



A 314

DP/BPPI/BISB/169/90

314

NO: 196 / 6 / BALAI RISET
DAN STANDARISASI INDUSTRI

PEMBUATAN PROTOTYPE ALAT CONDUCTOMETER

DISPERPUSIP JATIM

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI SURABAYA
JL. JAGIR WONOKROMO 360 TELP. 816012 SURABAYA

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkah dan rahmat karuniaNya maka kegiatan penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penelitian yang berjudul " Pembuatan Prototipe Konduktometer " ini merupakan pelaksanaan DIP Tahun Anggaran 1989 - 1990 di Balai Industri Surabaya.

Pada kesempatan ini tak lupa kami ucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

Untuk keperluan penyempurnaan laporan ini kami harapkan kritik dan saran dari semua pihak.

Surabaya, Maret 1990

Penyusun,

NURKAMARI

DAFTAR ISI

	Halaman
1. Kata Pengantar	i
2. Daftar isi	ii
3. Daftar Gambar	iii
4. Daftar Tabel	iv
5. Ringkasan	v
6. Bab I. Pendahuluan	1
7. Bab II. Landasan Teori	2
8. Bab III. Pelaksanaan Percobaan	11
9. Bab IV. Hasil dan Pembahasan	19
10. Bab V. Kesimpulan dan Saran	27
11. Daftar Kepustakaan	28

D A F T A R G A M B A R

Halaman

Gambar 1 . Beberapa contoh elektroda	5
Gambar 2 . Jembatan Kohlrausch	6
Gambar 3 . Rangkaian tahanan depan	6
Gambar 4 . Skema Blok Konduktometer	7
Gambar 5 . Rangkaian multivibrator a. stabil	8
Gambar 6 . Rangkaian IC 741 sebagai penguat	9
Gambar 7 . Rangkaian penguat balik inversi	10
Gambar 8 . Rangkaian penguat balik non inversi	11
Gambar 9 . Rangkaian Percobaan 1	12
Gambar 10 . Rangkaian Percobaan 2	13
Gambar 11 . Rangkaian Percobaan 3	13
Gambar 12 . Rangkaian Percobaan 4	14
Gambar 13 . Elektroda	14
Gambar 14 . Rangkaian dasar Jembatan Wheatstone	16
Gambar 15 . Rangkaian Percobaan 9	16
Gambar 16 . Rangkaian Percobaan 10	17

D A F T A R G A M B A R

Halaman

Gambar 1 . Beberapa contoh elektroda	5
Gambar 2 . Jembatan Kohlrausch	6
Gambar 3 . Rangkaian tahanan depan	6
Gambar 4 . Skema Blok Konduktometer	7
Gambar 5 . Rangkaian multivibrator a. stabil	8
Gambar 6 . Rangkaian IC 741 sebagai penguat	9
Gambar 7 . Rangkaian penguat balik inversi	10
Gambar 8 . Rangkaian penguat balik non inversi	11
Gambar 9 . Rangkaian Percobaan 1	12
Gambar 10 . Rangkaian Percobaan 2	13
Gambar 11 . Rangkaian Percobaan 3	13
Gambar 12 . Rangkaian Percobaan 4	14
Gambar 13 . Elektroda	14
Gambar 14 . Rangkaian dasar Jembatan wheatstone	16
Gambar 15 . Rangkaian Percobaan 9	16
Gambar 16 . Rangkaian Percobaan 10	17

D A F T A R T A B E L

	Halaman
1. Tabel 1 . Hubungan Konsentrasi KCL dengan Konduktor	4
2. Tabel 2 . Pengaruh kondisi batery terhadap kuat arus	19
3. Tabel 3 . Pengaruh tahanan terhadap tegangan keluaran	19
4. Tabel 4 . Pengaruh tegangan masukan terhadap tegangan keluaran. .	20
5. Tabel 5 . Pengaruh nilai kapasitas terhadap nilai frekwensi . . .	20
6. Tabel 6 . Keadaan Polaritas elektroda	21
7. Tabel 7 . Hasil penerapan jembatan Wheatstone	21
8. Tabel 8 . Jangka pengukuran dengan variasi tingkat penguatan . .	23
9. Tabel 9 . Pengaruh VR_2 dan konsentrasi hantaran KCL terhadap nilai kuat arus	24

Ringkasan .

Dengan memanfaatkan komponen IC 555 sebagai multivibrator a stabil dan IC 741 sebagai penguat serta sistem tahanan depan berhasil dibuat protipe alat konduktometer dengan spesifikasi sebagai berikut :

	: 0 - 500 u m h o
Jangka uji	: 0 - 1000 u m h o
	: 0 - 5000 u m h o
Waktu analisa	: 1 - 2 menit
Transducer	: Plat baja tahan karat
Catu daya	: 2 x 9 volt
	4 x 1½ volt

P e n d a h u l u a n

Salah satu dampak negatif pengembangan penduduk terutama didaerah-daerah perkotaan, adalah peningkatan kebutuhan air.

Perkembangan industri kecil maupun besar-pun ikut lebih membebani masalah air yang semakin langka ini.

Aneka ragamnya kebutuhan air untuk kepentingan industri juga menuntut karakteristik yang tertentu pula, seperti air ketel, pendingin, pencuci maupun air untuk proses.

Salah satu persyaratan air industri adalah; daya hantar listrik (DHL) atau konduktor, Konduktor bisa dipergunakan sebagai indikator jumlah kandungan zat-zat ionik terlarut, sehingga membantu perhitungan kebutuhan zat-zat penetralnya.

Bagi industri bermodal kuat investasi berupa alat-alat uji tidaklah menjadi masalah, namun bagi industri kecil masalahnya akan menjadi lain.

Maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk ikut meningkatkan kemampuan seleksi kebutuhan air dengan menciptakan suatu alat bantu uji yang sederhana dari segi harga, cara pemakaian maupun cara pemeliharaan.

Sesuai dengan konstruksi umum suatu alat uji, penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap antara lain:

unit masukan, pengolah sinyal serta unit kaluarnya.

Dengan menggunakan komponen elektronik IC 555 sebagai pembangkit arus sinusoidal , IC 741 sebagai penguat serta mikro ampermeter sebagai indikator keluaran, telah dapat dibuat alat uji DHL dengan spesifikasi antara lain :

- Jangka uji : 1. 0 - 500 mikro m h o
2. 0 - 1000 - " -
3. 0 - 5000 - " -

LANDASAN TEORI

1. Konduktometri.

Konduktometri adalah suatu cara analisa yang berdasarkan pengukuran daya hantar listrik, merupakan metoda fisika kimia yang cukup tua. Namun dengan berkembangnya cara analisa yang lebih sederhana seperti kolorimetri, pemakaian konduktometri menjadi lebih terbatas.

2. Konduktansi.

Konduktansi atau daya hantar listrik (DHL) suatu media adalah kebalikan dari nilai tahanannya.

Bila nilai tahanan adalah R dan konduktansi adalah W maka berlaku :

$$W = \frac{1}{R}$$

Tahanan suatu konduktor dapat dihitung berdasarkan persamaan : $R = \rho \frac{L}{S}$

dimana : ρ = tahanan spesifik

L = panjang konduktor

S = Luas penampang konduktor

Tahanan Spesifik (ρ) adalah tahanan suatu kolom silinder suatu media dengan panjang 1 cm dan luas permukaan silinder 1 cm².

$$\text{Jadi : } W = \frac{1}{R} = \frac{S}{L}$$

$\frac{S}{L}$ disebut tetapan sel

Konduktan spesifik adalah kebalikan dari tahanan spesifik .

$$\text{Konduktan spesifik} = X = \frac{1}{\rho}$$

$$\text{Jadi : } W = X \frac{S}{L}$$

Spesifik konduktan air (larutan dalam air)

Nilai konduktan air menunjukkan kemampuan air untuk menghantarkan listrik, menunjukkan jumlah kandungan ion-ion dalam air.

Hampir semua asam-asam an-organik merupakan konduktor yang baik seperti : HCL, H₂SO₄, Na₂CO₃, NaCL.

Sedangkan molekul-molekul organik mempunyai daya hantar yang rendah seperti : gula, benzena.

Berdasarkan nilai konduktannya larutan dibedakan menjadi 4 jenis :

1. Konduktan yang rendah; bila nilai konduktannya kurang dari 10 mikromho (< 10 mikromho) yang termasuk jenis ini, adalah air murni, larutan bukan air.
2. Konduktan sedang : $10 - 1000 \mu$ mhos yang termasuk jenis ini antara lain: larutan sangat encer dari elektrolit kuat, larutan encer dari elektrolit lemah.
3. Konduktan tinggi : $1000 - 100.000 \mu$ mhos, yang termasuk jenis ini antara lain : cairan garam, larutan encer dari elektrolit kuat.
4. Konduktan sangat tinggi : 100.000μ mhos, yang termasuk jenis ini antara lain cairan dari garam ionik serta larutan pekat dari elektrolit .

