

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR TAHANAN TANAH  
DIGITAL PORTABLE**



**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Studi Diploma III  
Untuk Mencapai Gelar Ahli Madya Teknik Elektro**

**Disusun oleh :**

**Nama : Teguh Sutrisno  
NIM : 5351303014  
Prodi : Diploma III Teknik Elektro  
Jurusan : Teknik Elektro**

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2007**

## ABSTRAK

Teguh Sutrisno. **Rancang Bangun Alat Ukur Tahanan Tanah Digital Portable.**  
*Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Instalasi Listrik.*  
*Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang.*

Latar belakang pembuatan alat ini adalah sangat pentingnya nilai tahanan pentanahan memenuhi syarat suatu instalasi, karena tahanan pentanahan mempengaruhi cepat lambatnya penyaluran energi listrik jika terjadi hubung singkat. Sehingga penentuan nilai tahanan pentanahan ini sangat diperhatikan dalam usaha proteksi instalasi listrik.

Metode penulisan tugas akhir yang di gunakan adalah Metode Studi Pustaka Metode ini dimaksudkan untuk mendapatkan landasan teori yang tepat, data – data dan informasi sebagai bahan acuan dalam perencanaan, percobaan dan pembuatan tugas akhir ini. Perancangan dilakukan untuk membuat rancangan rangkaian dalam PCB dan pengujian (studi laboratorium) dilakukan dengan menguji rangkaian dan cara kerja alat ukur dan spesifikasi dari perencanaan yang telah ada.

Hasil pengujian alat dapat diketahui bahwa alat ukur tahanan pentanahan digital ini memiliki ketepatan dan ketelitian yang baik yaitu kurang dari 10 %. Pengujian pada daerah yang memiliki gaya gerak listrik dapat mengganggu atau mempengaruhi hasil pengukuran. Alat ini memiliki batasan pengukuran tahanan pentanahan maksimum sebesar 999  $\Omega$ .

Simpulan yang dapat di ambil adalah (1) Pembuatan alat pengukur tahanan tanah digital ini tidak lepas dari rangkaian dasar ampere meter dan volt meter yang tampilannya di dapat terbaca dengan tepat. (2)Tercapainya pengukuran resistansi pentanahan dapat dihasilkan dari pengukuran tegangan dan arus (V/I). Dalam perancangan alat ukur ini menggunakan dua suplay tegangan yaitu tegangan untuk alat ukur dan tegangan referensi yang dialirkan ke masing – masing elektrode. secara garis besar prinsip kerja dari rangkaian ini adalah tegangan referensi dialirkan ke elektrode – elektrode, karena elektrode ditanam dalam tanah sehingga akan timbul tegangan balik kemudian disearahkan, dari hasil penyearahan tersebut akan tampil dalam *seven segment*. (3) Dari hasil pengujian dapat dikatakan alat ini berfungsi dengan baik dan dari 3 pengujian alat ini selalu konsisten dalam menunjukkan hasil pengukuran, sehingga kesalahan relatifnya cukup kecil 7,64 %

## HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir ini telah dipertahankan di hadapan sidang penguji Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Pada hari : Selasa

Tanggal : 23 Januari 2007

Pembimbing

**Drs. Agus Suryanto, M.T**  
NIP. 131 993 873

Penguji II

Penguji I

**Drs. Agus Suryanto, M.T**  
NIP. 131 993 873

**Drs. Y. Primadyono, M.T**  
NIP. 131 687 182

Ketua Jurusan,

Ketua Program Studi,

**Drs. Djoko Adi Widodo, M.T**  
NIP. 131 570 064

**Drs. Agus Murnomo, M.T**  
NIP. 131 616 610

Dekan,

**Prof. Dr. Soesanto**  
NIP. 130875753

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### Motto :

- ✓ *Sebaik – baik nya manusia di antara manusia yang lain adalah yang mampu memberikan kemanfaatan bagi manusia yang lain (Al - Hadist)*
- ✓ *Barang siapa yang menempuh suatu jalan untuk mencari ilmu di dalam nya, maka Allah SWT akan memudahkan bagi nya jalan menuju surga*
- ✓ *Yang diberikan Allah SWT pada ku adalah yang terbaik untuk ku*
- ✓ *Pekerjaan terpenting dalam hidup ini adalah menjalani kehidupan, mencintai, dan terus berkembang meskipun mengalami kesedihan yang mendalam (Chicken Soup For The Teenage Soul)*
- ✓ *Yang kita lakukan saat ini akan mempengaruhi masa depan kita Untuk itu isilah hari - harimu dengan hal – hal yang positif*

### Kupersembahkan kepada :

- ✚ *Keluarga tercinta yang senantiasa membeikan dukungan dan doa nya*
- ✚ *Kepada Calon Istriku tersayang yang selalu memberikan motifasi kepadaku, untuk berusaha menjadi yang lebih baik, dan makasih atas kesetian nya*
- ✚ *Keponakan tersayang yang selalu menanti kepulangan oom*
- ✚ *Teman – teman angkatan 2003*

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir ini merupakan buah karya yang tidak mungkin terwujud tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis memberikan penghargaan dan terima kasih yang tidak terhingga kepada:

1. Bapak Prof. DR. Soesanto, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Bapak Drs. Djoko Adi Widodo, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Bp. Drs. Agus Suryanto, M.T., selaku dosen wali dan dosen Pembimbing penulis yang telah banyak meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dengan penuh kesabaran
4. Seluruh dosen beserta staf Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
5. Keluarga tercinta yang senantiasa memberikan dukungan dan doanya.
6. Kepada Calon Istriku tersayang yang selalu memberikan motivasi kepadaku, untuk berusaha menjadi yang lebih baik, dan makasih atas kesetiannya
7. Sahabat-sahabat penulis jurusan Teknik Elektro angkatan '03.
8. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran senantiasa penulis harapkan. Akhirnya penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca khususnya mahasiswa Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang .

Semarang, Januari 2007

**Teguh Sutrisno**

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL .....	i
ABSTRAK.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Perumusan Masalah .....	3
C. Manfaat Tugas Akhir .....	3
D. Tujuan Tugas Akhir .....	4
E. Pembatasan Masalah .....	4
F. Metodologi Penulisan Tugas Akhir .....	5
G. Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II. LANDASAN TEORI</b>	
A. Pentanahan .....	7
B. Pengukuran Tahanan Tanah .....	8

C. Earth Meter .....	11
D. Volt Meter .....	12
E. Ampere Meter .....	13
F. Komponen Dasar .....	14
1. Resistor .....	14
2. Dioda .....	16
3. Dioda Zener .....	18
4. Transistor .....	19
5. Tranformator .....	22
6. Transduser (sensor) .....	22
7. DAC (Digit Analog Converter) .....	23
8. Display .....	25

### **BAB III. PERANCANGAN ALAT UKUR TAHANAN TANAH**

A. Perancangan Alat .....	29
1. Proses Pembuatan PCB (Paint Circuit Board).....	29
2. Proses Pembuatan Jalur .....	34
3. Proses Pelarutan Dan Pelapisan .....	34
4. Proses Pengeboran .....	34
5. Pemasangan Komponen .....	35
6. Proses Perakitan .....	36
B. Prinsip Kerja Alat Ukur Tahanan Pentanahan .....	37

### **BAB IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA**

A. Pengmpulan Data Pengujian Alat .....	40
---	----

B. Ketelitian Dan Ketepatan .....	41
C. Persiapan Peralatan .....	42
D. Pelaksanaan Pendataan .....	43
E. Pengujian .....	43
F. Penyajian Data .....	45
G. Prosentase Kesalahan .....	49
<b>BAB V. PENUTUP</b>	
A. Simpulan .....	58
B. Saran .....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>61</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Berbagai Jenis Tahanan Tanah .....	10
Tabel 2. Jalur – Jalur Yang Harus Diaktifkan Pada Seven Segmen .....	28
Tabel 3. Daftar alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan alat .....	29
Tabel 4. Daftar Komponen Alat Ukur Pentanahan Digital .....	31
Tabel 5. Daftar Komponen Rangkaian Tegangan Referensi .....	32
Tabel 6. Hasil Pengukuran Rangkaian Alat Ukur Tahanan Pentanahan Digital ...	45
Tabel 7. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan digital Di Sebelah Utara Gedung E8 Pengujian Ke1 .....	51
Tabel 8. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan digital Di Sebelah Utara Gedung E8 Pengujian Ke2 .....	54
Tabel 9. Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan digital Di Sebelah Utara Gedung E8 Pengujian Ke3 .....	56

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Pengujian Tahanan Tanah .....	10
Gambar 2. Simbol Dan Fisik Resistor.....	15
Gambar 3. Simbol Dioda .....	16
Gambar 4. Bias Maju Pada Dioda .....	17
Gambar 5. Dioda Dengan Bias Mundur .....	17
Gambar 6. Kondisi Dioda Pada Saat Dibias .....	18
Gambar 7. Rangkaian Pengaman Arus Zener .....	19
Gambar 8. Simbol Dan Karakteristik Transistor .....	20
Gambar 9. Daerah Kerja Aktif Transistor .....	21
Gambar 10. Skematik Trafo.....	22
Gambar 11. Susunan LED pada seven segmen .....	25
Gambar 12. Common Anoda .....	26
Gambar 13. Common Katoda .....	27
Gambar 14. Rangkaian Alat Ukur Resistansi Pentanahan Digital .....	30
Gambar 15. Rangkaian Tegangan Referensi .....	32
Gambar 16. Layout PCB Rangkaian Alat Ukur Pantanahan Tampak Atas .....	33
Gambar 17 : Layout PCB Rangkaian Alat Ukur Pantanahan Tampak Bawah.....	33
Gambar 18 : Skema Alat Ukur Tahanan Pentanahan Digital .....	37

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Dokumentasi Alat Dan Pengujian .....	62
Lampiran 2. Spesifikasi ICL 7106/7107 .....	74

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Dimasa era globalisasi sekarang ini kemajuan teknologi berkembang sangat pesat, baik dalam bidang teknologi mesin, informasi, elektronika dan lain – lain. Kecepatan, kemudahan, dan kenyamanan makin terwujud dengan adanya kemajuan teknologi saat ini. Pekerjaan – pekerjaan yang biasanya dilakukan secara manual sekarang bisa dilakukan secara otomatis.

Sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, sistem pengukuran semakin berperan penting dalam kehidupan manusia. Sistem tersebut sangat membantu pekerjaan manusia. Peranan penting dari sistem pengukuran merambah dalam segenap aspek kehidupan manusia. Pemanfaatan sistem pengukuran instrument ini memberikan kemudahan bagi para teknisi dalam menentukan nilai tahanan pentanahan (*grounding*).

Alat ukur adalah alat untuk menentukan nilai atau besaran suatu kuantitas atau variable. Nilai tahanan pentanahan sangatlah penting dalam memenuhi syarat suatu instalasi, karena tahanan pentanahan mempengaruhi cepat lambatnya penyaluran energi listrik jika terjadi hubung singkat alat yang dapat digunakan untuk mengukur tahanan pentanahan disebut *Earth Meter*.

Dalam pengukuran tahanan pentanahan pada sebuah instalasi sangat dipengaruhi oleh jenis tanah tempat dielektroda pentanahan ditanam, lapisan

tanah, kelembaban tanah dan temperatur. Pada pengukuran tahanan pentanahan syarat sebuah instalasi listrik harus memiliki tahanan pentanahan kurang dari  $5\Omega$ . Untuk memperoleh hasil pengukuran tahanan pentanahan yang akurat maka dibutuhkan penerapan sistem digital. cepat atau type perbandingan langsung (waktu pengubahan dalam orde nano detik) yang banyak digunakan dalam instrumentasi dan kontrol.

Didasari kemajuan sistem pengukuran yang manual kini telah berkembang menjadi sistem pengukuran yang memiliki akurasi dan ketelitian tinggi. Pada dasarnya sebuah alat ukur sensor, pengolah data dan tampilan atau display. Alat ukur pentanahan yang terdapat di laboratorium umumnya masih analog untuk itu penulis ingin mewujudkan sebuah alat ukur tahanan pentanahan yang berbasis digital. Adapun alasan lain dari pembuatan alat ini adalah untuk mempermudah pengukuran tahanan pentanahan sehingga hasil yang dicapai dari pengukuran langsung tampil pada display *seven segment*.

