 1 jika ditinjau dengan tabel terdapat korelasi antara arus grounding dengan nilai konduktivitas. Semakin tinggi arus grounding, semakin besar pula nilai konduktivitas bahan tersebut. Tingginya arus grounding mengindikasikan semakin banyaknya ion positif (+), ion negatif serta elektron yang keluar dari tubuh pasien. Sedangkan semakin besar nilai konduktivitas, mengindikasikan pada limbah balur tersebut mengandung banyak ion positif (+) atau logam jika dibandingkan dengan limbah balur lainnya, serta mengindikasikan bahwa limbah tersebut memiliki sifat listrik sehingga memiliki nilai konduktivitas.

Jika ditinjau dengan pendekatan statistik dari **Gambar 4.19** maka dapat dilihat bahwa arus grounding meningkat pada saat awal pembaluran, kemudian setelah itu korelasi antara arus grounding dengan nilai konduktivitasnya pun cenderung stabil. Dari **Gambar 4.19** tersebut dapat dilihat bahwa nilai arus grounding yang kecil ternyata nilai konduktivitasnya juga kecil. Perbedaannya hanya terletak pada awal pembaluran dimana arus groundingnya meningkat

akan tetapi nilai konduktivitasnya kecil. Dapat disimpulkan, arus grounding korelasinya dengan nilai konduktivitas relatif stabil. Peningkatan arus grounding tidak begitu berpengaruh terhadap nilai konduktivitas sampel tersebut. Sebaliknya bahwa nilai konduktivitasnya pun tidak mempengaruhi besar atau kecilnya arus grounding.



Gambar 4.19 Grafik Korelasi antara Arus Grounding dengan Nilai Konduktivitas pada Balur 3

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan maka pada pembaluran 1 pada step yang menggunakan obat air brambang yang menghasilkan arus grounding terbesar jika dibandingkan dengan step lainnya yaitu 0,802 Ampere, sedangkan pada pembaluran 3 diketahui pada step yang menggunakan obat Hu panas adalah step yang paling besar menghasilkan arus grounding yaitu sebesar 0,94 Ampere. Adanya perbedaan besar arus yang digroundingkan tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan kandungan obat yang berbeda-beda dan dapat pula disebabkan bahwa tidak hanya ion positif saja yang digroundingkan dapat pula ion negatif atau bahkan elektron-elektron.

Nilai konduktivitas dari limbah hasil proses pembaluran 1 dan pembaluran 3 berkisar antara $10^{-11}1/\Omega.cm$ hingga $10^{-9}1/\Omega.cm$. Dari penelitian sebelumnya disimpulkan bahwa limbah balur bersifat komposit, apabila disesuaikan dengan tabel konduktivitas range nilai tersebut mempunyai sifat bahan semikonduktor.

Dari hasil data penelitian tentang arus grounding dan nilai konduktivitas apabila dikorelasikan maka dapat simpulkan bahwa besarnya nilai konduktivitas tidak begitu berpengaruh dengan adanya perubahan arus grounding.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya ada beberapa hal yang sebaiknya perlu diperhatikan, antara lain:

1. Pada saat pengukuran arus grounding sebaiknya menggunakan alat yang telah diuji secara akurat sehingga arus yang diukur keluarannya lebih stabil.
2. Dapat diteliti sifat bahan tersebut merupakan semikonduktor senyawa kompleks atau merupakan komposit.

DAFTAR PUSTAKA

Anonymous₁, 2001 , TM 5-684/NAVFAC MO-200/ AFJMAN 32-1082, [http : // www. polyqual.com/pages/rel-topics/earthing/electrodeinstal.html](http://www.polyqual.com/pages/rel-topics/earthing/electrodeinstal.html), tanggal akses 12 November 2007.

Chevalier, G. Dan Mori, K dkk. The Effect of EarthingTM (Grounding) an Human Physiology. European Biology and Bioelectromagnetic, http://www.agroundedlife.com/medical_disclaimer.htm. Tanggal akses : 7 November 2007.