Pemulis lain membedakan air berdasarkan nilai konduktannya seperti

- berikut ini :
1. Air suling yang masih segar : $0,5 - 2 \mu$ mhos
 2. Air suling setelah beberapa minggu : $2 - 4 \mu$ mhos
 3. Air mentah : $50 - 500 \mu$ mhos
 4. Air mineral : $500 - 1000 \mu$ mhos
 5. Air buangan rumah tangga dan industri : Sampai lebih besar dari 10.000μ mhos

Larutan Standar Konduktor .

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan dapat dianjurkan penggunaan larutan standar Konduktor dengan menggunakan larutan garam KCL.

Berikut ini adalah tabel hubungan antara konsentrasi larutan KCL dengan nilai Konduktannya :

Konsentrasi KCL (M)	Konduktan pada 25° C (μ mhos)
0	
0,0001	14,94
0,0005	17,90
0,001	147,0
0,005	717,8
0,01	1413

Berdasarkan nilai konduktannya larutan dibedakan menjadi 4 jenis :

1. Konduktan yang rendah; bila nilai konduktannya kurang dari 10 mikromho (< 10 mikromho) yang termasuk jenis ini, adalah air murni, larutan bukan air.
2. Konduktan sedang : 10 - 1000 μ mhos yang termasuk jenis ini antara lain: larutan sangat encer dari elektrolit kuat, larutan encer dari elektrolit lemah.
3. Konduktan tinggi : 1000 - 100.000 μ mhos, yang termasuk jenis ini antara lain : cairan garam, larutan encer dari elektrolit kuat.
4. Konduktan sangat tinggi : 100.000 μ mhos, yang termasuk jenis ini antara lain cairan dari garam ionik serta larutan pekat dari elektrolit .

Pemulis lain membedakan air berdasarkan nilai konduktannya seperti berikut ini :

1. Air suling yang masih segar : 0,5 - 2 μ mhos
2. Air suling setelah beberapa minggu : 2 - 4 μ mhos
3. Air mentah : 50 - 500 μ mhos
4. Air mineral : 500 - 1000 μ mhos
5. Air buangan rumah tangga dan industri : Sampai lebih besar dari 10.000 μ mhos

Larutan Standar Konduktor

Berdasarkan penelitian yang pernah dilakukan dapat dianjurkan penggunaan larutan standar Konduktor dengan menggunakan larutan garam KCL. Berikut ini adalah tabel hubungan antara konsentrasi larutan KCL dengan nilai Konduktannya :

Konsentrasi KCL (M)	Konduktan pada 25° C (μ mhos)
0	
0,0001	14,94
0,0005	17,90
0,001	147,0
0,005	717,8
0,01	1413

Konsentrasi K L (M)	Konduktan pada 25° C (μ mhos)
0,05	2767
0,1	6668
0,2	12900
0,5	58640
1	111900

Tabel : 1. Hubungan antara konsentrasi dengan nilai konduktan KCL

Dari tabel diatas ternyata ada hubungan yang nyata antara konsentrasi dengan nilai konduktannya.

Penerapan pengukuran konduktan.

Berikut ini adalah tujuan penerapan pengukuran nilai konduktan :

- Pengetesan tingkat kemurnian air.
- Tingkat kandungan ion dalam air mentah
- Sebagai cek silang analisa kimia
- Analisa volumetri (titrasi).

Konduktometer :

Dikenal 2 (dua) cara penetapan konduktan yaitu, menggunakan prinsip jembatan Wheatstone serta menggunakan prinsip hukum ohm.

Bagian-bagian dari Konduktometer.

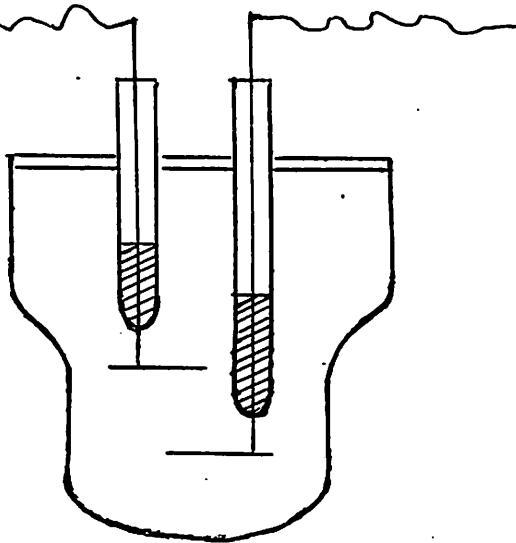
Seperti umumnya alat-alat ukur terdiri dari 3 (tiga) bagian , yaitu :

- masukan , - pengolah sinyal , - serta keluaran.

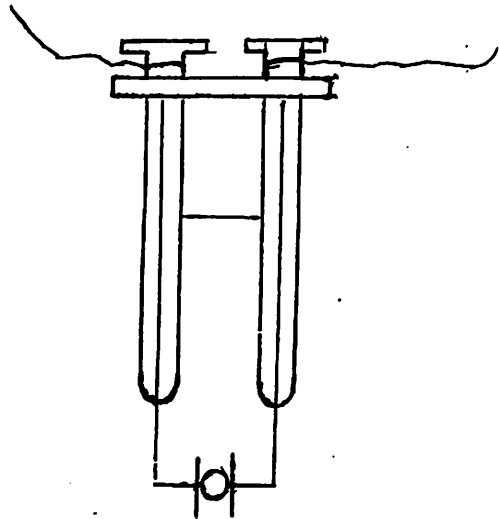
Bagian masukan :

Bagian ini umumnya berupa dua plat logam platina atau dari baja tahan karat, yang berjarak tertentu dan luas tertentu pula.

Tergantung penggunaannya, perbandingan luas dengan jarak dua plat (tetapan sel), bernilai antara 0,1 sampai 10 .



(a) Sel Konduktometer



(b) Elektroda celup.

Gambar: 1. Beberapa contoh elektroda.

Bagian ini berfungsi sebagai penghantar listrik, dimana daya hantarnya akan dipengaruhi oleh daya hantar media antara elektroda tersebut. Kemudian tergantung sistem pengolah sinyal yang dipergunakan, daya hantar media dapat diukur.

Bagian pengolah Sinyal .

Bagian ini bisa menggunakan sistem jembatan Wheastone ataupun sistem tahanan depan (hukum ohm).

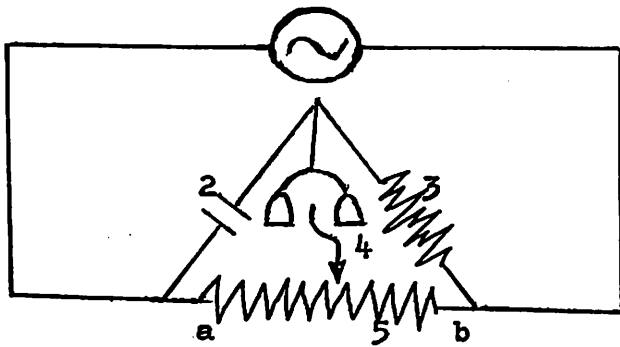
Sistem Jembatan .

Untuk keperluan ini dipergunakan sistem jembatan arus bolak balik yang merupakan pengembangan jembatan arus searah. Hal ini disebabkan karena sumber ber tegangan yang dipergunakan adalah arus bolak-balik untuk mencegah terjadinya polarisasi.

Memurut Brink O.G. (1979) yang diterjemahkan oleh Sachri S., semakin tinggi nilai konduktan, semakin tinggi pula polarisasinya.

Untuk itu diperlukan sumber tegangan bolak-balik dengan frekwensi antara 50 - 50.000 Hz.

Memurut Lyalikov (1968) jembatan Kehlrausch, dengan sumber tegangan yang berasal dari Buzzer atau pembangkit sinyal frekwaensi tinggi. Dan sebagai detektor tegangan jembatan berupa telpon penerima atau galvanometer A. C.



- 1. Pembangkit tegangan A. C.
- 2. Sel.
- 3. Tahanan tetap.
- 4. Indikator A. C
- 5. Tahanan geser .