Yang dimaksud dengan sistem analog atau manual adalah sebagai suatu fungsi konstan seperti kurva tegangan terhadap waktu atau geseran karena frekuensi. Sedangkan yang dimaksud dengan digital adalah besaran digital yang terdiri dari pulsa diskrit dan tidak kontinyu terhadap waktu besaran atau sifat dasar besaran.

Pada umumnya alat ukur tahanan pentanahan / *earth meter* yang terdapat dipasaran sistem pembacaannya masih menggunakan jarum atau analog sehingga dalam pembacaan hasil pengukuran tergantung dari kejelian mata penguji / *human error* sering terjadi. Untuk itu penulis ingin membuat

suatu alat ukur tahanan pentanahan yang tampilan / *displaynya* terlihat langsung (digital) sehingga dapat mengurangi terjadinya *human error*.

Oleh karena itu dalam tugas akhir ini penulis mengambil judul **“RANCANG BANGUN ALAT UKUR TAHANAN TANAH DIGITAL PORTABLE”**.

## **B. Perumusan Masalah**

Perumusan masalah yang akan diambil didalam pembuatan Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana membuat alat pengukur tahanan tanah digital portable ?
2. Bagaimana prinsip kerja dari alat pengukur tahanan tanah digital portable ?

## **C. Manfaat Tugas Akhir**

Adapun manfaat yang dapat diambil dari pembuatan alat ini adalah :

1. Bagi mahasiswa, memberikan kreativitas untuk berinovasi menciptakan alat ukur untuk mengukur tahanan tanah digital.
2. Bagi universitas, alat ukur yang dibuat ini dapat dipakai sebagai instrument alat ukur di laboratorium untuk praktik pengukuran tahanan tanah.
3. Sebagai sumber pembelajaran bagi mahasiswa teknik elektro Universitas Negeri Semarang maupun siapa saja yang membutuhkan.

#### **D. Tujuan Tugas Akhir**

Tujuan pembuatan tugas akhir antara lain :

1. Membuat alat ukur tahanan tanah digital portable.
2. Mengetahui prinsip kerja dari alat ukur tahanan tanah digital portable.
3. Merancang rangkaian alat ukur tahanan tanah digital portable dan perlengkapannya.

#### **E. Pembatasan Masalah**

Untuk menghindari meluasnya permasalahan yang akan dihadapi, penulis membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Cara kerja dan karakteristik alat ukur tersebut.
2. Perancangan dan pembuatan alat ukur.
3. Uji coba pengukuran tahanan tanah.

#### **F. Metodologi Penulisan Tugas Akhir**

Teknik yang digunakan dalam pengumpulan data yang digunakan dalam penulisan tugas akhir antara lain :

1. Metode Studi Pustaka

Metode ini dimaksudkan untuk mendapatkan landasan teori yang tepat, data – data dan informasi sebagai bahan acuan dalam perencanaan, percobaan dan pembuatan tugas akhir ini. (Diklat : 2006 : 4)

## 2. Metode Studi Laboratorium

Perancangan dilakukan untuk membuat rancangan rangkaian dalam PRT dan pengujian (studi laboratorium) dilakukan dengan menguji rangkaian dan cara kerja alat ukur dan spesifikasi dari perencanaan yang telah ada (Alat ukur pembanding bermerek HIOKI ). (Diklat : 2006 : 4)

## G. Sistematika Penulisan

Untuk lebih mempermudah penyusunan tugas akhir ini penulis membuat sistematika penulisan sebagai berikut :

### BAB I PENDAHULUAN

Pada bab I membahas tentang latar belakang permasalahan, perumusan masalah dan pembatasannya, maksud dan tujuan penelitian, metode pengumpulan data, serta sistematika tugas akhir.

### BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab II penulis menguraikan teori – teori yang berhubungan dengan perancangan alat ukur tahanan tanah digital portable.

### BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

Bab III berisi tentang perancangan dan langkah – langkah pembuatan alat dari perancangan rangkaian hingga jadi alat ukur tahanan tanah digital dengan display *seven segment*.

### BAB IV ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi penjelasan mengenai Prinsip Kerja Perangkat, Langkah Kerja, Analisis Rangkaian, Penerapan Alat dan pengujian Alat.

## BAB V PENUTUP

Pada bab V berisi Kesimpulan dan Saran mengenai hasil dari perancangan alat yang dipakai oleh penulis.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **A. Pentanahan**

Pentanahan adalah salah satu alat pengaman listrik yang berfungsi untuk menjaga keselamatan jiwa manusia terhadap bahaya – bahaya tegangan sentuh. Bila ada kerusakan isolasi pada suatu instalasi atau bagian yang bertegangan, maka bagian logam tersebut harus dihubungkan dengan arde. Bagian yang diberi pentanahan bila bersinggungan dengan tegangan mampu memutuskan sekering sehingga tidak terjadi tegangan penyebaran.

Hubungan tanah yang baik dilaksanakan dengan menanam batang atau elektroda tanah. Elektroda ditanam sampai air tanah (Rida Isnu, 1998 : 48). Tahanan pembumian grounding harus dibuat sekecil mungkin, agar tegangan sentuh yang terjadi sedemikian singkatnya, sehingga boleh dikatakan tidak terjadi bahaya. (Rida Isnu, 1998 : 49)

Besarnya tahanan tanah yang diperkenankan tergantung pada kuat arus nominal pada sekering instalasi. Sekering akan putus beberapa saat setelah arus naik dua kali lipat, dan bila arus tinggi lagi sekering akan putus secara cepat.

Bila pentanahan terjadi kontak langsung dengan tegangan, maka ada aliran arus listrik di tanah. Sirkulasi arus listrik mengalir dari grounding kembali ke pembangkit listrik. Terjadi kontak langsung antara pentanahan dengan tegangan disebabkan karena hubungan terminal lepas, kerusakan

isolasi dari peralatan listrik. Di dalam instalasi listrik terdapat pengaman sekering, maka aliran listrik tersebut melalui sekering. Selama pengaman (sekering) yang digunakan belum putus (lebur), maka electrode tanah akan menyebar di dalam tanah, karena itu pentanahan ini disebut tahanan penyebaran.

Arus sirkulasi menyebar semakin jauh dari electrode, sehingga makin kecil tahanan tersebut. Adanya arus sirkulasi, bila diambil dua di permukaan tanah dapat mengakibatkan beda tegangan cukup tinggi. Tegangan dari jarak sekitar 75 cm disebut tegangan langkah.

Kondisi alam memungkinkan tahanan pentanahan meningkat, yaitu pada saat musim kemarau. Pada musim ini tanah di sekitar electrode karena air tanah menurun. Akibat dari tahanan permukaan yang meningkat maka tegangan langkah akan meningkat lebih tinggi.

## **B. Pengukuran Tahanan Tanah**

Karakteristik tahanan pada suatu tempat berbeda – beda, dimana kepadatan, *temperature* dan jenis tanah mempengaruhi besarnya tahanan yang dihasilkan. Dalam setiap pembicaraan tentang pentanahan, pertanyaan yang selalu timbul adalah : “ seberapa kecil tahanan pentanahan ?”. makin kecil tahanan yang dihasilkan, makin baik. Lebih jauh lagi, untuk perlindungan atau pengamanan manusia dan peralatan yang digunakan berhubungan dengancatu daya listrik, patut diusahakan tahanan tanah lebih kecil dari satu ohm.

Untuk memahami mengapa tahanan tanah harus rendah digunakan hukum ohm, yaitu  $V = I \times R$  dimana  $V$  adalah tegangan,  $I$  adalah arus dan  $R$  adalah tahanan. Sebagai contoh, ada tegangan 240 V dengan tahanan 4  $\Omega$ . Misalkan ada gangguan atau kekeliruan, sehingga kabel dari sumber yang mencatu motor listrik menyentuh badan motor. Hal ini berarti kabel tersebut menghubungkan ke sistem pentanahan yang mempunyai tahanan 20  $\Omega$  ke tanah. Menurut hukum ohm, akan ada arus sebesar 10 Ampere mengalir melewati badan motor ke tanah. Apabila seseorang menyentuh badan motor, maka dia akan menerima tegangan sebesar 200 V (yaitu 20  $\Omega \times 10$  A). hal ini dapat berakibat fatal, tergantung pada tahanan orang tersebut yang bervariasi dengan tegangan yang disentuhnya.

Pada kenyataannya di beberapa tempat tahanan sebesar 5  $\Omega$  mungkin sudah memadai didapat lain mungkin sangat sulit dicapai tahanan tanah dibawah 100  $\Omega$ . Banyak cara atau metoda untuk membuat tahanan tanah pada suatu lokasi menjadi rendah.

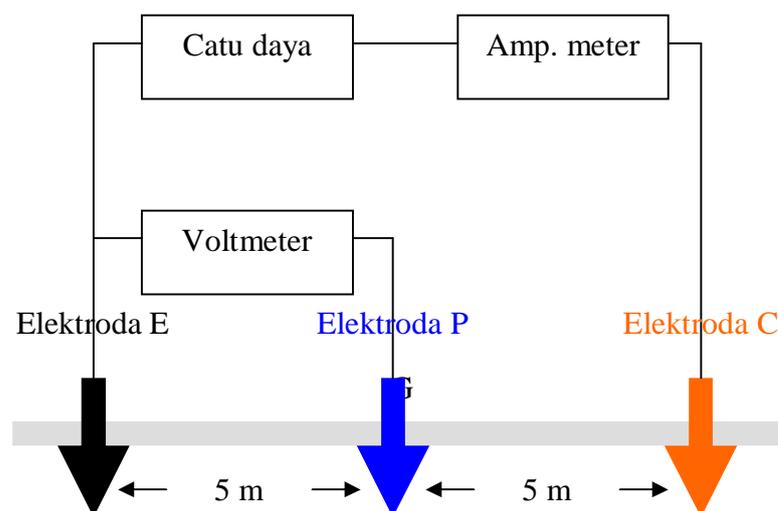
Sebagai beban perbandingan bahwa besarnya tahanan tanah berbeda – beda, para peneliti Rusia melakukan pengukuran dengan hasil seperti yang terlihat pada tabel 1.

**Tabel 1: berbagai jenis tahanan tanah (panjang 30 m, penampang 16 mm<sup>2</sup>)**

No.	uraian tanah	cuaca	ohm
1	tanah liat dengan rumput jarang	sanagat basah	101
2	tanah subur dengan rumput tebal	basah	167
3	tanah berair ditanam	kering	583
4	jalan dengan kerikil dipadatkan	kering	690
5	parit berair, tanah subur	kering	28
6	jalan aspal	kering	653
7	salju pada – 120 c	kering	1000

(Sumber : PUIL : 2000 : 80)

Elektroda – elektroda haruslah ditanam pada lokasi yang hendak diukur. Elektroda yang pertama kali ditanam adalah elektroda E, kemudian elektroda C. dengan demikian akan ada beda potensial antara elektroda E dan elektroda C yang ditimbulkan dari catu daya. Jarak antara elektroda E dan C yang ditanam tersebut harus cukup jauh. Seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1 : Pengujian tahanan tanah  
(Sumber : Diklat pentanahan : 12)

Dengan demikian ada arus yang mengalir yang diukur dengan amperemeter. Apabila elektroda P sekarang ditanam diantara elektroda E dengan elektroda C dan Voltmeter dihubungkan maka voltmeter tersebut akan menunjukkan harga tegangan antara E dan P. selanjutnya dengan menggunakan hokum ohm dapat ditentukan besarnya tahanan tanah tersebut ( $R = V/I$ ).

Sebagai contoh misalkan suatu lokasi yang hendak diketahui besar tahanan tanahnya maka ditanam elektroda – elektroda tersebut (E, P dan C). besr tegangan sumber antara elektroda E dan elektroda C adalah 50 volt. Arus dengan arus yang terukur pada amperemeter adalah 1 A. selanjutnya diukur besarnya tegangan antara elektroda E dan elektroda P, dimana Voltmeter menunjukkan besarnya tegangan 25 V. maka besar tahanan tanah pada lokasi tersebut adalah  $R = V/I = 25/1 = 25$  ohm.

Disamping diperoleh iuga pembacaan yang sesuai satu dengan lainnya dalam batas – batas ketelitian pengukuran yang diperlukan, maka tahanan dari hubungan tanah adalah harga rata – rata tiga pembacaan tersebut. Namun, bila tidak ada kesesuain maka elektroda C harus dipindahkan dan ditanam pada jarak yang lebih jauh dari elektroda E.