Dany. "Hasil wawancara di YPAC Malang" tentang Fungsi masing-masing Obat Balur tanggal 15 Februari 2008.

Ghaly, M and Tepliz, D. The Biologic Effect of Grounding the Human Body During Sleep as Measured by Cortisol Levels and Subjective Reporting of Sleep, Pain, and Stress. *Journal of alternative and Complementary Medicine*, 2004 Vol 10, no.5 : 767-776. The Effects of EarthingTM on The Stress Hormone.Cortisol. http://www.agroundedlife.com/medical_descalimer.htm. tanggal akses : 7 November 2007.

Hutahuruk, T.S. 1986. Pengetanahan Netral Sistem Tenaga dan Pengetahuan Peralatan. Erlangga: Jakarta, hal. 1-3.

Ikawati, Yuni. "*Merkuri, Kian Ancam Kehidupan di Bumi.*" [http : //www.depkes.go.id](http://www.depkes.go.id). 01 November 2007.

Kauffman, E.N.2003. *Characterization of Materials Vol 1 and 2*. John Willey and sons. Hoboken : New Jersey.

Messwati, Elok Dyah. "*Mereka Perlu Perhatian Khusus.*" <http://www.balur.com>. Tanggal akses : 29 Oktober 2007.

Oschman, J.L.2006. Tim Oschman is A Leading Authority On How Complementary and Alternative Therapies Work From A Scientific Perspective. This interview was conducted in October of 2006. Efx_science.pdf. Tanggal akses : 8 November 2007.

Pearce, Evelyn. 2002. "Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis". Gramedia : Jakarta.

Pine, Stanley H. et al.1998. *Kimia Organik 2*, edisi keempat. Bandung : ITB.

"Radikal Bebas" www.kompas.com.2004. 15 November 2007.

Serway, R. "*Physics for scientist & Engineers With Modern Physics*", James Madison University Harrison burg, Virginia, 1989 Bab 28

"Semikonduktor" <http://id.wikipedia.org/wiki/Semikonduktor>. Tanggal akses 22 Januari 2009

"Sifat Dasar Bahan Semikonduktor"
<http://ariefcute.blogspot.com/2008/05/sifat-dasar-bahan-semikonduktor-bahan.html>. Tanggal akses 22 Januari 2009.

Simandjuntak, T. 1995. *Listrik Maknit*. Alumni. Bandung.

Tipler, Paul. A. 1991. *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Edisi Ketiga. Jakarta : Erlangga.

Sriati, Djaprie. "Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam) edisi kelima. Erlangga: Jakarta.

Zahar, Gretha. 2007.

Lampiran 1

Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengeringan Sampel

No.	Hasil Pengeringan Sampel	Jenis Sampel	
		Limbah Pembaluran I	Limbah Pembaluran III
1	Dapat mengkristal dan benar-benar kering	- HU panas - Kopi - Nano	- HU Panas - Kopi - Nano
2	Dapat mengkristal namun tidak benar-benar kering	(tidak ada)	(tidak ada)
3	Hanya mengendap dan dapat benar-benar kering	- AC - BQ	- AC - BQ
4	Hanya mengendap dan tidak benar-benar kering	- Fermipan - Air brambang	- Fermipan - Air brambang
5	Menguap dan bentuk seperti aslinya	(tidak ada)	(tidak ada)

Tabel 4.2 Tabel Tahapan dari Proses Pembaluran

1	AC (Acetosal)
2	BQ (Benzoquinon)
3	Fermipan
4	Air Brambang
5	Hu panas
6	Kopi
7	Nano

Tabel 4.3Tabel Nilai Konduktivitas (σ)