Gambar : 2 Jembatan Kohlrausch

Pada keadaan setimbang berlaku hukum Kirchoff :

$$\frac{R_x}{ac} = \frac{R}{bc} \quad \text{atau} \quad R_x = R \frac{ac}{bc}$$

$$W_x = W \frac{bc}{ac}$$

Karena panjang ab tetap dan biasanya dibagi dalam 100 skala, maka :

$$W_x = W \frac{1000 - L}{L}$$

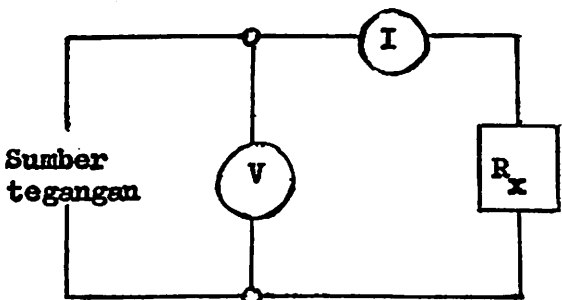
dimana : L = ac

W_x = Konduktan Sel

W = Konduktan dari R

Sistem tahanan depan (hukum OHM).

Suatu cara populer untuk pengukuran tahanan adalah menggunakan hukum OHM, jika tegangan antara ujung tahanan dan arus yang melaluinya dapat diukur, maka tahanan dapat dihitung berdasarkan hukum OHM :



$$R = \frac{V}{I}$$

I = Kuat arus

V = Tegangan

R_x = Tahanan yang diukur

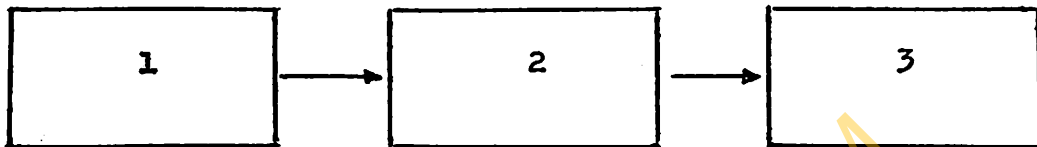
Gambar : 3. Rangkaian tahanan depan.

Bagian Keluaran :

Bagian ini tergantung dari sistem pengolah sinyal yang dipergunakan. Untuk sistem jembatan, maka keluaran bisa berupa suatu skala (Dial) yang dikaitkan pada tuas tahanan geser.

Sedang untuk sistem tahanan depan, bisa berupa meter dari tegangan ataupun kuat arus seperti volt meter, milivolt meter, mili-ampere meter, mikro-ampere meter.

Secara skematis konduktometer dapat digambarkan seperti berikut ini :



Gambar : 4 Skema blok Konduktometer

- dimana :
1. Bagian masukan
 2. Bagian pengolah sinyal
 3. Bagian keluaran

Sumber sinyal bolak balik .

Dahulu sebagai sumber atau pembangkit Simusoidal dipergunakan sistem pemutus arus (Buzzer), kemudian dengan diketemukan komponen-komponen elektronika baru seperti ; Transistor, rangkaian terpadu (IC) maka pembangkit sinyal simusoidal menjadi lebih sederhana mudah dirakit dengan berbagai variasi frekwensi. Salah satu komponen yang bisa dipergunakan sebagai pembangkit sinyal simusoidal yaitu : IC 555.

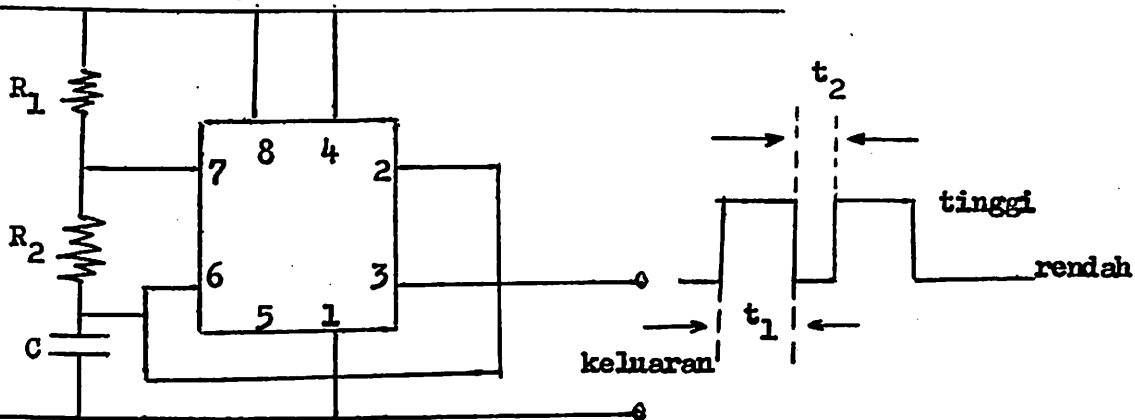
IC. 555.

IC. 555 merupakan suatu komponen elektronik yang sangat luas penggunaannya dan mula-mula diperkenalkan oleh Signetic dan sudah diproduksi oleh hampir semua pabrik semi-Konduktor.

Penggunaannya meliputi; pewaktu presisi, pembangkit denyut, pewaktuan berurutan dan lain-lain.

Dalam operasi pemundaan waktu, waktu secara tepat diatur oleh sebuah kondensator dan tahanan dari luar, sebagai osilator frekwensinya diatur oleh dua buah tahanan dan kondensator dari luar.

Rangkaian a stabil :



Gambar : 5. Rangkaian multivibrator a stabil

Periode keluaran berlevel tinggi maupun berlevel rendah ditentukan oleh besaran dari dua buah tahanan (R_1 , R_2) serta nilai kondensator (C).

$$T_1 = 0,7 (R_1 + R_2) C$$

$$T_2 = 0,7 \times R_2 \times C$$

$$\text{Jadi periode Total} = T = 0,7 (R_1 + 2R_2) C$$

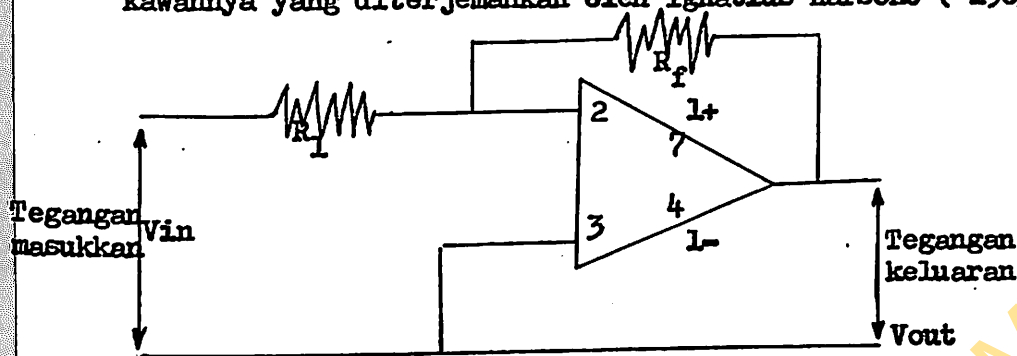
$$\text{Dan frekwensi} = F = \frac{1,45}{(R_1 + 2R_2) C}$$

dimana : R dalam (ohm)
 C dalam farad (F)
 F dalam Hz

Berikut ini adalah spesifikasi dari IC. 555

Karakteristik	Maksimum
Tegangan catu	18 V
Disipasi daya	600 mW
Kisaran temperatur kerja	0 - 70° C
Kisaran temperatur penyimpanan	- 85 - 150° C
Temperatur penyolderan	300° C

Untuk itu diperlukan suatu umpan balik negatif, dan penguatnya disebut penguat umpan balik inversi serta penguat umpan balik non-inversi. Dibawah ini adalah rangkaian dan penguat yang dikemukakan oleh Plant. M dan kawannya yang diterjemahkan oleh Ignatius Harsono (1985).



dimana :

R_f = Tahanan umpan balik

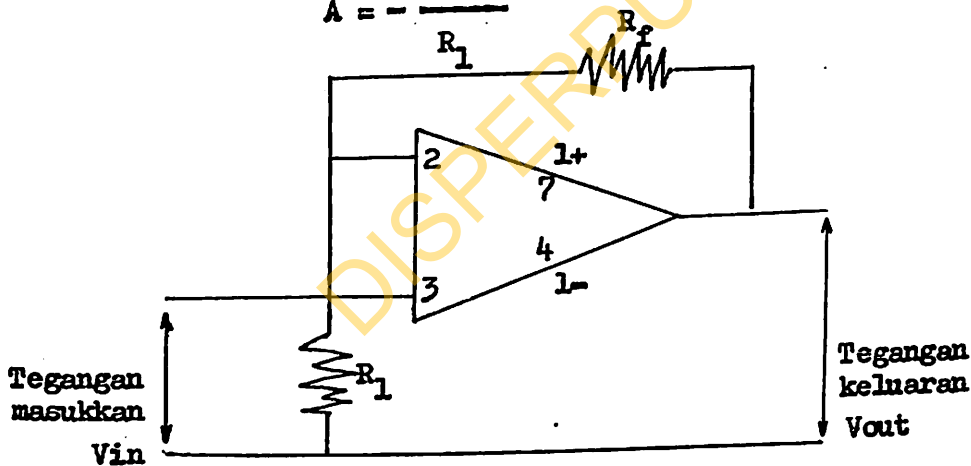
R_1 = Tahanan masukan.