### **C. Earth Meter**

Pemanfaatan sistem pengukuran instrument ini memberikan kemudahan bagi para teknisi dalam menentukan nilai tahanan pentanahan (*grounding*). Nilai tahanan pentanahan sangatlah penting dalam memenuhi

syarat suatu instalasi, karena tahanan pentanahan mempengaruhi cepat lambatnya penyaluran energi listrik jika terjadi hubung singkat alat yang dapat digunakan untuk mengukur tahanan pentanahan disebut *Earth Meter*.

Dalam pengukuran tahanan pentanahan pada sebuah instalasi sangat dipengaruhi oleh jenis tanah tempat dielektroda pentanahan ditanam, lapisan tanah, kelembaban tanah dan temperatur. Pada pengukuran tahanan pentanahan syarat sebuah instalasi listrik harus memiliki tahanan pentanahan kurang dari  $5 \Omega$ . Untuk memperoleh hasil pengukuran tahanan pentanahan yang akurat maka dibutuhkan penerapan sistem digital. Alat pengukur tahanan pentanahan digital ini pada prinsipnya sama dengan *Earth Meter* biasa. Cara pengukuran dengan menggunakan *earth meter* digital ini adalah tanam elektroda utama instalasi dan 2 elektroda bantu pada jarak masing – masing 5 Meter, Kemudian operasikan *earth meter* digital dan seting batas ukur dari *earth meter* digital hingga memperoleh hasil yang ditunjukkan oleh display *seven segmen*. Sehingga penggunaan alat ini dapat mempermudah pembacaan hasil pengukuran yang tampil pada layar. (J.P Holman : 1985 : 145)

#### **D. Volt Meter**

Berbagai jenis voltmeter yang memberikan keluaran digital, sebagai susunan penunjuk dan skala yang konversional. Dengan menggunakan transistor efek medan yang cocok pada tahap – tahap masukan, impedansi masukannya mungkin sama besar dengan impedansi tabung hampa atau

instrument. Terdapat pula pilihan yang luas mengenai modifikator sinyal masukan, *konvertor* arus bolak – balik ke arus searah, *converter* arus searah tahanan, penguat, sehingga pada kenyataannya voltmeter digital memungkinkan para esperimentalis melakukan pengukuran presisi pada jangkauan variable yang luas. tidak mengherankan bahwa harga voltmeter digital itu sebanding dengan ketelitian dan keluesannya. (J.P Holman : 1985 : 150).

#### **E. AMPERE METER**

Ampere meter merupakan sebuah alat ukur yang berfungsi untuk mengukur arus yang ditimbulkan oleh suatu sumber tegangan. dalam pembuatan ampere meter langkah yang utama kita harus dapat mengkonversi arus ukur dengan arus kumparan. Arus kumparan yang diakibatkan arus listrik yang mengalir didalam kumparan. Jika kumparan itu mempunyai  $N$  lilitan, dan panjang lilitan didalam medan magnet itu adalah  $L$ , maka gaya pada kumparan itu adalah

$$F = N \cdot B i l$$

Gaya ini diukur dengan mengamati defleksi pegas. prinsip diatas merupakan dasar untuk membuat galvanometer.

Dalam hal ini gaya penahan pegas torsi diberikan oleh pita logam , sedang pada intrumen lebih peka digunakan dispensi filament. Sebagai pengganti susunan cermin dan berkas cahaya. Gerakan D'Arsorval dapat pula di pakai sebagai instrument jenis penunjuk. akan tetapi instrument demikian

tidak sepeka galvanometer cermin karena tambahan massa penunjuk itu mengurangi kemampuannya, karena panjang skalanya lebih pendek. kepekaan (*sensitivity*) berbagai galvanometer komersial sebagaimana dihibau oleh Sweeney

Gerakan D'Arsorval, dalam salah satu bentuk, dapat digunakan untuk mengukur arus searah. jika gerakan ini dihubungkan dengan arus bolak – balik (arus serangga) , meter itu akan bergetar. Jika frekuensi cukup tinggi, akan menunjukkan nol. dalam hal manapun, gerakan D'Arsorval tidak dapat digunakan secara langsung untuk mengukur arus bolak – balik. analisa yang rinci (detail) mengenai respon gerakan galvanometer ke berbagai bentuk gelombang arus bolak balik. (J.P Holman : 1985 : 106).

## **F. Komponen Dasar**

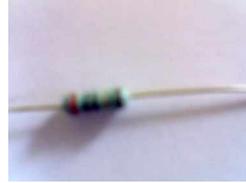
### **1. Resistor**

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi membagi tegangan atau arus dalam suatu rangkaian. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam memilih resistor yaitu :

- a. Toleransi, dimana resistor yang diproduksi nilainya tidak selalu tepat
- b. Tingkat daya yaitu kemampuan maksimum resistor dalam membatasi energi atau arus listrik yang melewatinya
- c. Kestabilan yaitu nilai resistor tidak berubah akibat temperature tinggi atau pemakaian yang lama.



a. Simbol



b. Fisik

Gambar 2 : Simbol dan fisik resistor  
(Sumber : A.R.Margunadi : 1983 : 35)

Resistor ada 2 jenis yaitu resistor tetap dan resistor variable. Resistor tetap artinya nilai resistansinya tidak dapat diubah – ubah, sedangkan resistor variable nilai resistansinya dapat diubah – ubah.

Resistor diberi nilai secara standar dan besarnya nilai tersebut sudah tertera di badan resistor. Nilai resistor ditentukan dengan kombinasi gelang – gelang warna dan setiap posisi gelang memiliki arti tersendiri (A.R.Margunadi : 1983 : 35)

Resistor memiliki beberapa macam jenis antara lain :

a. Resistor tetap

Resistor tetap mempunyai batas ukuran arus, mengingat arus listrik dapat menimbulkan panas. Untuk arus lemah bentuk resistor sangat kecil karena itu ukuran resistor ditulis dengan kode warna – warna

b. Potensiometer

Potensiometer adalah resistor yang dapat diubah nilainya dengan cara memutar tungkai potensiometer

## c. Trimmer

Seperti potensio tetapi untuk mengubah nilainya harus menggunakan obeng.

## d. Resistor geser

Resistor geser seperti potensio tetapi ukurannya besar dan biasanya digunakan dilaboratorium

## e. Resistor buzzer

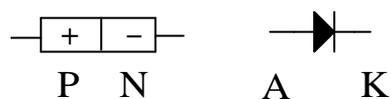
Resistor buzzer yaitu resistor yang dapat diubah dengan memutar atau mengatur angka – angkanya. Jadi nilai resistor ini bias langsung diketahui besarnya.

## f. Resistor sumbat

Sama seperti resistor buzzer, hanya caranya mengatur dengan sumbat, menyumbat berarti menghubungkan langsung.

## 2. Dioda

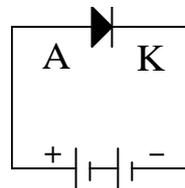
Adalah sebuah komponen elektronika yang terbuat dari bahan semi konduktor ( bahan yang dapat menghantarkan arus listrik jika ada tegangan yang melebihi tegangan kerja bahan semi konduktor tersebut ). Dioda sendiri terbentuk dari bahan semi konduktor tipe pn ( lihat gambar 3 ) dimana p adalah anoda yang bermuatan positif dan n adalah anoda yang bermuatan negatif. ( A.R Margunadi. 1983 : 39)



Gambar 3 : Simbol Dioda  
(Sumber : A.R.Margunadi : 1983 : 39)

a. Tegangan bias maju ( Forward Bias )

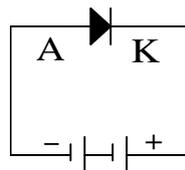
Tegangan bias maju ini terjadi saat P ( anoda ) diberi tegangan positif dan N ( katoda ) diberi tegangan negatif . Pada keadaan ini akan terjadi penurunan tahanan dalam dioda yang menyebabkan arus elektron akan mengalir dari anoda ke katoda pada saat tegangan dadal antara p dan terlampaui. Tegangan dadal bias maju ini berkisar 0,3 V untuk dioda germanium dan 0,7 V untuk dioda silikon.



Gambar 4 : Bias Maju Pada Dioda  
(Sumber : A.R.Margunadi : 1983 : 39)

b. Tegangan bias mundur ( Reverse Bias )

Yaitu terjadi saat anoda diberi tegangan negatif dan katoda diberi tegangan positif. Hal ini akan menyebabkan tahanan dioda menjadi sangat besar dan kemungkinan kecil arus akan mengalir. Dioda dalam rangkaian *reverse* ini mempunyai tegangan dadal ( *breakdown* ) yang sangat besar dan akan dadal jika tegangan masukannya diperbesar menjadi ratusan volt.

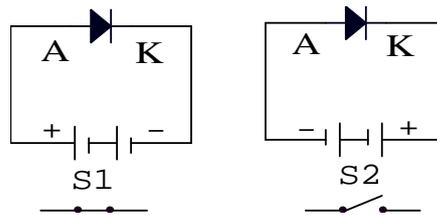


Gambar 5 : Dioda dengan Bias Mundur  
(Sumber : A.R.Margunadi : 1983 : 40)

c. Pendekatan Dioda ( Dioda Ideal )

Dioda akan terhubung baik dalam arah *forward* dan tegangan masukan melebihi tegangan dadal 0,3 V untuk germanium dan 0,7 V untuk silikon dan konduktor buruk dalam arah *reverse*. Jika diambil inti sarinya suatu dioda ideal berlaku sebagai konduktor sempurna ( bertegangan nol ) bila diberi bias maju. Berlaku sebagai isolator yang sempurna ( berarus nol ) saat bias mundur.

Dalam istilah rangkaian dioda ideal berlaku sebagai saklar tertutup, saat bias *forward* dan tegangannya melebihi tegangan dadal dioda. Apabila diberi bias *reverse* menjadi saklar terbuka .



Gambar 6 : Kondisi Dioda Pada Saat Dibias  
(Sumber : A.R.Margunadi : 1983 : 40)

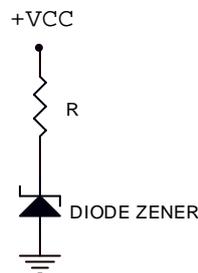
### 3. Dioda Zener

Dioda *zener* adalah dioda khusus yang dibuat dari bahan silikon dan bekerja pada *reverse* bias. Dioda ini biasanya digunakan sebagai penstabil tegangan. Hal ini dikarenakan dioda akan mempertahankan tegangan walaupun arus yang melaluinya berubah. ( A.R Margunadi 1983 : 41).

Untuk menghasilkan *zener* sebagai penstabil tegangan, *zener* harus diberi *reverse* bias. Selanjutnya untuk memenuhi tegangan dadal, maka tegangan masukan harus melebihi tegangan dadal tersebut (  $V_z$  ). Tahanan

seri  $R_s$  harus selalu digunakan untuk membatasi arus *zener* agar tidak melampaui batas kemampuan arusnya, kalau tidak maka *zener* akan terbakar. Sedangkan perumusannya adalah sebagai berikut:

$$I_{\text{seri}} = \frac{V_s - V_z}{R_s} \dots\dots\dots(2)$$



Gambar 7 : Rangkaian Pengaman Arus Zener  
(Sumber : A.R.Margunadi : 1983 : 41)

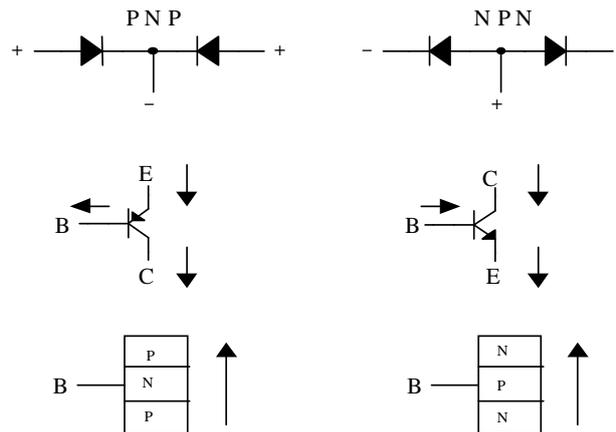
Pada saat *zener* dipasang pada tegangan dadal, idealnya dioda berlaku seperti sebuah baterai ( dengan mengabaikan resistansi *zener* ). Jika tahanan seri tidak diabaikan maka akan terjadi perubahan tegangan dengan adanya perubahan arus walaupun nilainya sangat kecil.