Limbah Balur	Nilai Konduktivitas	Limbah Balur	Nilai Konduktivitas
B1 AC	$1,16583 \times 10^{-7}$ 1/ Ω cm	B3 AC	$2,1872 \times 10^{-7}$ 1/ Ω cm
B1 BQ	$7,60905 \times 10^{-8}$ 1/ Ω cm	B3 BQ	$8,3722 \times 10^{-9}$ 1/ Ω cm
B1 Fermipan	$8,9242 \times 10^{-8}$ 1/ Ω cm	B3 Fermipan	$3,0733 \times 10^{-8}$ 1/ Ω cm
B1 air brambang	$1,31938 \times 10^{-7}$ 1/ Ω cm	B3 air brambang	$7,5427 \times 10^{-8}$ 1/ Ω cm
B1 Hu panas	$5,33466 \times 10^{-8}$ 1/ Ω cm	B3 Hu panas	$1,1756 \times 10^{-8}$ 1/ Ω cm
B1 kopi	$2,93768 \times 10^{-8}$ 1/ Ω cm	B3 kopi	$4,4991 \times 10^{-8}$ 1/ Ω cm
B1 nano	$1,92897 \times 10^{-8}$ 1/ Ω cm	B3 nano	$3,4267 \times 10^{-8}$ 1/ Ω cm

Data-data Penelitian

Pengolahan data arus grounding sebagai berikut:

Contoh pada B1 AC :

$$I = \frac{V}{R} = \frac{0,028V}{1 \times 10^5 \Omega} = \frac{2,8 \times 10^{-7} \times 10^6}{1} = 0,28 \mu A$$

Tabel 4.4 Data Hasil Arus Grounding Pembaluran 1

B1 AC	B1BQ	B1 Fermipan	B1 Air bram-bang	B1 Hu panas	B1 Kopi	B1 Nano
0,28	0,39	0,69	0,8	0,18	0,13	0,33
0,27	0,4	0,73	0,84	0,18	0,12	0,31
0,25	0,38	0,7	0,79	0,17	0,11	0,3
0,3	0,39	0,64	0,78	0,18	0,12	0,26
0,28	0,4	0,66	0,8	0,18	0,11	0,3
Σ 0,276 μA	Σ 0,392 μA	Σ 0,684 μA	Σ 0,802 μA	Σ 0,178 μA	Σ 0,118 μA	Σ 0,3 μA

Tabel 4.5 Data Hasil arus Grounding Pembaluran 3

B3AC	B3BQ	B3 Fermipan	B3 Air Brambang	B3 HU panas	B3 Kopi	B3 Nano
0,62	0,17	0,16	0,24	0,82	0,87	0,81
0,59	0,16	0,16	0,23	0,97	0,95	0,57
0,52	0,15	0,13	0,2	0,96	1,01	0,6
0,45	0,16	0,17	0,23	0,98	0,98	0,48
0,38	0,16	0,15	0,26	0,97	0,87	0,42
Σ 0,51 μ A	Σ 0,16 μ A	Σ 0,154 μ A	Σ 0,232 μ A	Σ 0,94 μ A	Σ 0,93 μ A	Σ 0,57 μ A

Pengolahan data Rx (hambatan) sampel

$$R_x = \frac{L_2}{L_1} R_a$$

Tabel 4.6 Data Rx (hambatan sampel) pada Balur 1

Nama Limbah	Hambatan (Ohm)
B1 AC	22,537x10 ⁶ Ω
B1 BQ	34,529x10 ⁶ Ω
B1 fermipan	29,441x10 ⁶ Ω
B1 air brambang	19,914x10 ⁶ Ω
B1 Hu panas	29,058x10 ⁶ Ω
B1 kopi	52,768x10 ⁶ Ω
B1 nano	80,362x10 ⁶ Ω

Tabel 4.7

Nilai Rx (hambatan sampel) pada Pembaluran 3

Nama Limbah	Hambatan (Ohm)
B3 AC	$12,013 \times 10^6 \Omega$
B3 BQ	$313,824 \times 10^6 \Omega$
B3 fermipan	$85,491 \times 10^6 \Omega$
B3 air brambang	$34,833 \times 10^6 \Omega$
B3 Hu panas	$131,857 \times 10^6 \Omega$
B3 kopi	$34,455 \times 10^6 \Omega$
B3 nano	$45,237 \times 10^6 \Omega$