Gambar : 7. Rangkaian penguat balik Inversi.

Berdasarkan Gambar diatas faktor penguatnya adalah :

$$A = \frac{\text{Teg. Keluaran}}{\text{Teg. Masukan}} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = - \frac{R_f}{R_1}$$

$$A = - \frac{R_f}{R_1}$$



dimana :

R_f = Tahanan umpan balik

R_1 = Tegangan masukan

Gambar : 8. Rangkaian penguat balik non-inversi

Faktor penguatan (A) adalah :

$$A = \frac{V_{out}}{V_{in}} = 1 + \frac{R_f}{R_1}$$

Bab III

PELAKSANAAN PERCOBAAN

Sesuai dengan bagian-bagian prototipe yang akan dibuat maka pelaksanaan percobaan ini dibagi dalam beberapa tahapan seperti berikut ini :

Tahap : I. Pembuatan catu daya.

1. Sistem cek batery
2. Percobaan regulator tegangan
3. Sumber tegangan minimal untuk regulator
4. Pembuatan catu daya arus bolak balik
5. Polaritas sumber tegangan bolak balik
6. Menghilangkan polaritas

Tahap : II. Bagian masukan.

7. Pembuatan elektroda

Tahap : III. Bagian pengolah sinyal.

8. Aplikasi jembatan Wheatstone
9. Aplikasi tahanan depan
10. Penguat operasi

Tahap : IV. Bagian keluaran.

11. Aplikasi larutan contoh
12. Pembuatan grafik kalibrasi

Bahan dan alat percobaan.

Bahan : 1. KCL . pa.

2. Aquades.

3. Air dari PDAM.

Alat - Alat : 1. Multitester.

2. Frekwensi meter

3. Kapasitan meter

4. Tool set elektronik

5. μ Amper meter

6. IC. 555

7. IC. 741

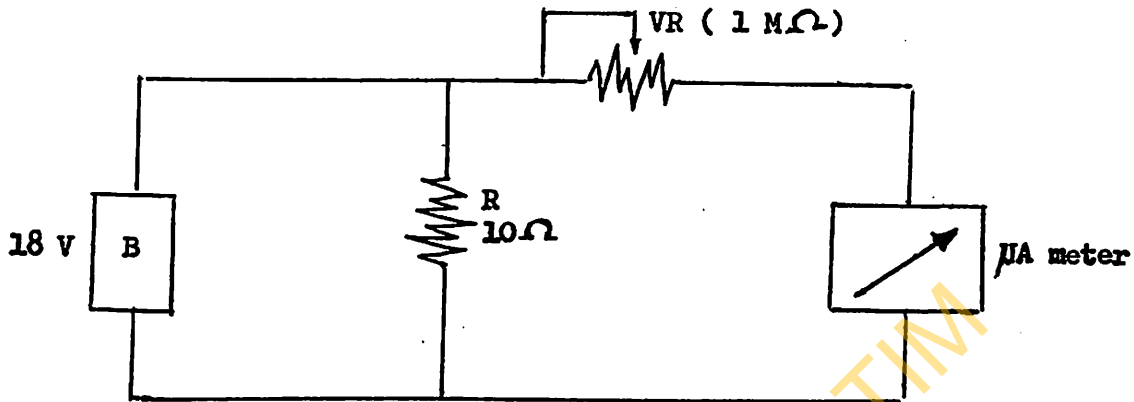
11

Galvano meter nol

Percobaan 1 : Pembuatan sistem cek battery

Tujuan : Untuk mendapatkan nilai tahanan yang harus dipergunakan untuk keluaran kurang dari $50 \mu\text{A}$.

Cara Kerja : Dibuat rangkaian seperti berikut ini .



Gambar : 9. Rangkaian percobaan 1

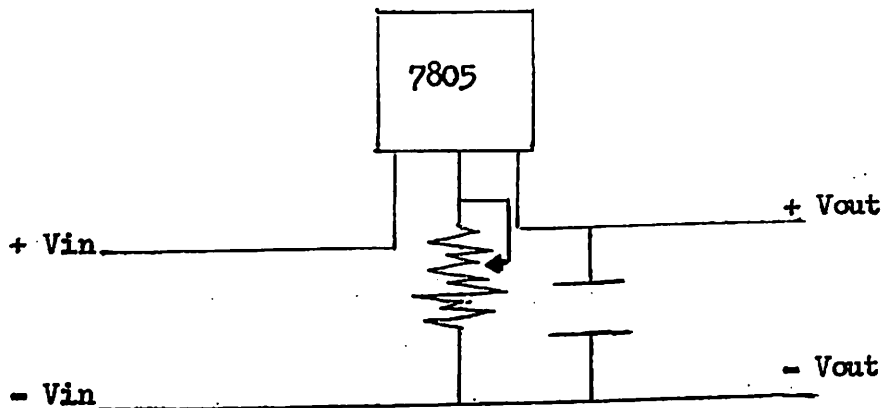
- Dipasangkan 2 buah battery masing-masing 9 V, dan dipasang secara seri.
- Nilai VR diatur-aturl sedemikian rupa sampai diperoleh penunjukkan μA meter sebesar $45 \mu\text{A}$
- Kemudian dengan menggunakan contoh battery yang kondisinya sudah jelek, diamati nilai ampernya.

Percobaan 2 : Pembuatan regulator tegangan.

Tujuan : Untuk mendapatkan suatu sumber tenaga (.catu daya) yang stabil tegangannya .

Cara Kerja : Dibuat rangkaian seperti gambar berikut ini .

Dilakukan variasi atas resistor variable VR antara 0 - 1 K kemudian diamati voltase keluaran dengan menggunakan multi tester.

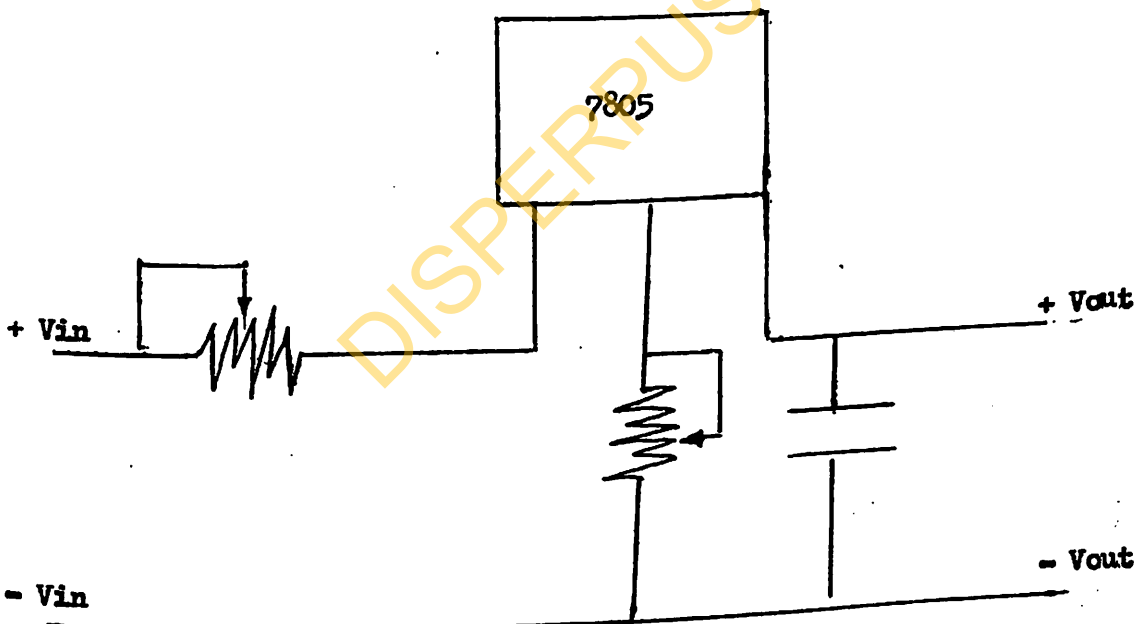


Gambar : 10. Rangkaian percobaan 2

Percobaan 3 : Penelitian sumber tegangan .

Tujuan : Untuk mengetahui besar tegangan minimal yang dibutuhkan untuk regulator .

Cara Kerja : Dibuat rangkaian seperti gambar berikut ini. Dilakukan variasi sumber tegangan masuk antara 18 - 10 volt Tegangan keluaran diamati / diukur dengan menggunakan multi- tester .