#### 4. Transistor

Transistor adalah piranti semi konduktor yang terbuat dari bahan silikon atau germanium. Dimana di dalamnya terdiri dari tiga buah semi konduktor yang berselang-seling. Apabila yang tengah adalah tipe P dan diapit oleh dua buah tipe N, transistor tersebut berjenis NPN, bila dua semi konduktor P mengapit N maka disebut PNP. ( A.R Margunadi : 1983 : 46)

Ada tiga unsur dalam transistor yaitu kolektor, basis, dan emitor.

Panah pada emitor menyatakan arah aliran arus dan simbol transistor.



Gambar 8 : Simbol dan Karakteristik Transistor  
(Sumber : A.R.Margunadi : 1983 : 46)

Sebuah transistor dapat diumpamakan dua buah dioda PN yang disusun saling membelakangi. Sehingga jika antara basis dan emitor belum diberi tegangan, maka satu dari kedua dioda tersebut terbias mundur menyebabkan tidak meneruskan arus, meskipun antara kolektor dan emitor diberikan beda potensial.

Sebaliknya jika basis emitor dibias maju, maka kedua dioda akan mengalirkan arus sehingga antara kolektor dan emitor akan mengalirkan arus.

#### a. Transistor sebagai saklar

Adalah salah satu fungsi dari transistor yang digunakan untuk menghubungkan satu titik ke titik lain dengan memanfaatkan daerah kerja transistor saat *cut-off* dan saturasi.

a. *Cut-Off*

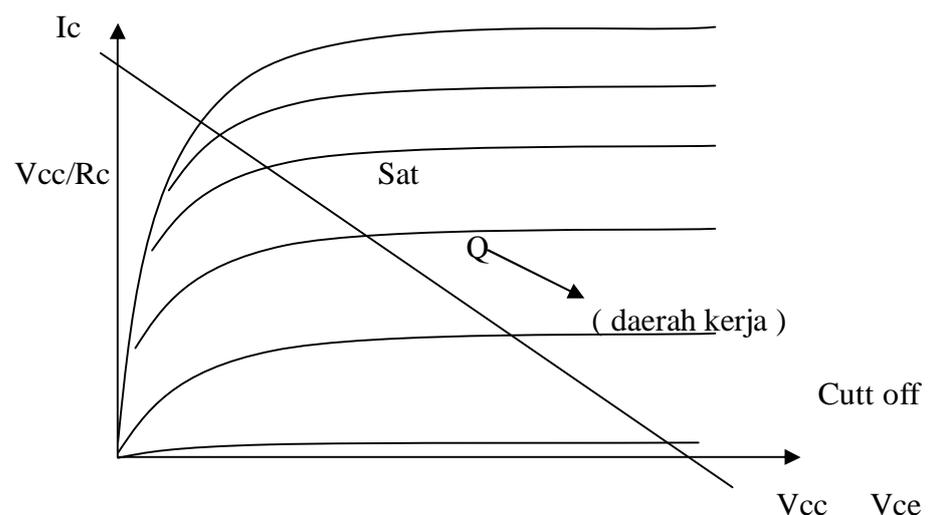
Kondisi dimana transistor pada kolektor dan emitor seperti saklar terbuka. Pada garis beban DC dapat diambil penjelasan, saat arus basis ( $I_b$ ) adalah nol maka arus kolektor ( $I_c$ ) yang mengalir ke kolektor adalah nol sehingga tidak ada arus yang mengalir ke emitor. Hal ini dapat diidealkan antara kolektor dan emitor seperti saklar terbuka.

b. Daerah Kerja Transistor

Daerah dimana  $I_b$  diatas nol menuju  $I_b$  dibawah  $I_b$  saturasi. Diidealkan transistor akan menuju menjadi saklar tertutup.

c. Saturasi

Yaitu kondisi dimana  $I_b$  sama dengan  $I_b$  saturasi. Antara kolektor dan emitor seperti saklar tertutup dan tidak bergerak lagi. Arus akan mengalir dari kolektor ke emitor secara penuh.



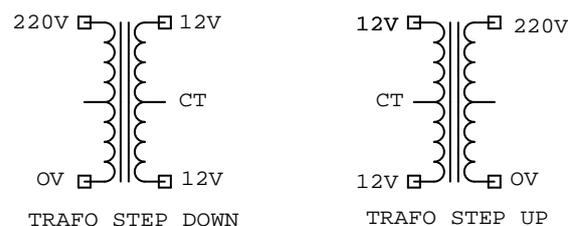
Gambar 9 : Daerah Kerja Aktif Transistor  
(Sumber : A.R.Margunadi : 1983 : 50)

## 5. Transformator

Transformator adalah salah satu komponen elektronika yang digunakan untuk mengubah nilai arus dan tegangan listrik jala–jala. Perubahan ini dapat berupa penambahan atau pengurangan .

Trafo sendiri terdiri dari tiga buah bagian pokok, yaitu: lilitan primer, lilitan sekunder, dan *current*. Transformator terbuat dari kawat email yang digulung pada sebuah *coker* atau *current* atau inti. Dan apabila dialirkan arus di dalamnya maka akan timbul induksi ( medan magnet ) serta apabila melewati *current* maka *current* akan menjadi magnet. Adanya induksi pada lilitan primer maka akan terjadi pula induksi pada lilitan sekunder. Keadaan ini pada sekunder akan menghasilkan tegangan pada tap–tapnya. ( J.P Holman 1985 : 83)

Lilitan primer dan sekunder hubungannya dengan perubahan tegangan masukan dan keluaran adalah sebagai berikut :



Gambar 10 : Skematik Trafo  
(Sumber : J.P Holman 1985 : 83)

## 6. Transduser (sensor)

Ada sejumlah besar piranti untuk mengubah variabel fisik menjadi sinyal listrik yang setara, piranti demikian disebut *transduser* (*transducer*).

(Sumber : J.P Holman 1985 : 163)

Dalam piranti ini jenis transduser yang digunakan adalah jenis transduser tahanan variabel. Transduser tahanan variabel (*variable resistance transducer*) merupakan piranti yang sangat umum digunakan. Transduser tahanan variabel pada dasarnya adalah suatu alat untuk mengubah anjakan linier atau angular menjadi sinyal listrik, akan tetapi dengan metode-metode mekanik gaya dan tekanan pun dapat dapat kita ubah menjadi anjakan (*displacement*) sehingga alat ini dapat di gunakan untuk mengukur daya dan tekanan.

## 7 DAC (Digit Analog Converter)

Bagian digital pada ICL 7107 digambarkan di dalam figur 8 dan 9. Infigure 8, suatu landasan digital internal adalah diturunkan dari 6V dioda zener dan suatu panel sumber pengikut besar. Power supply ini adalah gaya yang kaku untuk menyerap sekarang kapasitip yang besar manakala punggung naik pesawat terbang. Voltase adalah switchhead. frekuensi adalah calculatet pembagian th jam frekwensi oleh 800. sebagai contoh, dengan suatu frekwensi jam 48KHz ( 3 pembacaan per detik), backplane akan merupakan suatu 60Hz penyiku melambatkan dengan suatu amplitudo nominal. Catatlah bahwa ini bermaksud tha amplitudo dan frekwensi sama. Catatlah bahwa ini adalah ke luar dari- tahap manakala segmen adalah pada (atas) dan in-phase manakala batal/mulai. Tegangna DC negatif ada kasus di dalam segmen.

ICL7107 adalah serupa kepada ICL7106 kalau tidak backplane dan pengarah. ICL7107 dirancang untuk memandu common anode LED'S dengan suatu type segmen arus 8mA. Meletakkan menjepit 19 (ribuan keluaran digit) karam sekarang dari dua DPC (Diode Pemancar Cahaya) segmen, dan mempunyai suatu 16 mA memandu capatifite.

Indikasi polaritas adalah " terpasang" untuk masukan analog negatif, karena kedua-duanya ICL7106 dan ICL7107. jika IN-HI diinginkan dan IN-LO dapat dibalikkan memberi " terpasang" karena positif masukan analog.

Tiga pendekatan dapat digunakan:

- a. Acrystal antara peniti/lencana 39 dan 40.
- b. Suatu osilator eksternal yang conected untuk meletakkan/ menjepit 40.
- c. Suatu RC osilator yang menggunakan semua tiga peniti/lencana.

Pengintegrasian isyarat harus suatu berbagai 60 Hz pickup. Frekwensi osilator 30 KHz, 40 KHz, 48KHz, 60 KHz, 60KHz, 80KHz, 120KHz, 240KHz, shoul terpilih. Dengan cara yang sama, selama 50 hz penolakan, frekwensi osilator 200KHz, 100 KHz, 66KHz, 50 KHz, 40 KHz, yang sesuai. Catatan yang 40KHz(2.5 readings/second) akan menolak kedua-duanya 50 dan 60 Hz ( juga 400 dan 440Hz).

Auto-Zero menerima porsi acuan yang tak terpakai deintreget untuk isyarat kurang dari total. Suatu siklus pengukuran lengkap adalah 4,000 getar ( 16,000 jam berdenyut), untuk tegangan masukan. Sebagai suatu

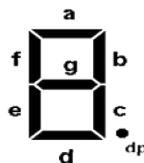
contoh, suatu frekwensi osilator 48KHZ akan digunakan untuk memperoleh tiga pembacaan per detik. (Sumber : [www.goggle.com](http://www.goggle.com))

## 8. Display

Peralatan yang dipakai untuk menunjukkan atau menampilkan angka dalam suatu pengukuran disebut display. Ada beberapa display yang dipakai yaitu :

- a. Nixie tube
- b. Seven segment
- c. Dot matrix

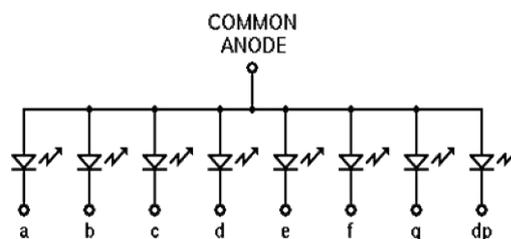
Pada umumnya piranti yang dipakai sebagai tampilan adalah *dot matrix* atau *segmen segment*. Alat yang dibuat menggunakan *seven segment* adalah LED yang disusun sedemikian rupa dan dapat menghasilkan angka desimal 0 sampai 9 dengan mengatur penyalan *seven segment*. Sifat pencatuan arus *seven segment* terdapat 2 macam tampilan yaitu common anoda dan common katoda . Pada tampilan common anoda dari ketujuh LED dijadikan 1 dan Vcc pada common katoda, kaki katoda ketujuh LED dihubungkan menjadi 1 ground. Tampilan *seven segment* ini terdiri angka delapan dan tiap segment tersebut diberi tanda dengan huruf a, b, c, d, e, f, dan g. Susunan *seven segment* tersebut tampak pada gambar dibawah ini :



Gambar 11 : Susunan LED pada seven segment

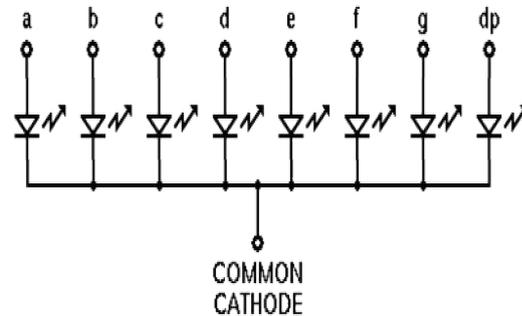
(Sumber : Malvino, 1987 : 103)

Jenis tampilan ini terdiri dari tujuh segment terpisah yang diberi label a–g. Tujuh segment ini merupakan cacahan segment minimum yang diperlukan untuk menampilkan angka 0–9. Sejumlah karakter alfabet juga disajikan menggunakan seven segment ini. Display seven segment mempunyai dua tipe yaitu LED (*Light Emitting Diode*) dan LCD (*Liquid Crystal Display*) memerlukan daya yang sangat kecil untuk mengoperasikannya dibanding dengan tipe LED. Sehingga sering digunakan untuk perangkat-perangkat portabel dimana kebutuhan daya merupakan pertimbangan utama. Tetapi tampilan LED dapat dilihat dalam kegelapan, sedangkan LCD memerlukan cahaya cukup disekitarnya. LED mengubah arus listrik menjadi cahaya. Sehingga untuk penyinaran salah satu segment dari tampilan harus diarahkan ke dioda dari segment yang dimaksud. Dalam contoh ditunjukkan bahwa anoda-anoda dihubungkan satu sama lain untuk memberikan konfigurasi yang disebut *common anoda Configuration*. Jika dihubungkan adalah kodenya maka konfigurasi disebut *common cathode configuration*.