Tabel 4.8 Arus grounding dan Nilai Konduktivitas Balur 1

Limbah Balur	Arus Grounding (A)	Nilai Konduktivitas (σ)
AC	0,276 A	$1,16583 \times 10^{-7} \text{ 1}/\Omega\text{cm}$
BQ	0,392 A	$7,60905 \times 10^{-8} \text{ 1}/\Omega\text{cm}$
Fermipan	0,684 A	$8,9242 \times 10^{-8} \text{ 1}/\Omega\text{cm}$
Air Brambang	0,802 A	$1,31938 \times 10^{-7} \text{ 1}/\Omega\text{cm}$
HU panas	0,178 A	$5,33466 \times 10^{-8} \text{ 1}/\Omega\text{cm}$
Kopi	0,118 A	$2,93768 \times 10^{-8} \text{ 1}/\Omega\text{cm}$
Nano	0,3 A	$1,92897 \times 10^{-8} \text{ 1}/\Omega\text{cm}$

Tabel 4.9 Arus grounding dan Nilai Konduktivitas Balur 3

Limbah Balur	Arus Grounding (A)	Nilai Konduktivitas (σ)
AC	0,51 A	$2,1872 \times 10^{-7} \text{ 1}/\Omega\text{cm}$
BQ	0,16 A	$8,3722 \times 10^{-9} \text{ 1}/\Omega\text{cm}$
Fermipan	0,154 A	$3,0733 \times 10^{-8} \text{ 1}/\Omega\text{cm}$
Air Brambang	0,232 A	$7,5427 \times 10^{-8} \text{ 1}/\Omega\text{cm}$
HU panas	0,94 A	$1,1756 \times 10^{-8} \text{ 1}/\Omega\text{cm}$
Kopi	0,93 A	$4,4991 \times 10^{-8} \text{ 1}/\Omega\text{cm}$
Nano	0,57 A	$3,4267 \times 10^{-8} \text{ 1}/\Omega\text{cm}$

Lampiran 2.

Gambar Limbah Balur yang dikeringkan

1. B1 AC



2. B1 BQ



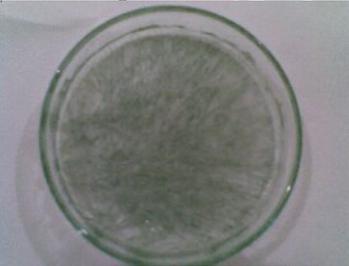
3. B1 Fermipan



4. B1 Air Brambang



5. B1 HU panas



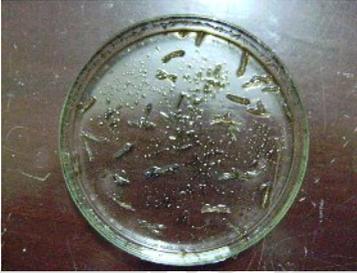
6. B1 Kopi



7. B1 Nano



8. B3 AC



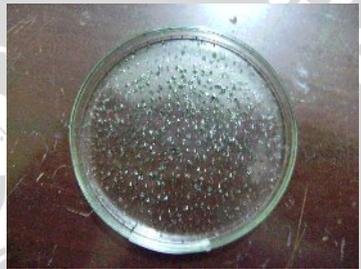
9. B3 BQ



10. B3 Fermipan



11. B3 Air Brambang



12. B3 HU panas



13. B3 Kopi



14. B3 Nano



Lampiran 3

Foto-Foto Alat Yang Digunakan Pada Saat Uji Konduktivitas Bahan

1. Lempeng Elektroda



2. Tempat Kawat Email dan Sampel



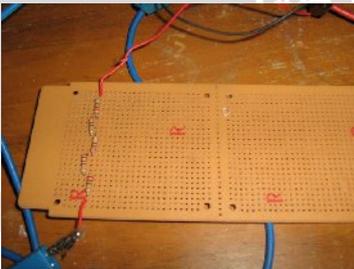
3. Peralatan Jembatan Wheatstone



4. Multimeter Digital



5. Rangkaian Resistor



6. Limbah Balur yang dimasukkan ke dalam pipa



7. Hasil Pengkristalan Sampel yang dicetak



8. Obat Rokok



9. Obat HU panas



10. Macam- macam Obat



11. I-V converter



12. Pemasangan I-V converter pada proses pembaluran



13. Meja Tembaga



14. Meja Tembaga setelah proses pembaluran



Lampiran 4

Pengolahan Data Konduktivitas

Nilai konduktivitas sampel dari pengukuran konduktivitas dengan menggunakan metode pengukuran jembatan wheatstone didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$R = \rho \frac{d}{\pi r^2}$$