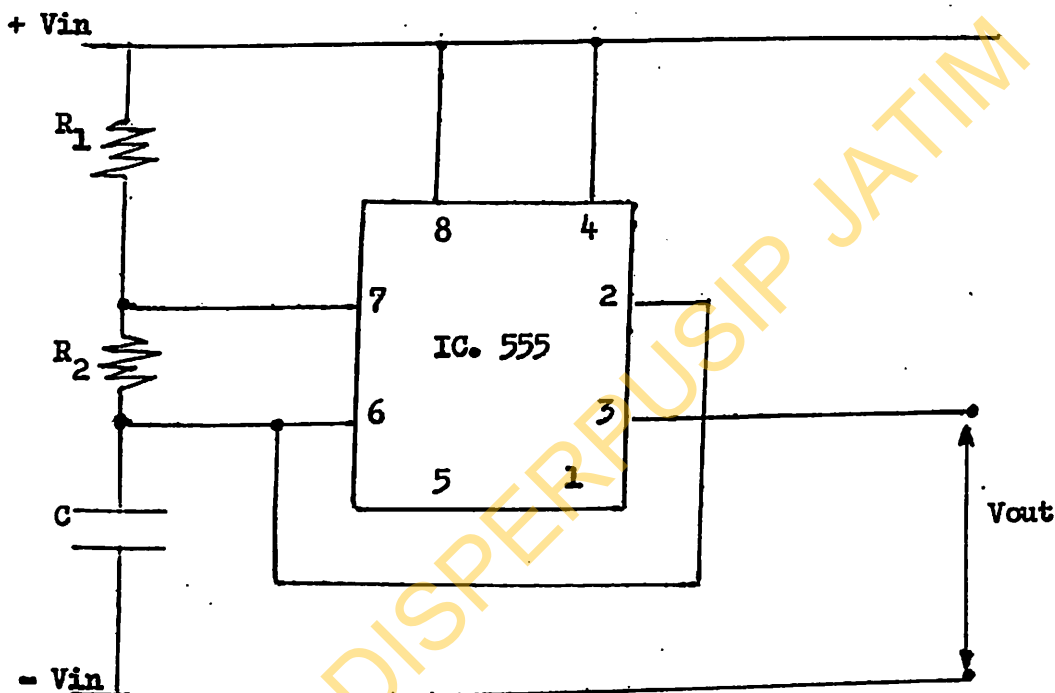


Gambar : 11. Rangkaian percobaan 3

Percobaan 4 : Pembuatan sumber tegangan bolak balik .

Tujuan : Untuk menyediakan sumber tegangan bolak balik.

Cara Kerja : - Dibuat rangkaian standar bagi IC. 555 sebagai vibrator a stabil.
 - Kemudian dilakukan variasi nilai kapasitor antara 25-160 pF
 - Frekwensi keluaran diukur dengan menggunakan Frekwensi konter.
 - Variasi kapasitor dilakukan sampai diperoleh frekwensi keluaran 50.000 Hz



Gambar :12. Rangkaian Percobaan 4
 Rangkaian standar pembangkit arus sinusiodal .

Percobaan 5 : Polaritas sumber tegangan bolak balik.

Tujuan : Untuk melihat sampai sejauh mana tingkat polaritas sumber tegangan yang dihasilkan .

Cara Kerja : - Dibuat larutan KCL 0,01 M

- Kemudian dengan menggunakan elektroda dialirkan arus dari sumber tegangan bolak balik.
- Permukaan elektroda diamati ada atau tidak adanya gelembung udara.

Percobaan 6 : Menghilangkan polaritas.

Tujuan : Untuk mendapatkan catu tegangan yang bersih dari arus searah.

Cara Kerja : Dilakukan seperti pada cara kerja percobaan 4, dengan menggunakan filter kapasitor non polar, pada keluarannya .

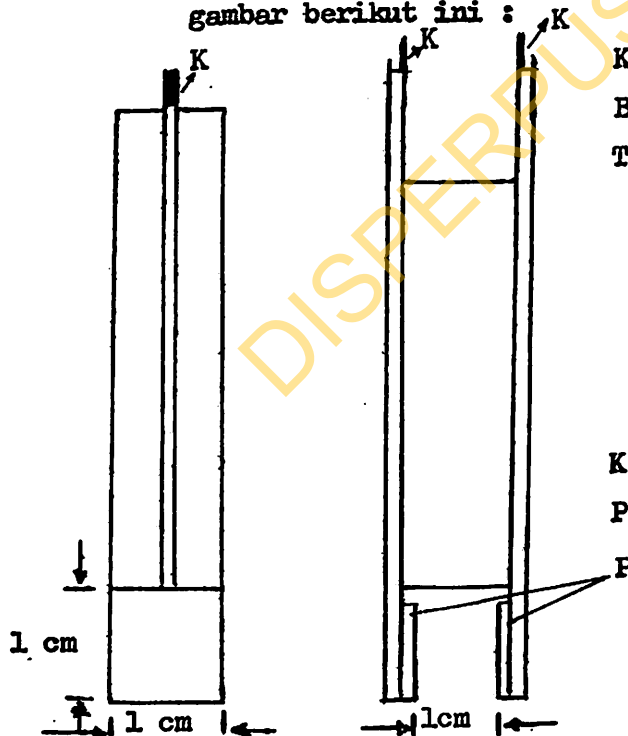
Percobaan 7 : Pembuatan elektroda.

Tujuan : Untuk mendapatkan suatu prototipe elektroda untuk keperluan pengukuran tahanan larutan.

Karakteristik yang diharuskan :

- Bahan dari plat platina atau plat dari baja tahan karat.
- Tetapan sel tertentu

Berdasarkan karakteristik diatas maka dibuat elektroda seperti gambar berikut ini :



Karakteristik :

Bahan ; Plat baja tahan karat.

Tetapan sel :

$$\frac{\text{Luas plat } 1 \text{ cm}^2}{\text{Jarak plat } 1 \text{ cm}} = 1$$

K = Kabel terisolasi

P = Plat elektroda

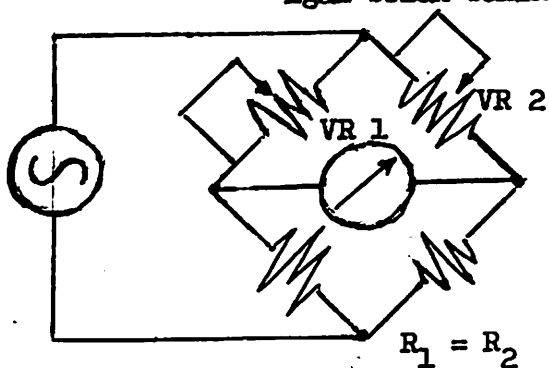
Gambar : 13. Elektroda dari plat baja tahan karat.

Percobaan 8 : Aplikasi nilai tahanan larutan contoh pada jembatan Wheat - stone.

Tujuan : Untuk mengamati fungsi dari jembatan Wheatstone.

Cara Kerja . - Dibuat rangkaian dasar jembatan Wheatstone seperti gambar berikut ini.

- Sebagai sumber tegangan jembatan dipergunakan sumber tegangan bolak balik



- Tegangan keluaran jembatan diukur dengan menggunakan multi tester.

- Nilai resistor VR 1, divariasi antara antara $500\text{ K}\Omega$ - $40\text{ K}\Omega$

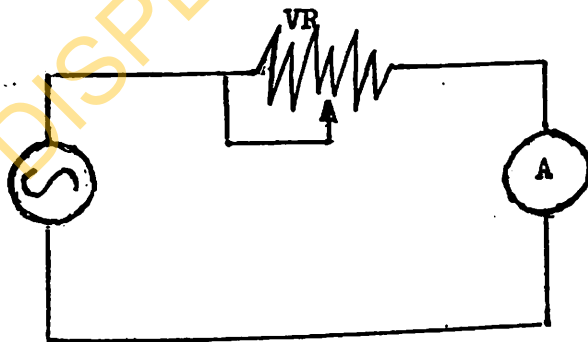
Gambar: 14. Rangkaian dasar jembatan wheatstone.

Percobaan 9 : Aplikasi nilai tahanan larutan contoh pada sistem tahanan depan .

Tujuan : Mendapatkan sistem tahanan depan untuk mengukur nilai konduktan .

Cara Kerja : Dibuat rangkaian seperti gambar berikut ini.

Keluaran tegangan diukur dengan menggunakan mikro-ampere meter.



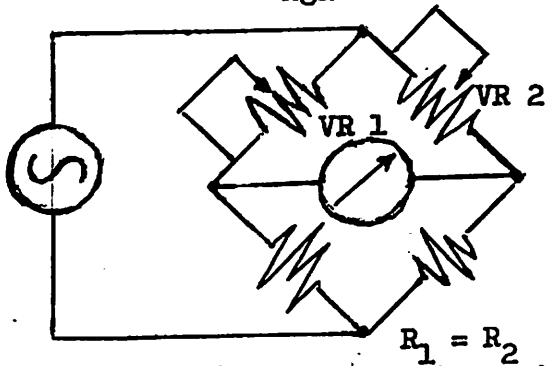
Gambar : 15. Rangkaian percobaan 9

Percobaan 10 : Perbaikan percobaan 7 dengan menggunakan penguat operasi IC. 741 .