Gambar 12 : Common Anoda

(Sumber : [www.goggle.com](http://www.goggle.com))



Gambar 13 : Common Katoda

(Sumber : [www.goggle.com](http://www.goggle.com))

Setiap display *seven segment* membentuk satu digit dari tampilan banyak digit lengkap. Dengan demikian setiap digit mempunyai delapan terminal, satu untuk semua sambungan bersama dan satu untuk setiap segment. Dalam aplikasi sering ditambahkan titik desimal, sehingga terdapat sembilan desimal.

Sebelum segment digerakkan, keluaran sistem digital harus diubah kedalam isyarat yang sesuai untuk menggerakkan tampilan. Masukan dari sistem digital biasanya dalam bentuk biner yang diubah menjadi isyarat tujuh jalur untuk menggerakkan masing-masing segment. Perubahan ini dilakukan oleh penyandian. Dibawah ini merupakan contoh dari jalur-jalur yang harus diaktifkan pada *seven segment*.

**Tabel 2 : Jalur – jalur yang harus diaktifkan pada *seven segment***

Input counter	Segment Activate							Resulting Display 0
	a	b	c	d	e	f	g	
0	a	b	c	d	e	f		0
1		b	c					1
2	a	b		d	e		g	2
3	a	b	c	d			g	3
4		b	c			f	g	4
5	a		c	d		f	g	5
6	a		c	d	e	f	g	6
7	a	b	c					7
8	a	b	c	d	e	f	g	8
9	a	b	c	d		f	g	9

Sumber : Tokhem 1985

### BAB III

#### PERANCANGAN ALAT UKUR TAHANAN TANAH

##### A. Perancangan Alat

Perancangan alat ini terdiri dari 6 langkah yang harus dilakukan secara berurutan yaitu :

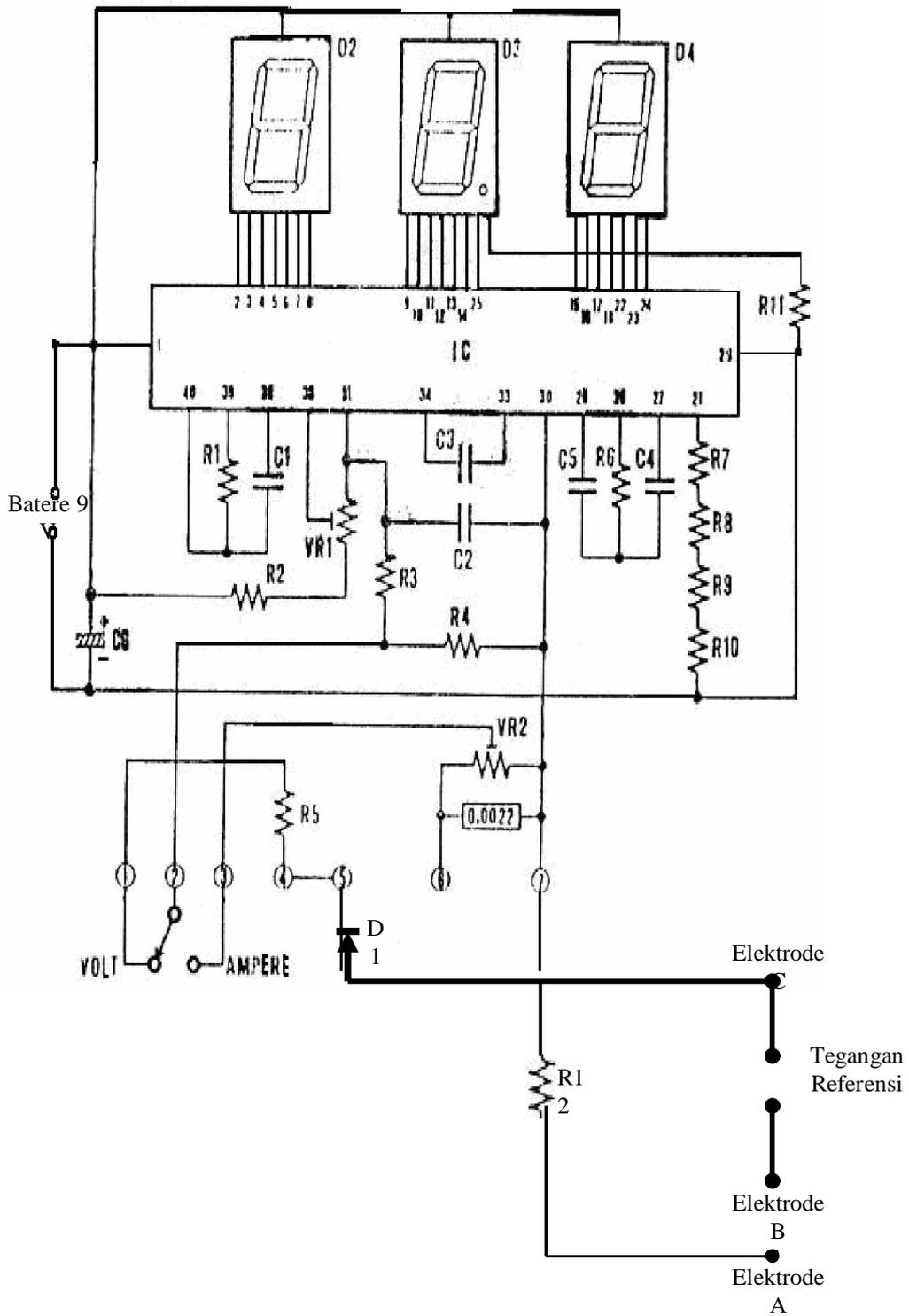
##### 1. Proses pembuatan PCB (*Print Circuit Board*)

Alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan PCB meliputi :

**Tabel 3 : Daftar alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan alat**

No.	Alat dan bahan	Jenis	Jumlah
1.	Mata bor	Diameter 0,8 mm	1 set
2.	Tang kupas	Kecil	1 buah
3.	Solder	40 watt	1 buah
4.	PCB	Polos 10 x 10 cm	1 buah
5.	Ferri Clorida	Serbuk	Secukupnya
6.	Lofvet	Pasta	Secukupnya
7.	Tiner	Super	Secukupnya
8.	Mur – baut	5 mm	4 buah
9.	Tenol	0,8 mm	Secukupnya

Jenis PCB yang digunakan dalam perencanaan ini adalah PCB polos dengan ketebalan 1 mm yang nantinya akan digambar *layout* rangkaian yang sudah ditentukan sebelumnya.

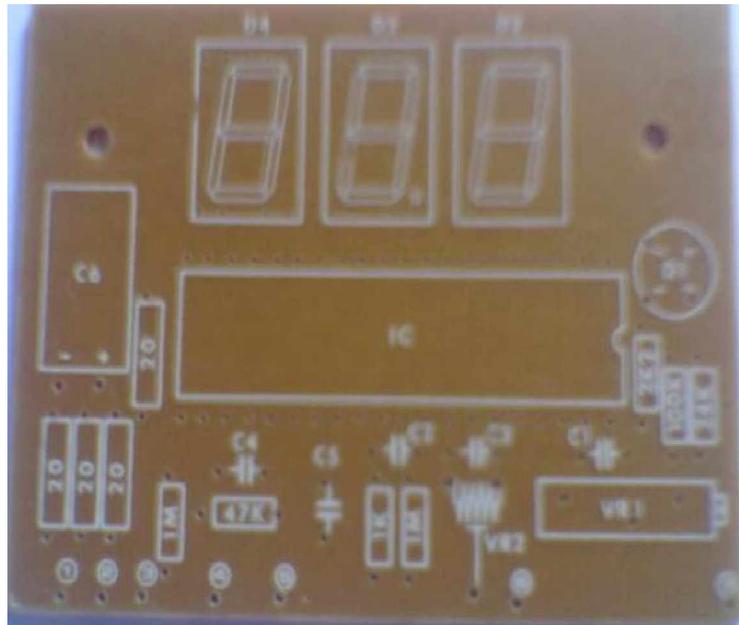


Gambar 14 : Rangkaian alat ukur resistansi pentanahan digital  
(Sumber ; Sofyan Nasution : 1987 : 46)

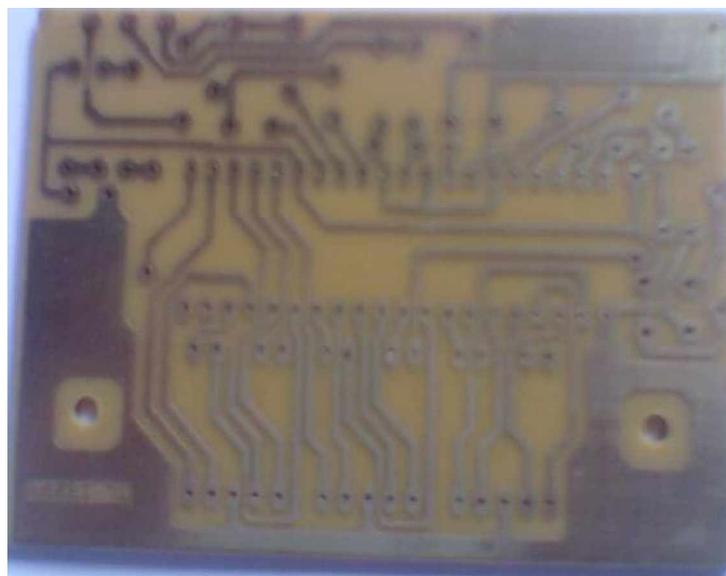
**Tabel 4 : Daftar komponen alat ukur pentanahan digital**

No.	Nama	Besaran	Type	Jumlah
1.	R <sub>1</sub>	100 KΩ	0,5 W	1 buah
2.	R <sub>2</sub>	24 KΩ	0,5 W	1 buah
3.	R <sub>3</sub> , R <sub>5</sub>	1 MΩ	0,5 W	2 buah
4.	R <sub>4</sub>	1 KΩ	0,5 W	2 buah
5.	R <sub>6</sub>	47 KΩ	0,5 W	1 buah
6.	R <sub>7</sub> , R <sub>8</sub> , R <sub>9</sub> , R <sub>10</sub>	20 Ω	0,5 W	4 buah
7.	R <sub>11</sub>	2,2 KΩ	0,5 W	1 buah
8.	R <sub>12</sub>	100 KΩ	0,5 W	1 buah
9.	VR <sub>1</sub>	1 KΩ	Multiturn	1 buah
10.	VR <sub>2</sub>	1 – 3 KΩ	Trimpot	1 buah
11.	C <sub>1</sub>	100 pF	50 V	1 buah
13.	C <sub>2</sub>	0,01 μF	50 V	1 buah
14.	C <sub>3</sub>	0,1 μF	50 V	1 buah
15.	C <sub>4</sub>	0,022 μF	50 V	1 buah
16.	C <sub>5</sub>	0,47 μF	50 V	1 buah
17.	C <sub>6</sub>	47 μF	50 V	1 buah
18.	IC	-	ICL 7107	1 buah
19.	D <sub>1</sub>	-	IN 4007	1 buah
20.	D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub> , D <sub>4</sub>	-	LED 7 segment	3 buah
21.	Batere	9 V	Kotak	1 buah
22.	Batere	1,5 V	AA	4 buah





Gambar 16 : *Layout* PCB rangkaian alat ukur pentanahan tampak atas



Gambar 17 : *Layout* PCB rangkaian alat ukur pentanahan tampak bawah

## 2. Proses pembuatan jalur

Pada tahap ini pertama – tama merancang ukuran PCB sehingga membentuk ukuran posisi dan lay out yang bagus, baik dan benar. Kemudian merancang tata letak komponen dan merancang jalur antar komponen sehingga membentuk jalur yang singkat, rapi dan benar. Setelah semua selesai dilanjutkan dengan memotong PCB sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Kemudian memindahkan hasil rancangan alur tadi ke PCB. Proses pembuatan *layout* ada yang menggunakan penggambaran manual, proses pelarutan dan pelapisan

## 3. Proses pelarutan dan pelapisan

- a. Melarutkan PCB yang telah tergambar jalur PCB dengan *Ferri Chloride* untuk menghilangkan lapisan tembaga yang tidak terpakai.
- b. Mengangkat PCB dari *Ferri Chloride* apabila lapisan tembaga yang tidak terpakai sudah terlarut semua. Kemudian mencuci PCB tersebut dengan air sampai bersih.
- c. Membersihkan sisa lapisan cat sablon pada jalur PCB dengan menggunakan tinner.