dimana, nilai d , r dan ρ merupakan pengukuran satu kali sedangkan nilai R didapatkan dari pengukuran berulang sebanyak 10 kali.

Teori ralat yang digunakan adalah ralat untuk pengukuran tidak langsung dengan menggunakan persamaan differensial parsial dari besaran-besaran yang diukur, sehingga didapatkan standart deviasinya sebagai berikut :

$$R_x = \frac{l_1}{l_2} \times R_{kons} \tan \quad (1)$$

$$R = \rho \frac{d}{A}$$

$$R_x = \rho \frac{d}{\pi r^2}$$

$$R_x = \frac{1}{\sigma} \frac{d}{\pi r^2} \quad (2)$$

(1) → (2)

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{1}{\sigma} \frac{d}{\pi r^2}$$

$$\bar{\sigma} = \frac{1}{\pi} \left(\frac{\bar{l}_2 \bar{d}}{\bar{l}_1 \bar{r}^2} \right)$$

$$\Delta\sigma = \sqrt{\left(\frac{\partial\sigma}{\partial l_1} \Delta l_1 \right)^2 + \left(\frac{\partial\sigma}{\partial l_2} \Delta l_2 \right)^2 + \left(\frac{\partial\sigma}{\partial d} \Delta d \right)^2 + \left(\frac{\partial\sigma}{\partial r} \Delta r \right)^2}$$

$$\Delta\sigma = \sqrt{\left(-\frac{1}{\pi} \frac{\bar{l}_2 \bar{d}}{\bar{l}_1^2 \bar{r}^2} \Delta l_1 \right)^2 + \left(\frac{1}{\pi} \frac{\bar{d}}{\bar{l}_1 \bar{r}^2} \Delta l_2 \right)^2 + \left(\frac{1}{\pi} \frac{\bar{l}_2}{\bar{l}_1 \bar{r}^2} \Delta l \right)^2}$$

$$+ \sqrt{\left(-\frac{2}{\pi} \frac{\bar{l}_2 \bar{d}}{\bar{l}_1 \bar{r}} \Delta r \right)^2}$$

Untuk Δl atau ∂l didapatkan dari perhitungan ralat untuk pengukuran berulang, dimana :

$$\Delta l = \sqrt{\frac{\sum |l_1 - l_2|^2}{n(n-1)}}$$

Sedangkan Δr dan Δd didapatkan dari $\frac{1}{2}$ kali nilai satuan terkecil dari alat yang digunakan pada pengukuran, maka :

$$\Delta r \text{ dan } \Delta d = \frac{1}{2} \text{ nst}$$

Lampiran 5

DAFTAR ISTILAH/LAMBANG

<u>Simbol/singkatan</u>	<u>Keterangan</u>
AC	acetosal + alkohol + air panas mendidih
Benzoat	senyawa aromatis
Fermipan	fermipan + air kelapa
Love	limbah hasil proses pembaluran dimeja balur yang dikeringkan selama 1 hari dengan cara dijemur + bir
Air brambang	air kelapa + irisan bawang merah + manitol
HUM	huggen/urea + alkohol dan dimasak hingga mendidih kemudian dijemur hingga membeku.
HU Panas	huggen/urea + glukosa + air panas mendidih dan dimasak hingga mendidih
PC	parasetamol + vitamin C + air panas
Kopi 1	nescafe + acetosal
Kopi 3	nescafe + glicin + taurin + prolin
Nano	asap rokok + abu rokok