Percobaan 8 : Aplikasi nilai tahanan larutan contoh pada jembatan Wheat - stone.

Tujuan : Untuk mengamati fungsi dari jembatan Wheatstone.

Cara Kerja . - Dibuat rangkaian dasar jembatan Wheatstone seperti gambar berikut ini.
 - Sebagai sumber tegangan jembatan dipergunakan sumber tegangan bolak balik



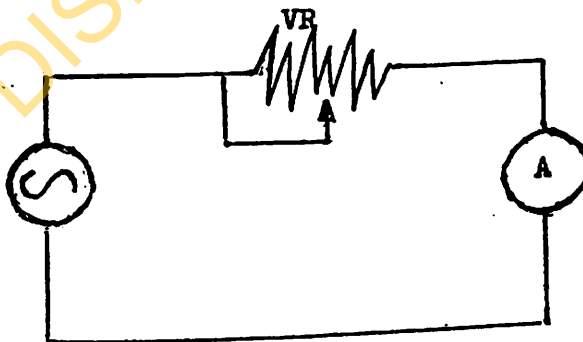
- Tegangan keluaran jembatan diukur dengan menggunakan multi tester.
 - Nilai resistor VR 1, divariasi antara antara $500\text{ K}\Omega$ - $40\text{ K}\Omega$

Gambar: 14. Rangkaian dasar jembatan Wheatstone.

Percobaan 9 : Aplikasi nilai tahanan larutan contoh pada sistem tahanan depan .

Tujuan : Mendapatkan sistem tahanan depan untuk mengukur nilai konduktan .

Cara Kerja : Dibuat rangkaian seperti gambar berikut ini.
 Keluaran tegangan diukur dengan menggunakan mikro-ampere meter.

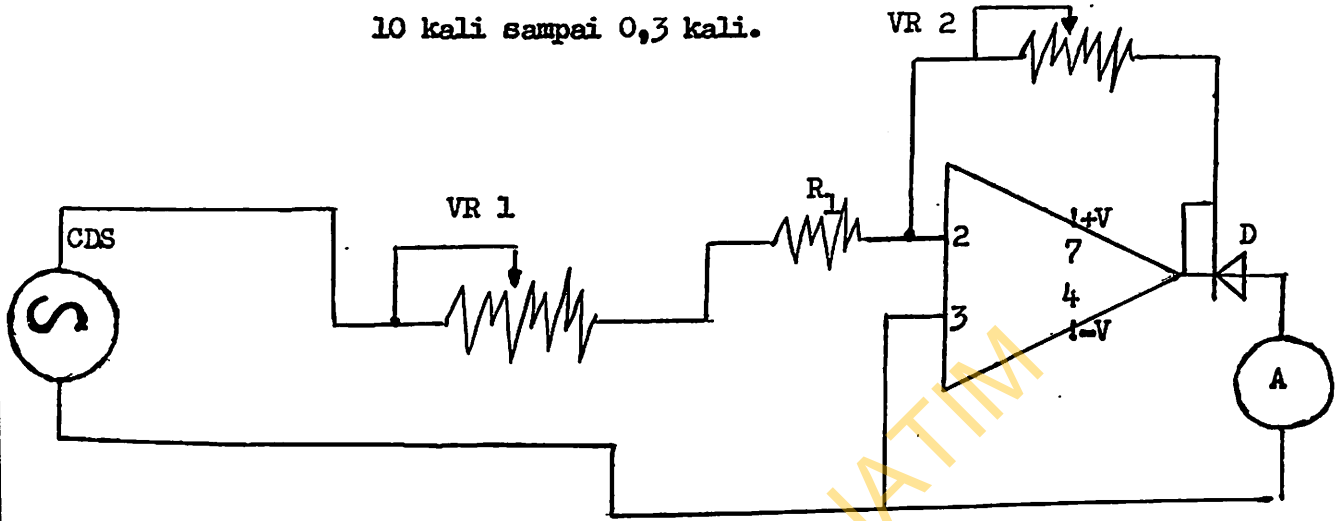


Gambar : 15. Rangkaian percobaan 9

Percobaan 10 : Perbaikan percobaan 7 dengan menggunakan penguat operasi IC. 741 .

Tujuan : Seperti pada percobaan 9.

Cara Kerja : - Dibuat rangkaian seperti pada percobaan 9
 - Dihubungkan dengan rangkaian standar penguat operasi.
 - Dilakukan variasi tingkat dari penguat antara 10 kali sampai 0,3 kali.



Gambar : 16. Rangkaian percobaan 10

dimana : VR1 : Tahanan variabel yang merupakan simulasi tahanan larutan.
 VR2 : Tahanan variabel untuk menentukan faktor penguatan.
 CDS : Catu Daya Simusoidal

Percobaan 11 : Ujicoba rangkaian konduktometer dengan menggunakan larutan contoh.

Tujuan : Untuk mengamati respon alat terhadap larutan contoh.

Cara Kerja : - Disiapkan rangkaian seperti gambar pada percobaan 10.
 - VR 1 dilepas diganti dengan hubungan dengan elektroda.
 - Dibuat larutan KCl dalam air dengan variasi konsentrasi.

Konsentrasi		Nilai Konduktan (27°C)	
1	- 0	-	µM hos
2	- 0,0001 M	14,04	- " -
3	- 0,0005	69,45	- " -
4	- 0,001	138,2	- " -
5	- 0,005	674,7	- " -

6.	-	0,01	.....	1328	Um hOs
7	-	0,02	.....	2601	- " -
8	-	0,05	.....	6268	- " -
9	-	0,1	.....	12126	- " -
10	-	0,2	.....	23330	- " -
11	-	0,5	.....	55122	- " -

- Dibuat variasi VR 2 : 900 .

1000

1100

1200

1300

1400

1500

1600

1800

2000

- Kemudian dengan menggunakan variasi VR 2 yang ada dilakukan pengukuran nilai kuat arus (I Amper) terhadap masing-masing larutan.

Bab IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan 1.

Dengan menggunakan skala $45 \mu A$ sebagai titik tera kualitas battery yang normal, maka berdasarkan percobaan diperlukan tahanan sebesar 330 K Dan tolok ukur battery yang sudah tidak normal adalah :

$$80 \% \text{ dari } 45 \mu A = 36 \mu A$$

Bila battery telah menunjuk kurang dari 36 UA berarti kondisinya sudah tidak laik pakai lagi.

Battery yang diseri	Voltase Volt	Arus mA	Pemunjukkan
2 battery baik	18	>500	45
2 battery jelek	14	100	31
1 battery jelek	9	75	26
1 battery baik			

Tabel : 2. Pengaruh kondisi battery terhadap kuat arus

Dari tabel diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa bila salah satu battery sudah rusak, sudah akan terdeteksi.

Percobaan 2:

VR (Ω)	Vout (V)
0	5,0
100	5,5
200	6,1
300	6,6
400	7,2
500	7,8
600	8,3
700	8,9
750	9,2
800	9,4
900	9,9
920	10,0
1000	10,05

Tabel 3 :
Variasi tahanan variabel terhadap tegangan keluar.

Dari tabel diatas terlihat bahwa rangkaian regulator dengan transis-
tor 7805 memberikan keluaran maksimal sebesar 10,05 volt pada $VR = 1000 \Omega$
Oleh karena itu agar tegangan keluaran bisa sesuai dengan keinginan tahanan
variabel pada rangkaian regulator harus diatur

Percobaan 3 :

V masuk	V keluar
18	10,0
17	10,0
16	10,0
15	10,0
14	9,9
13	9,86
12	9,83
11	9,7
10	9,1

Tabel : 4. Variasi tegangan masukan dengan tegangan keluaran.

Dari tabel 2 diatas terlihat bahwa rangkaian regulator 7805, masih
memberikan tegangan keluaran 10,0 Volt, meskipun tegangan masuk turun sam-
pai 14 Volt, atau 22 % . Bila tegangan masuk kurang dari 14 Volt maka regu-
lator menjadi tidak dapat berfungsi dengan baik.

Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan battery dua kali 9 Volt sebagai sumber
tegangan regulator cukup memadai.

Percobaan 4.

C (pF)	fr (KH _z)
160	42,53
150	43,3
140	46,73
130	50,04
100	66,65
80	82,08
60	112,13
40	144,86
20	397,4

Tabel : 5. Pengaruh kapasitor terhadap frekwensi.