## 4. Proses pengeboran

Untuk mendapat hasil yang baik, pengecoran dilakukan dengan hati – hati agar tidak merusak jalur – jalur papan rangkaian tercetak.

## 5. Pemasangan komponen

Urutan pemasangan komponen sebagai berikut :

- a. Mengecek terhadap hubungan antar jalur – jalurnya untuk menghindari hubungan singkat
- b. Mengetes semua komponen satu persatu untuk mendapatkan komponen yang mempunyai karakteristik sesuai dengan yang diharapkan. Komponen yang rusak atau tidak sesuai dengan karakteristiknya harus diganti untuk menghindari rangkaian dari kegagalan operasi.
- c. Memasang soket – soket rangkaian terintegrasi (IC) dan kabel penghubung
- d. Memasang komponen – komponen pasif, dimulai dari komponen yang tahan terhadap panas seperti resistor, kapasitor non polaritas baru kemudian kapasitor polaritas, pemasangan komponen ini harus sesuai dengan posisi dan polaritasnya masing – masing, jadi tidak boleh terbalik.
- e. Memasang komponen – komponen aktif mulai dari komponen yang tahan terhadap panas, misalnya dioda.
- f. Memasang komponen – komponen aktif, yang kurang tahan panas, seperti transistor. Pemasangan komponen ini tidak boleh bertukar kaki – kakinya (basis, emitor dan kolektornya)

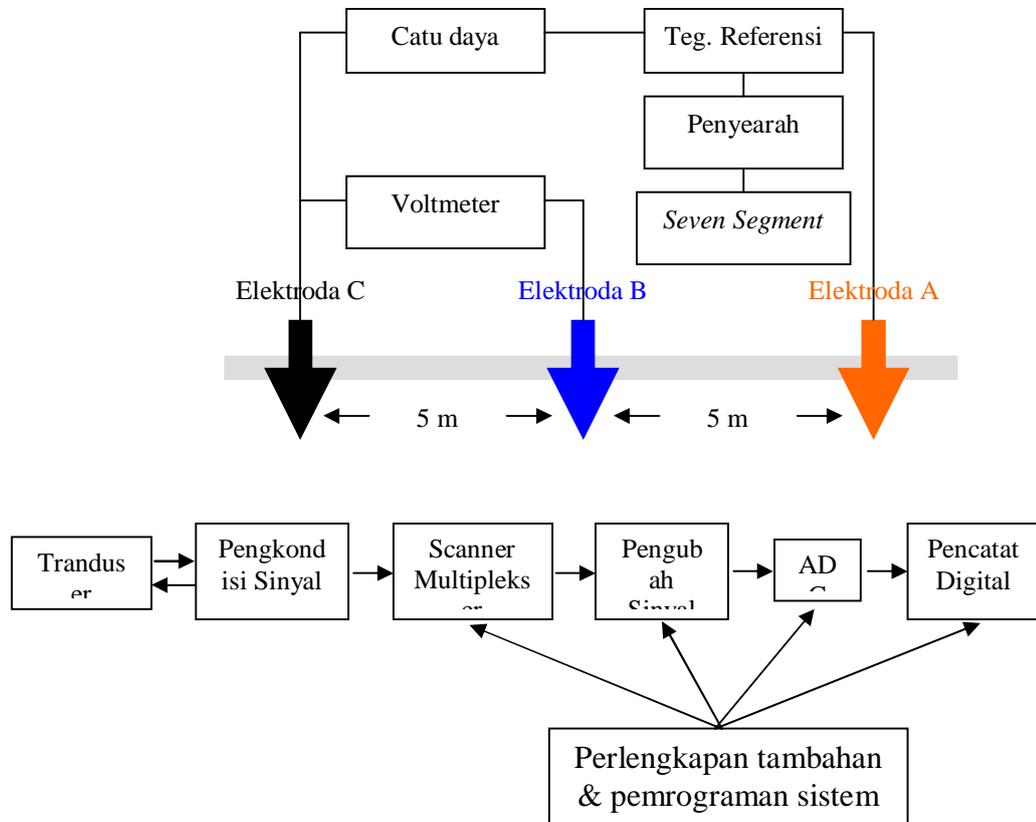
- g. Memasang komponen yang memakai soket, misalnya rangkaian terintegrasi (IC)
- h. Melakukan penyolderan dengan solder yang dayanya tidak terlalu besar, yaitu sekitar 30 watt. Hal ini dilakukan untuk menghindari pemasangan yang berlebihan terutama terhadap komponen aktif.

## 6. Proses perakitan

Urutan proses perakitan sebagai berikut :

- a. Merakit bagian dalam kontak (*box*) yaitu tempat rangkaian tercetak dengan cara memasang dengan cara memasang penampilan yang berupa seven segment.
- b. Memasang soket – soket atau penghubung yang menempel langsung pada kotak
- c. Menghubungkan papan rangkaian tercetak yang satu dengan yang lain dengan menggunakan kabel penghubung (*jumper*)
- d. Memeriksa kembali untuk memastikan ada atau tidaknya rangkaian yang salah sambung antara satu dan lainnya
- e. Mencuci bagian – bagian yang sudah diberi lubang dengan menggunakan sekerup sehingga diperoleh penempatan yang permanen.

## B. Prinsip kerja alat ukur tahanan pentanahan



Gambar 18 : Skema alat ukur tahanan pantanahan digital

Alat pengukur resistansi pentanahan digital ini merupakan sebuah aplikasi dari rangkaian voltmeter. Tercapainya pengukuran resistansi pentanahan dapat dihasilkan dari pengukuran tegangan dan arus ( $V/I$ ). Dalam perancangan alat ukur ini menggunakan dua suplay tegangan yaitu tegangan untuk alat ukur dan tegangan referensi yang dialirkan ke masing – masing elektrode. secara garis besar prinsip kerja darai rangkaian ini adalah tegangan referensi dialirkan ke elektrode – elektrode, karena elektrode ditanam dalam tanah sehingga akan timbul tegangan balik kemudian disearahkan, dari hasil penyearahan tersebut akan tampil dalam *seven segment*.

Alat ukur resistansi pentanahan ini terdiri atas rangkaian alat ukur, rangkaian tampilan *seven segment*, tegangan referensi ( $> 430 \text{ V}$ ), tegangan alat ukur ( $9 \text{ V}$ ). dari gambar 15 dapat dijelaskan : Tegangan referensi mengalir pada elektrode (A, B, dan C), yang ditanam dengan jarak antar elektroda sejauh 5 meter, jika tanah tersebut kering maka tegangan referensi akan drop sehingga  $V$  referensi turun  $V$  balik kecil sehingga resistansi yang dihasilkan juga kecil, begitu juga sebaliknya untuk tanah basah. dari hasil umpam balik tegangan referensi disearahkan dengan diode ( $D_1$ ), kemudian diproteksi oleh  $R_5$  ke IC 7107 kaki no 30. dari setelah masuk ke dalam IC yang didalamnya terdapat rangkaian decoder BCD seven segment, dan rangkaian ADC. untuk mengkalibrasi hasil pengukuran dapat dilakukan dengan cara memutar  $VR_1$  ke kanan atau ke kiri.

Dalam pengujian menggunakan alat ini perlu diperhatikan hal – hal sebagai berikut :

1. Tanam elektrode dalam tanah (3 elektrode)
2. Hubungkan elektrode ke probe alat ukur yaitu :
  - a. A untuk elektrode bantu I
  - b. B untuk elektrode bantu II
  - c. C untuk elektrode utama
3. Setelah semua terpasang geser saklar SW1 pada posisi ON dan saklar SW2 pada posisi OFF hingga layar *seven segment* menunjukkan tampilan 000
4. Setelah tampilan 000, geser saklar SW2 pada posisi ON

5. Dan lihatlah hasil pengukuran resistansi pada tampilan *seven segment*.

Dalam kondisi alat ukur tidak terhubung dengan elektroda SW2 tidak boleh pada kondisi ON karena padasaat tanpa beban tegangan yang ditimbulkan sangat besar sehingga dapat merusak IC 7107.

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA**

#### **A. Pengumpulan Data Pengujian Alat**

Dalam melakukan pengujian dan pendataan dibutuhkan sebuah instrumen sebagai suatu cara fisis untuk menentukan suatu besaran ( kuantitas ) atau variable. Instrumen tersebut membantu peningkatan keterampilan manusia dan dalam banyak hal memungkinkan seseorang untuk menentukan nilai dari suatu besaran yang tidak diketahui. Tanpa bantuan instrumen tersebut, manusia tidak dapat menentukannya.

Dengan demikian, sebuah instrumen dapat didefinisikan sebagai sebuah alat yang digunakan untuk menentukan nilai atau kebenaran dari suatu kuantitas atau variabel. Instrumen elektronik, yang namanya disesuaikan dengan perkataan “ elektronik “ yang terkandung didalamnya, didasarkan pada prinsip-prinsip listrik atau elektronika dalam pemakaiannya sebagai alat ukur elektronika. Sebuah instrumen elektronika dapat berupa sebuah alat yang konstruksinya sederhana dan relatif tidak rumit seperti halnya sebuah alat ukur dasar untuk arus searah.

Tetapi dengan berkembangnya teknologi, tuntutan akan kebutuhan instrumen-instrumen yang lebih terpercaya dan lebih teliti semakin meningkat yang kemudian menghasilkan perkembangan-perkembangan baru dalam perencanaan dan pemakaian. Untuk menggunakan instrumen-instrumen ini secara cermat, kita perlu memahami prinsip-prinsip kerjanya

dan mampu memperkirakan apakah instrumen tersebut sesuai untuk pemakaian yang direncanakan.

## **B. Ketelitian dan Ketepatan**

Ketelitian menyatakan tingkat kesesuaian atau dekatnya suatu hasil pengukuran terhadap harga yang sebenarnya. Sedangkan untuk ketepatan (*presisi*) menyatakan tingkat kesamaan didalam sekelompok pengukuran atau sejumlah instrumen. Dalam melakukan pengukuran perlu diperhatikan hal – hal sebagai berikut :

1. Ketelitian (*Accuracy*) : pembacaan alat mendekati harga sebenarnya dari variable yang diukur.
2. Ketepatan (*Precision*) : mendapatkan hasil pengukuran yang serupa.
3. Sensitivitas (*Sensitivity*) : perbandingan antara sinyal keluaran / atau respon alat terhadap perubahan masukan / variable yang diukur.
4. Kesalahan (*Error*) : penyimpangan variable yang diukur dari harga / nilai sebenarnya.
5. Resolusi (*resolusion*) : perubahan terkecil dalam nilai yang diukur menyebabkan alat akan memberi respon / tanggapan.

Setiap pengukuran tidak semua menghasilkan hasil yang sempurna.

Hal ini dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain:

1. Kesalahan-kesalahan umum ( *gross error* )

Kebanyakan disebabkan oleh kesalahan manusia, diantaranya adalah kesalahan pembacaan alat ukur, penyetulan yang tidak tepat dan pemakaian instrumen yang tidak sesuai.

2. Kesalahan-kesalahan sistematis ( *systematic error* )

Disebabkan oleh kekurangan-kekurangan pada instrumen sendiri, seperti kerusakan, adanya bagian-bagian yang aus dan pengaruh lingkungan terhadap peralatan atau pemakai.

3. Kesalahan-kesalahan yang tidak disengaja ( *random error* )

Diakibatkan oleh penyebab-penyebab yang tidak langsung diketahui sebab perubahan parameter atau sistem pengukuran terjadi secara acak.

### C. Persiapan Peralatan

1. AVO meter digital

Merk : Digital Multimeter

Seri : DT – 830B

2. AVO meter analog

Merk : Sunwa

Seri : GE-360TRes

3. Osiloskop

Merk : Leader

Tipe : LBO-524

4. Seperangkat toolset
5. Modul elektronika

#### **D. Pelaksanaan Pendataan**

Sebelum melakukan pendataan dengan melakukan pengukuran pada titik-titik yang telah ditentukan pada alat yang penulis buat, terlebih dahulu penulis melakukan berbagai persiapan guna mendukung dan juga sebagai panduan ataupun dasar dalam proses pelaksanaan pendataan, persiapan yang penulis lakukan diantaranya:

1. Mempelajari buku-buku dari sumber literatur yang berkaitan dengan judul karya tulis yang penulis buat.
2. mempelajari teori-teori dasar yang berkaitan dengan permasalahan yang dibahas dalam karya tulis ini.
3. Mempelajari teori dasar dari tiap rangkaian yang penulis gunakan dalam pembuatan alat.
4. Menganalisa tiap rangkaian yang akan diukur.
5. Mempelajari perhitungan secara teori pada tiap konfigurasi rangkaian dan komponen yang penulis gunakan.

#### **E. Pengujian**

Tujuan untuk menentukan titik pengukuran sehingga didapatkan data-data yang akan disajikan. Titik pengukuran pada alat yang penulis buat adalah sebagai berikut:

1. Titik pengukuran 1 ( TP1 )  
Yaitu untuk mengetahui besarnya tegangan yang masuk ke kaki *seven segment* pada saat menyala.
2. Titik pengukuran 2 ( TP2 )  
Yaitu untuk mengetahui tegangan pada kaki 21 IC 7107
3. Titik pengukuran 3 ( TP3 )  
Yaitu untuk mengetahui tegangan pada kaki 27 IC 7107
4. Titik pengukuran 4 ( TP4 )  
Yaitu untuk mengetahui tegangan pada kaki 28 IC 7107
5. Titik pengukuran 5 ( TP5 )  
Yaitu untuk mengetahui tegangan pada kaki 29 IC 7107
6. Titik pengukuran 6 ( TP6 )  
Yaitu untuk mengetahui tegangan pada kaki 30 IC 7107
7. Titik pengukuran 7 ( TP7 )  
Yaitu untuk mengetahui tegangan pada kaki 31 IC 7107
8. Titik pengukuran 8 ( TP8 )  
Yaitu untuk mengetahui tegangan pada kaki 32 IC 7107.
9. Titik pengukuran 9 ( TP9 )  
Yaitu untuk mengetahui tegangan pada kaki 33 IC 7107
10. Titik pengukuran 10 ( TP10 )  
.Yaitu untuk mengetahui tegangan pada kaki 34 IC 7107
11. Titik pengukuran 11 ( TP1 )  
Yaitu untuk mengetahui tegangan pada kaki 38 IC 7107

## 12. Titik pengukuran 12 ( TP12 )

Yaitu untuk mengetahui tegangan pada kaki 39 IC 7107

## 13. Titik pengukuran 13 ( TP13 )

Yaitu untuk mengetahui tegangan pada kaki 40 IC 7107

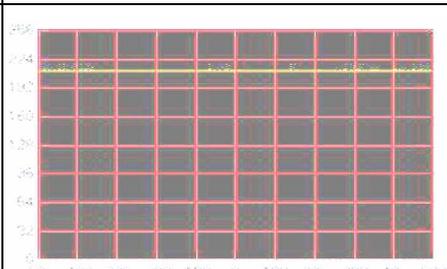
## 14. Titik pengukuran 14 ( TP14 )

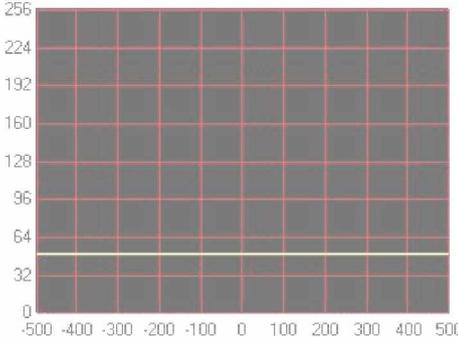
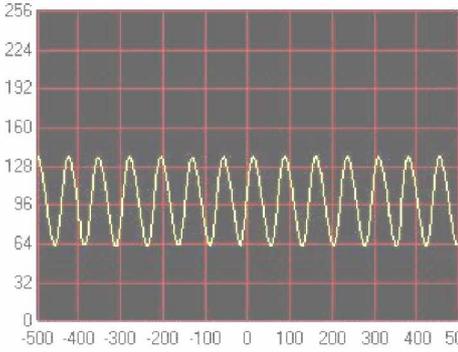
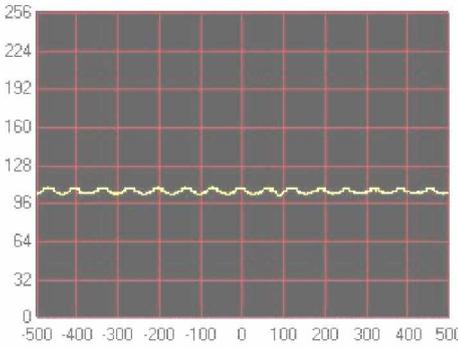
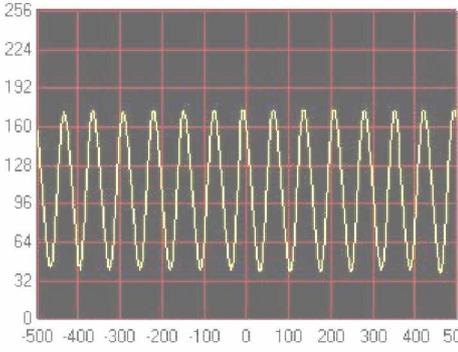
Yaitu untuk mengetahui tegangan referensi yang masuk ke masing masing elektroda.

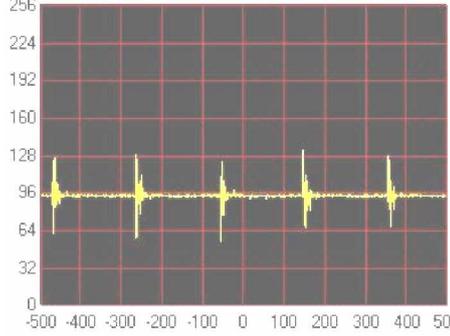
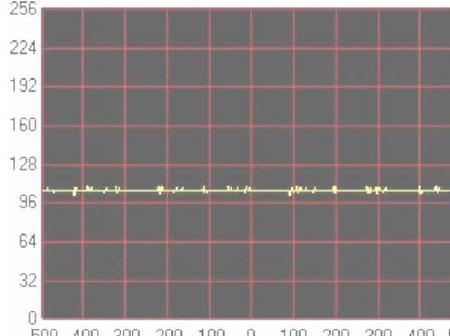
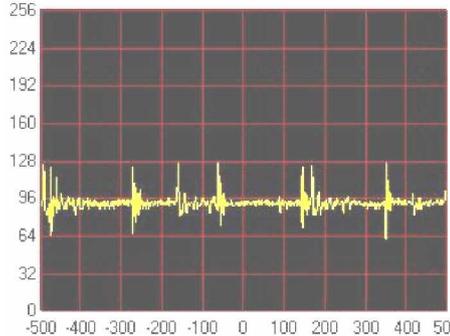
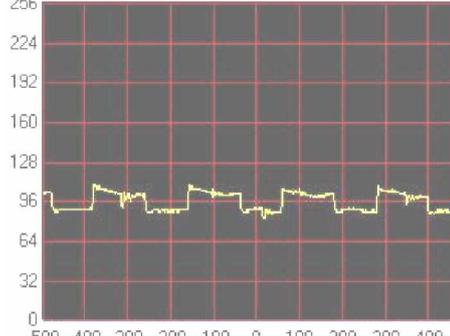
### F. Penyajian Data

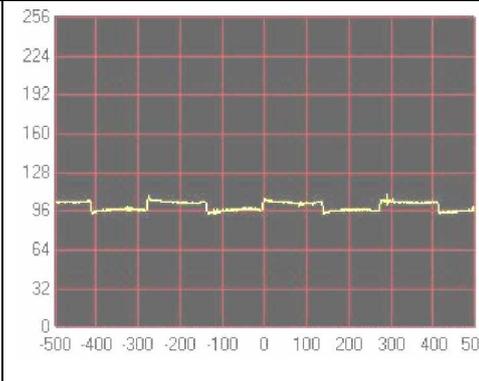
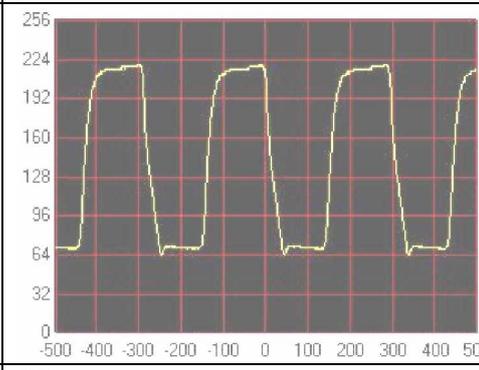
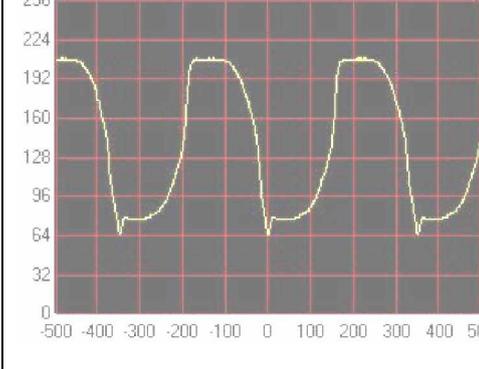
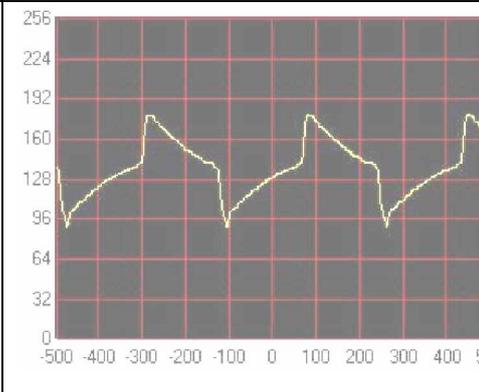
Setelah diadakan pendataan dan pengukuran pada tiap-tiap titik pengukuran, maka langkah selanjutnya adalah mengumpulkan data dan menyajikan data yang diperoleh. Hal ini dilakukan untuk mempermudah analisa data, dan secara rincinya adalah sebagai berikut:

**Tabel 6 : Hasil Pengukuran rangkaian alat ukur tahanan pentanahan digital**

No	TP	TEGANGAN	KETERANGAN
1	TP1	1 V Chanel 1 : 1.000 V/Div Time SMPL : 10.00 $\mu$ s/Div	

2	TP2	<p>102 mV</p> <p>Chanel 2 : 1.000 V/Div</p> <p>Time SMPL : 10.00 <math>\mu</math>s/Div</p>	
3	TP3	<p>3.62 mV</p> <p>Chanel 1 : 1.000 V/Div</p> <p>Time RQU : 10.00 <math>\mu</math>s/Div</p>	
4	TP4	<p>16.8 Mv</p> <p>Chanel 1 : 1.000 V/Div</p> <p>Time SMPL : 50.00 ms/Div</p>	
5	TP5	<p>39.7 mV</p> <p>Chanel 1 : 1.000 V/Div</p> <p>Time SMPL : 50.00 ms/Div</p>	

6	TP6	<p>121.7 mV</p> <p>Chanel 1 : 1.000 V/Div</p> <p>Time SMPL : 20.00 ms/Div</p>	
7	TP7	<p>0 mV</p> <p>Chanel 1 : 1.000 V/Div</p> <p>Time equ : 20.00 ms/Div</p>	
8	TP8	<p>0 mV</p> <p>Chanel 1 : 1.000 V/Div</p> <p>Time EQU : 20.00 Ms/Div</p>	
9	TP9	<p>0.3 mV</p> <p>Chanel 1 : 1.000 V/Div</p> <p>Time SMPL : 10.00 ms/Div</p>	

10	TP10	<p>3.5 mV</p> <p>Chanel 2 : 1.000 V/Div</p> <p>Time SMPL : 10.00 ms/Div</p>	
11	TP11	<p>0.98 mV</p> <p>Chanel 1 : 1.000 V/Div</p> <p>Time SMPL : 10.00 ms/Div</p>	
12	TP12	<p>0.96 mV</p> <p>Chanel 1 : 1.000 V/Div</p> <p>Time SMPL : 10.00 ms/Div</p>	
13	TP13	<p>0.92 mV</p> <p>Chanel 1 : 1.000 V/Div</p> <p>Time SMPL : 10.00 ms/Div</p>	
14.	TP14	AC = 433 V	Tegangan converter IN = 3 V dan

		BC = 436 V	OUT = 430 V
--	--	------------	-------------

### G. Prosentase Kesalahan

Analisa terhadap data pengukuran adalah menentukan kemungkinan penentuan ketidak pastian hasil pengujian akhir secara analitis. Hasil dari suatu pengukuran dengan metode tertentu dapat diramalkan berdasarkan data contoh ( sampel data ) tanpa memiliki informasi ( keterangan ) yang lengkap mengenai semua faktor–faktor gangguan.