Dengan nilai-nilai : $R_a : 1 \text{ K } \Omega$,

$R_b : 100 \text{ K } \Omega$,

$C : 130 \text{ pF}$ akan diperoleh nilai $f = 500 \text{ K Hz}$

Memurut Rumus f :

$$f = \frac{0,72}{R_b \times C} = \frac{0,72}{100.000 \times 130 \cdot 10^{-12} \text{ F}}$$

$$f = 55384,615 \text{ Hz}$$

$$= 55,385 \text{ K Hz}$$

Nilai ini ternyata berbeda sebesar $5,345 \text{ K Hz}$ atau sebesar : $10,68 \%$. Hal ini disebabkan karena toleransi komponen reistor maupun kapasitor yang berkisar antara $5 - 10 \%$.

Percobaan 5 / 6 .	Filter	Kedaaan Elektroda
	$0 \mu\text{F}$	+ (terjadi elektrolisa)
	$5 \mu\text{F}$	- (tidak terjadi elektrolisa)
	$10 \mu\text{F}$	- (sda)
	$50 \mu\text{F}$	- (sda)

Tabel : 7. Keadaan Polaritas elektroda.

Dari tabel diatas ternyata bahwa keluaran dari pembangkit sinyal bolak balik, tidak murni tetapi masih mengandung arus ratanya, terbukti terjadinya gelembung udara. Penambahan filter kapasitor non polar akan menahan arus rata sehingga tidak terjadi polarisasi.

Percobaan 8 :	R yang diuji	R yang terukur
	$500 \text{ K } \Omega$	$45 \text{ K } \Omega$
	$300 \text{ K } \Omega$	$25 \text{ K } \Omega$
	$100 \text{ K } \Omega$	$15 \text{ K } \Omega$
	$50 \text{ K } \Omega$	$3 \text{ K } \Omega$
	$40 \text{ K } \Omega$	$2 \text{ K } \Omega$
	$10 \text{ K } \Omega$	600Ω
	$5 \text{ K } \Omega$	200Ω
	$3 \text{ K } \Omega$	150Ω

Tabel : 7. Penerapan jembatan Wheatstone

Pada tabel diatas terlihat bahwa jembatan Wheatstone dengan sumber tegangan arus bolak balik tidak sepenuhnya sesuai dengan jembatan arus searah. Pada jembatan arus bolak balik, untuk memperoleh keadaan setimbang diperlukan pengaturan nilai resistor (R) serta nilai kapasitor (C). Sehingga dengan demikian pengukuran nilai konduktan dalam larutan dengan menggunakan sistem jembatan tidak akan memberikan hasil yang benar.

Percobaan 9.

Berdasarkan pengamatan ternyata bahwa kelnaran dari pembangkit sinyal setelah melalui penyearah tidak mampu menggerakkan jarum μ Amper meter. Hal ini disebabkan karena arusnya habis diserap oleh diode penyearah. Karena itu diperlukan penguatan, untuk menguatkan sinyal sehingga akan mampu menggerakkan jarum μ Amper meter.

Jangka Pengeluaran		Tingkat		Penguatan	
	Maksimal		Minimal		Mikromhos
1	1	1	1	1	22.000
1	5,9	1	1	1	170.000
1	7,1	1	1	1	140.000
1	7,7	1	1	1	130.000
1	9,1	1	1	1	110.000
1	10	1	1	1	100.000
1	12,5	1	1	1	80.000
1	16,7	1	1	1	60.000
1	22,2	1	1	1	45.000
1	33,3	1	1	1	30.000
1	44,5	1	1	1	15.500
1	64,5	1	1	1	7.500
1	131,6	1	1	1	3.333,3
1	181,8	1	1	1	12.500
1	238,1	1	1	1	36.363,6

Tabel : 8. Jangka penguatan dengan tingkat penguatan.

Berdasarkan tabel diatas, ternyata bahwa dengan variasi penguatan antara 0,3 - 10 kali dapat diperoleh jangka uji antara 5,9 mikromhos sampai 36.363,6 mikromhos. Hal ini berarti bahwa jangka uji ini telah mencakup jangka uji yang diperlukan untuk contoh-contoh air murni, sampai air industri maupun limbah industri :-

Larutan	V R Z (O H M)											Konduktan!
	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1800	2000	Um hos	
1	1	1	1	1	1,3	1,5	1,5	1,6	1,7	2	-	
2	2,5	2,5	3,2	3,2	3,8	4	4,5	4,8	5,3	6	14,04	
3	9,5	10,5	12	13	14,5	16	16	17	19	21	69,45	
4	15,7	17,5	21	22	22,3	24	26	27	28,5	31	138,2	
5	34	36	39,5	41	47,5	46	46	48	>50	>50	674,7	
6	39	43	47	48,5	>50	>50	>50	>50			1328	
7	44	47	>50	>50							2601	
8	47,5	>50									6268	
9	48										12126	
10	>50										23330	
11											55122	

Tabel : 9. Pengaruh Variasi V R Z dan konsentrasi larutan KGL

Larutan	V R Z (O H M)											Konduktan /mm hos
	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1800	2000		
1	1	1	1	1	1,3	1,5	1,5	1,6	1,7	2	-	
2	2,5	2,5	3,2	3,2	3,8	4	4,5	4,8	5,3	6	14,04	
3	9,5	10,5	12	13	14,5	16	16	17	19	21	69,45	
4	15,7	17,5	21	22	22,3	24	26	27	28,5	31	138,2	
5	34	36	39,5	41	47,5	46	46	48	>50	>50	674,7	
6	39	43	47	48,5	>50	>50	>50	>50			1328	
7	44	47	>50	>50							2601	
8	47,5	>50									6268	
9	48										12126	
10	>50										23330	
11											55122	

Tabel : 9. Pengaruh Variasi V R Z dan konsentrasi Larutan KCl

Pada tabel diatas terlihat bahwa semakin tinggi nilai tahanan (VR 2) akan semakin tinggi pula ketelitian hasil pengukuran. Dan kebalikannya jangka ujinya akan semakin rendah terlihat dari semakin berkurangnya variasi larutan yang bisa diukur.

Hal-hal yang menonjol .

VR 2 = 900 Ω :

Nilai VR 2 sebesar 900 Ω memberikan jangka uji antara 0 - 23330 μ hos. Namun selisih nilai konduktan antara larutan No.8 dan No. 9 sebesar 11204 μ hos hanya memberikan beda kuat arus sebesar kurang dari 1 UA, sehingga kondisi ini akan sukar untuk diterapkan.

VR 2 = 1000 Ω :

Nilai VR 2 sebesar 1000 Ω memberikan jangka uji antara 0 - 6268 μ hos. Selisih nilai konduktan antara larutan No. 6 dan No. 7 sebesar 3667 μ hos memberikan perbedaan nilai kuat arus sebesar 3 UA . Dengan peningkatan nilai VR 2 dan penggunaan larutan dengan nilai konduktan sebesar 5000 μ hos diharapkan suatu jangka uji yang memadai antara 0 - 5000 μ hos.

VR 2 = 1400 Ω :

Nilai VR 2 sebesar 1400 Ω memberikan jangka uji antara 0 - 1328 μ hos. Selisih nilai konduktan antara larutan No. 6 dan No. 5 sebesar 654 μ hos memberikan nilai kuat arus sebesar 4 UA. Dengan peningkatan nilai VR 2 dan penggunaan larutan yang mempunyai nilai konduktan 1000 μ hos diharapkan diperoleh suatu jangka uji yang memadai antara 0 - 1000 μ hos.

VR 2 = 2000 Ω :

Nilai VR 2 sebesar 2000 Ω memberikan jangka uji antara 0 - 674,7 μ hos. Selisih nilai konduktan antara larutan No. 4 dan No. 5 sebesar 536,5 memberikan nilai kuat arus sebesar 19 Ua. Dengan menggunakan larutan yang mempunyai nilai konduktan sebesar 500 μ hos dan variasi VR 2 diharapkan diperoleh suatu jangka uji yang memadai antara 0 - 500 hA.

Pada tabel diatas terlihat bahwa semakin tinggi nilai tahanan (VR 2) akan semakin tinggi pula ketelitian hasil pengukuran. Dan kebalikannya jangka ujinya akan semakin rendah terlihat dari semakin berkurangnya variasi larutan yang bisa diukur.

Hal-hal yang menonjol .

VR 2 = 900 Ω :

Nilai VR 2 sebesar 900 Ω memberikan jangka uji antara 0 - 23330 μ hos. Namun selisih nilai konduktan antara larutan No.8 dan No. 9 sebesar 11204 μ hos hanya memberikan beda kuat arus sebesar kurang dari 1 UA, sehingga kondisi ini akan sukar untuk diterapkan.

VR 2 = 1000 Ω :

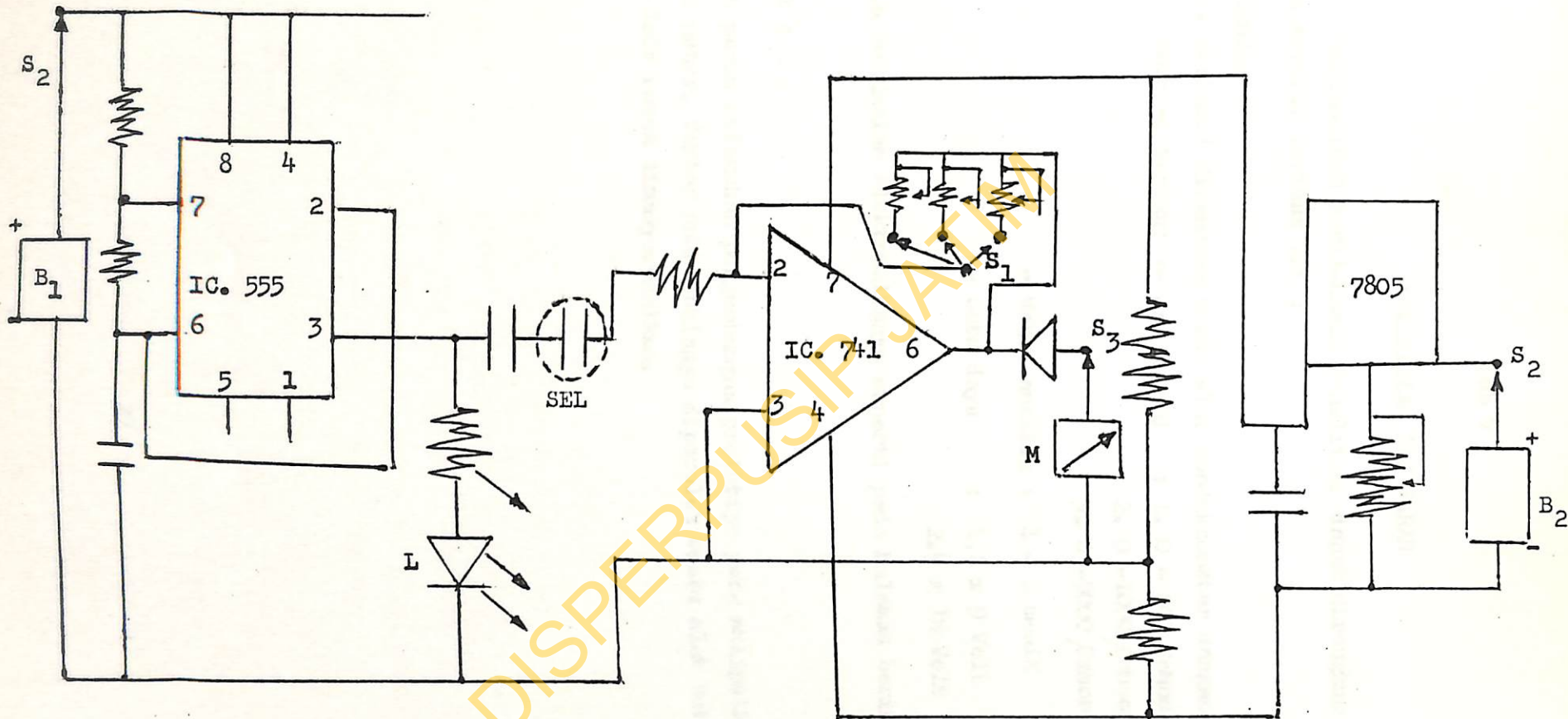
Nilai VR 2 sebesar 1000 Ω memberikan jangka uji antara 0 - 6268 μ hos. Selisih nilai konduktan antara larutan No. 6 dan No. 7 sebesar 3667 μ hos memberikan perbedaan nilai kuat arus sebesar 3 UA . Dengan peningkatan nilai VR 2 dan penggunaan larutan dengan nilai konduktan sebesar 5000 μ hos diharapkan suatu jangka uji yang memadai antara 0 - 5000 μ hos.

VR 2 = 1400 Ω :

Nilai VR 2 sebesar 1400 Ω memberikan jangka uji antara 0 - 1328 μ hos. Selisih nilai konduktan antara larutan No. 6 dan No. 5 sebesar 654 μ hos memberikan nilai kuat arus sebesar 4 UA. Dengan peningkatan nilai VR 2 dan penggunaan larutan yang mempunyai nilai konduktan 1000 μ hos diharapkan diperoleh suatu jangka uji yang memadai antara 0 - 1000 μ hos.

VR 2 = 2000 Ω :

Nilai VR 2 sebesar 2000 Ω memberikan jangka uji antara 0 - 674,7 μ hos. Selisih nilai konduktan antara larutan No. 4 dan No. 5 sebesar 536,5 memberikan nilai kuat arus sebesar 19 UA. Dengan menggunakan larutan yang mempunyai nilai konduktan sebesar 500 μ hos dan variasi VR 2 diharapkan diperoleh suatu jangka uji yang memadai antara 0 - 500 hA.



- Keterangan :
- S₁ = Pemilih jangka uji
 - S₂ = Tombol ON / OFF
 - S₃ = Tombol pengukuran
 - B₁ = 6 V
 - B₂ = 18 V
 - L = Lampu Indikator
 - M = UA meter

Gambar : Rangkaian elektronika konduktometer

Bab V

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil-hasil penelitian dapat dirangkum kesimpulan dan saran seperti berikut ini :

Kesimpulan :

1. Berhasil dirancang suatu alat konduktometer dengan spesifikasi

sebagai berikut ; - Jangka uji : 1. 0 - 500 μ mhos

2. 0 - 1000 μ mhos

3. 0 - 5000 μ mhos

- Waktu analisa : 1 - 2 menit

- Catu daya : 1,2 x 9 Volt

2,4 x 1½ Volt

2. Rangkaian elektroniknya seperti pada halaman berikut ini.

S a r a n :

Masih perlu dilakukan pengembangan prototipe yang meliputi, kalibrasi skala meter, faktor suhu sehingga diperoleh suatu alat konduktometer yang laik untuk dimasyarakatkan.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. Anonimous (1982) " Proyek Elektronik " Vol. 4
PT. Dwi Eti Utama Jakarta.
2. Brink. OG etal(1979) " Dasar-dasar Ilmu Instrumen "
Penerbit Bina Cipta Bandung.
3. Cooper. D. W (1984) " Instrumentasi Elektronika dan Teknik
Pengukuran " .
Penerbit Erlangga , Jakarta .
4. Iyalikov. YU. (1968) " Physicochemical Analisis "
MIR Publisher. Moscow.
5. Parlulutan. S (1980) " Moisture Tester Tapioka "
Proceeding KIM / UPI
A. I. N. Bandung.
6. Plant. M dan Stuart, J (1985) " Pengantar Ilmu Teknik Instrumentasi "
Penerbit Gramedia. Jakarta .
7. Standard Methods for Examination of Water and Waste Water (1967)
12th Ed. American Public Health Association Inc.
New York.
8. Traister. R. J (1987) " Proyek IC. 555 "
Penerbit PT Elex Media Komputindo, Jakarta .
9. Wasito. S (1978) " Berbagai Proyek untuk Service dan hoby "
Penerbit Karya Utama. Bandung .
10. Wasito. S. (1986) " Elektronika dalam Industri "
Penerbit Karya Utama. Bandung .

DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. Anonimous (1982) " Proyek Elektronik " Vol. 4
PT. Dwi Eti Utama Jakarta.
2. Brink. OG etal(1979) " Dasar-dasar Ilmu Instrumen "
Penerbit Bina Cipta Bandung.
3. Cooper. D. W (1984) " Instrumentasi Elektronika dan Teknik
Pengukuran " .
Penerbit Erlangga , Jakarta .
4. Iyalikov. YU. (1968) " Physicochemical Analisis "
MIR Publisher. Moscow.
5. Parlulutan. S (1980) " Moisture Tester Tapioka "
Proceding KIM / UPI
A. I. N. Bandung.
6. Plant. M dan Stuart, J (1985) " Pengantar Ilmu Teknik Instrumentasi "
Penerbit Gramedia. Jakarta .
7. Standard Methods for Examination of Water and Waste Water (1967)
12th Ed. American Public Health Association Inc.
New York.
8. Traister. R. J (1987) " Proyek IC. 555 "
Penerbit PT Elex Media Komputindo, Jakarta .
9. Wasito. S (1978) " Berbagai Proyek untuk Service dan hobby "
Penerbit Karya Utama. Bandung .
10. Wasito. S. (1986) " Elektronika dalam Industri "
Penerbit Karya Utama. Bandung .