Agar cara–cara statistik dan keterangan yang diberikannya bermanfaat, biasanya diperlukan sejumlah pengukuran yang banyak. Juga dalam hal ini, kesalahan acak, sebab pengerjaan data secara statistik tidak dapat menghilangkan suatu prasangka tertentu yang selalu terdapat dalam semua pengukuran.

Sedangkan untuk mencari prosentase kesalahan yaitu dengan membandingkan antara teori yang ada dengan hasil pengukuran. Dapat juga dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Prosentase Kesalahan}(PK) = \frac{HU_{AD} - HU_{AA}}{HU_{AA}} \times 100\% \text{ atau } \frac{HU_{AA} - HU_{AD}}{HU_{AD}} \times 100\%$$

Keterangan :

$HU_{AD}$  = Hasil pengukuran dengan alat ukur digital

$HU_{AA}$  = Hasil pengukuran dengan alat ukur analog

**1. Perhitungan Prosentase Kesalahan Hasil Pengukuran Tahanan  
Pentanahan Di Sebelah Utara Gedung E8 Pengujian Ke 1**

a) Pada kedalaman elektroda 30 cm

$$HU_{AD} = 421 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 410 \Omega$$

$$\begin{aligned} PK &= \frac{HU_{AD} - HU_{AA}}{HU_{AA}} \times 100\% \\ &= \frac{421 - 410}{410} \times 100\% \\ &= 2,68 \% \end{aligned}$$

b) Pada kedalaman elektroda 50 cm

$$HU_{AD} = 154 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 140 \Omega$$

$$\begin{aligned} PK &= \frac{HU_{AD} - HU_{AA}}{HU_{AA}} \times 100\% \\ &= \frac{154 - 140}{140} \times 100\% \\ &= 10,00 \% \end{aligned}$$

c) Pada kedalaman elektroda 60 cm

$$HU_{AD} = 119 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 125 \Omega$$

$$\begin{aligned} PK &= \frac{HU_{AA} - HU_{AD}}{HU_{AD}} \times 100\% \\ &= \frac{125 - 119}{119} \times 100\% \\ &= 5,04 \% \end{aligned}$$

d) Pada kedalaman elektroda 70 cm

$$HU_{AD} = 98 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 110 \Omega$$

$$\begin{aligned}
 PK &= \frac{HU_{AA} - HU_{AD}}{HU_{AS}} \times 100\% \\
 &= \frac{110 - 98}{98} \times 100\% \\
 &= 12,24 \%
 \end{aligned}$$

e) Pada kedalaman elektroda 80 cm

$$HU_{AD} = 88 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 90 \Omega$$

$$\begin{aligned}
 PK &= \frac{HU_{AA} - HU_{AD}}{HU_{AD}} \times 100\% \\
 &= \frac{90 - 88}{88} \times 100\% \\
 &= 2,27 \%
 \end{aligned}$$

f) Pada kedalaman elektroda 90 cm

$$HU_{AD} = 72 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 80 \Omega$$

$$\begin{aligned}
 PK &= \frac{HU_{AA} - HU_{AD}}{HU_{AD}} \times 100\% \\
 &= \frac{80 - 72}{72} \times 100\% \\
 &= 11,11 \%
 \end{aligned}$$

**Tabel 7 : Hasil pengukuran tahanan pentanahan di sebelah utara gedung E8 Pengujian ke 1**

NO.	Kedalaman Elektroda (cm)	Pengukuran dengan Alat ukur		% Kesalahan
		Digital ( $\Omega$ )	Analog ( $\Omega$ )	
1.	30	421	410	2,68
2.	50	154	140	10,00

3.	60	119	125	5,04
4.	70	98	110	12,24
5.	80	88	90	2,27
6.	90	72	80	11,11
PK Rata – rata				<b>7,22</b>

## 2. Perhitungan Prosentase Kesalahan Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Di Sebelah Utara Gedung E8 Pengujian Ke 2

a) Pada kedalaman elektroda 30 cm

$$HU_{AD} = 380 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 405 \Omega$$

$$\begin{aligned} PK &= \frac{HU_{AA} - HU_{AD}}{HU_{AD}} \times 100\% \\ &= \frac{405 - 380}{380} \times 100\% \\ &= 6,58 \% \end{aligned}$$

b) Pada kedalaman elektroda 50 cm

$$HU_{AD} = 175 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 135 \Omega$$

$$\begin{aligned} PK &= \frac{HU_{AD} - HU_{AA}}{HU_{AA}} \times 100\% \\ &= \frac{175 - 135}{135} \times 100\% \\ &= 29,63 \% \end{aligned}$$

c) Pada kedalaman elektroda 60 cm

$$HU_{AD} = 132 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 120 \Omega$$

$$\begin{aligned}
 PK &= \frac{HU_{AD} - HU_{AA}}{HU_{AA}} \times 100\% \\
 &= \frac{132 - 120}{120} \times 100\% \\
 &= 10,00 \%
 \end{aligned}$$

d) Pada kedalaman elektroda 70 cm

$$HU_{AD} = 95 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 115 \Omega$$

$$\begin{aligned}
 PK &= \frac{HU_{AA} - HU_{AD}}{HU_{AS}} \times 100\% \\
 &= \frac{115 - 95}{95} \times 100\% \\
 &= 21,05 \%
 \end{aligned}$$

e) Pada kedalaman elektroda 80 cm

$$HU_{AD} = 85 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 88 \Omega$$

$$\begin{aligned}
 PK &= \frac{HU_{AA} - HU_{AD}}{HU_{AD}} \times 100\% \\
 &= \frac{88 - 85}{85} \times 100\% \\
 &= 3,53 \%
 \end{aligned}$$

f) Pada kedalaman elektroda 90 cm

$$HU_{AD} = 81 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 75 \Omega$$

$$\begin{aligned}
 PK &= \frac{HU_{AD} - HU_{AA}}{HU_{AA}} \times 100\% \\
 &= \frac{81 - 75}{75} \times 100\% \\
 &= 8,00 \%
 \end{aligned}$$

**Tabel 8 : Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Di Sebelah Utara Gedung E8 Pengujian Ke 2**

NO.	Kedalaman Elektroda (cm)	Pengukuran dengan Alat ukur		% Kesalahan
		Digital ( $\Omega$ )	Analog ( $\Omega$ )	
1.	30	380	405	6,58
2.	50	175	135	29,63
3.	60	132	120	10,00
4.	70	95	115	21,05
5.	80	85	88	3,53
6.	90	81	75	8,00
PK Rata – rata				<b>13,13</b>

### 3. Perhitungan Prosentase Kesalahan Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Di Sebelah Utara Gedung E8 Pengujian Ke 3

a) Pada kedalaman elektroda 30 cm

$$HU_{AD} = 403 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 410 \Omega$$

$$\begin{aligned}
 PK &= \frac{HU_{AA} - HU_{AD}}{HU_{AD}} \times 100\% \\
 &= \frac{410 - 403}{403} \times 100\% \\
 &= 1,74 \%
 \end{aligned}$$

b) Pada kedalaman elektroda 50 cm

$$HU_{AD} = 160 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 160 \Omega$$

$$PK = \frac{HU_{AD} - HU_{AA}}{HU_{AA}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{160-160}{160} \times 100\% \\
 &= 0,00 \%
 \end{aligned}$$

c) Pada kedalaman elektroda 60 cm

$$HU_{AD} = 137 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 135 \Omega$$

$$\begin{aligned}
 PK &= \frac{HU_{AD} - HU_{AA}}{HU_{AA}} \times 100\% \\
 &= \frac{137 - 135}{135} \times 100\% \\
 &= 1,48 \%
 \end{aligned}$$

d) Pada kedalaman elektroda 70 cm

$$HU_{AD} = 108 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 110 \Omega$$

$$\begin{aligned}
 PK &= \frac{HU_{AA} - HU_{AD}}{HU_{AS}} \times 100\% \\
 &= \frac{110 - 108}{108} \times 100\% \\
 &= 1,85 \%
 \end{aligned}$$

e) Pada kedalaman elektroda 80 cm

$$HU_{AD} = 95 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 98 \Omega$$

$$\begin{aligned}
 PK &= \frac{HU_{AA} - HU_{AD}}{HU_{AD}} \times 100\% \\
 &= \frac{98 - 95}{95} \times 100\% \\
 &= 3,16 \%
 \end{aligned}$$

f) Pada kedalaman elektroda 90 cm

$$HU_{AD} = 75 \Omega \text{ dan } HU_{AA} = 70 \Omega$$

$$\begin{aligned} PK &= \frac{HU_{AD} - HU_{AA}}{HU_{AA}} \times 100\% \\ &= \frac{75 - 70}{70} \times 100\% \\ &= 7,14 \% \end{aligned}$$

**Tabel 9 : Hasil Pengukuran Tahanan Pentanahan Di Sebelah Utara Gedung E8 Pengujian Ke 3**

NO.	Kedalaman Elektroda (cm)	Pengukuran dengan Alat ukur		% Kesalahan
		Digital ( $\Omega$ )	Analog ( $\Omega$ )	
1.	30	403	410	1,74
2.	50	160	160	0,00
3.	60	137	135	1,48
4.	70	108	110	1,85
5.	80	95	98	3,16
6.	90	75	70	7,14
PK Rata – rata				<b>2,56</b>

Dari PK rata – rata pada pengujian 1, 2, dan 3 dapat diperoleh Prosentase kesalahan alat ukur tahanan pentanahan secara keseluruhan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} PK_{alat\ ukur} &= \frac{PK_{Rata-rata1} + PK_{Rata-rata2} + PK_{Rata-rata3}}{3} \\ &= \frac{7,22 + 13,13 + 2,56}{3} \\ &= \frac{22,91}{3} \\ &= 7,64 \% \end{aligned}$$

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Simpulan**

Berdasarkan tugas akhir dengan judul “**Rancang Bangun Alat Ukur Tahanan Tanah Digital Portable**” dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pembuatan alat pengukur tahanan tanah digital ini tidak lepas dari rangkaian dasar ampere meter dan volt meter yang tampilannya di dapat terbaca dengan tepat.
2. Tercapainya pengukuran resistansi pentanahan dapat dihasilkan dari pengukuran tegangan dan arus ( $V/I$ ). Dalam perancangan alat ukur ini menggunakan dua suplay tegangan yaitu tegangan untuk alat ukur dan tegangan referensi yang dialirkan ke masing – masing elektrode. secara garis besar prinsip kerja darai rangkaian ini adalah tegangan referensi dialirkan ke elektrode – elektrode, karena elektrode ditanam dalam tanah sehingga akan timbul tegangan balik kemudian disearahkan, dari hasil penyearahan tersebut akan tampil dalam *seven segment*.
3. Dari hasil pengujian dapat dikatakan alat ini berfungsi dengan baik dan dari 3 pengujian alat ini selalu konsisten dalam menunjukkan hasil pengukuran, sehingga kesalahan relatifnya cukup kecil yaitu 7,64 % .

**B. Saran**

1. Dalam pengoperasian alat ukur tahanan pentanahan digital tidak diperkenankan menghidupkan SW1 dan SW2 secara bersamaan apabila belum terpasang pada elektroda.
2. Dalam pengukuran tahanan pentanahan diharapkan memilih lokasi yang disekitarnya tidak terdapat medan magnet yang besar karena dapat mempengaruhi hasil pengukuran.

## DAFTAR PUSTAKA

- Holman, J P, 1985, *Metode Pengukuran Tenik Edisi ke 4*, Erlangga, Jakarta
- Malvino, A.P, 1996, *Prinsip – Prinsip Elektronika Edisi ke 3*, Erlangga, Jakarta.
- Margunadi,A.R, 1983, *Pengantar Umum Elektroteknik*, PT.Dian Rakyat, Jakarta.
- Sutrisno, 1989, *Rangkaian Digital dan Perancangan Logika*, Erlangga, Jakarta.
- Nasution sofyam, 1987, *Analisis dan Desain Rangkaian Terpadu Digital*, Erlangga, Jakarta.
- Tirto miharjo, Samuel. H, 1995, *Elektronika Digital*, Andi, Yogyakarta.
- Tim Gramedia, 1991, *Rangkaian – Rangkaian Elektronika*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta.