



A362

A362

DP / BPPI / BISB / 201 / 92

NO : 223 / 7 / BALAI RISET
DAN STANDARISASI INDUSTRI

PEMBUATAN PROTOTIPE
ALAT UJI KEKERUHAN
(TURBIDIMETER)

DISPERPUSIP JATIM

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI
BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI SURABAYA
JL. JAGIR WONOKROMO 360 TELP. 816612 SURABAYA

Kata pengantar

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karuniaNya maka kegiatan penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. "Penelitian pembuatan prototipe alat uji kekeruhan air" merupakan salah satu kegiatan Litbang di Balai Industri Surabaya yang dibiayai oleh anggaran DIP 1991-1992. Pada kesempatan ini tak lupa kami ucapkan banyak terimakasih pada semua pihak yang telah membantu kelancaran pelaksanaan kegiatan penelitian ini. Untuk keperluan penyempurnaan laporan ini kami harapkan kritik dan sumbang saran dari semua pihak.

Surabaya Maret 1992

Penyusun

Nurkamari

Intisari

Dengan memanfaatkan prinsip-prinsip Jembatan Wheatstone, dan Light Dependent Resistor (LDR) sebagai detektor cahaya serta penguatan menggunakan sejenis penguat operasi (op-amp) berhasil dibuat prototipe alat uji kekeruhan air. Uji statistik data kalibrasi memberikan hasil yang positif pada jangka analisa antara 0-100 NTU
0-200 NTU

Bab I Pendahuluan

Saat ini perkembangan dunia industri di negara kita tercinta telah sedemikian maju secara kualitas maupun kuantitas. Diantaranya termasuk industri kecil, industri logam dasar maupun industri kimia dasar sampai industri elektronika sehingga penurunan pendapatan negara dari sektor migas dapat ditutupnya.

Salah satu industri yang cukup maju adalah industri air minum dalam kemasan yang meskipun harganya cukup mahal namun karena daya beli masyarakat kita yang meningkat masih mampu merebut pangsa pasar yang cukup besar. Sayangnya beberapa waktu yang lalu ada beberapa merek air minum dalam kemasan yang terpaksa ditarik dari pasaran karena kualitasnya yang tidak laik minum.

Salah satu parameter kualitas air minum adalah kekeruhan yang kadang diabaikan begitu saja karena menganggap produknya sudah baik meskipun hanya diamati dengan mata telanjang saja. Bahkan menurut informasi masih banyak industri yang belum mempunyai alat uji kekeruhan, meskipun alat uji lainnya sudah lengkap. Tingkat kekeruhanpun meskipun tidak mutlak tetapi bisa pula dipergunakan untuk memantau kualitas air buangan dari industri tertentu (kertas, tepung tapioka).

Sudah kita maklumi bersama bahwa mahalnya alat-alat uji (instrumen) import selalu dijadikan alasan untuk tidak memilikinya.

Atas dasar kenyataan diatas itulah maka penulis memberanikan diri untuk menciptakan suatu unit

alat uji kekeruhan (Turbidimeter) yang sederhana dari segi harga, cara operasi, pemeliharaan serta laik pakai. Dan pada gilirannya nanti akan dapat meningkatkan kualitas produk industri yang mempergunakannya serta meningkatkan kemampuan pemantauan pencemaran di daerah-daerah.

Dengan memanfaatkan prinsip-prinsip Jembatan Wheatstone dan menggunakan komponen elektronik sederhana yang mudah dicari dipasaran berhasil dibuat prototipe alat uji kekeruhan (Turbidimeter).

Uji statistik data kalibrasi memberikan hasil positif pada jangka uji antara 0-200 NTU.

DISPERPUSIP JATIM

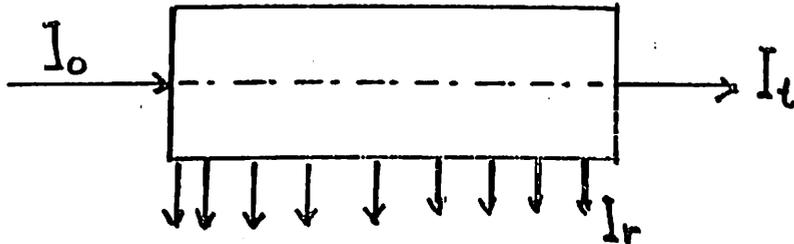
Bab II. Tinjauan Kepustakaan

Pada dasarnya air yang jernih adalah penting bagi industri dimana produknya dipergunakan untuk konsumsi manusia, seperti industri minuman dan makanan maupun pengolahan air minum. Kekeruhan air umumnya disebabkan oleh adanya partikel-partikel tersuspensi seperti pasir lumpur serta bahan-bahan organik seperti plankton serta benda-benda mikrobiologis lainnya.

Kekeruhan merupakan sifat optis dari air dimana sinar yang datang akan dipantulkan atau diserap serta dilewatkan. Karena itu cara-ujinyapun menggunakan prinsip-prinsip optis tersebut.

Cara uji kekeruhan

Apabila seberkas cahaya mengenai suatu media berupa cairan yang mengandung partikel-partikel tersuspensi maka sebagian cahaya akan dipantulkan sebagian lagi diabsorb dan sisanya akan dilewatkan. Kenyataan diatas menghasilkan dua cara analisa yaitu nephelometry dan turbidimetry. Nephelometry berdasarkan pengamatan atas intensitas sinar yang dipantulkan oleh partikel tersuspensi, sedangkan turbidimetry berdasarkan pengamatan intensitas cahaya yang dilewatkan setelah sebagian diabsorbsi oleh partikel tersuspensi.



Pada nephelometry:

$$I_r = I_0 k \frac{NV}{4}$$

dimana I_r : intensitas cahaya yang dipantulkan.

I_0 : intensitas cahaya yang datang

K : faktor proporsional

N : jumlah partikel

V : besar partikel

: panjang gelombang cahaya.

Disini terlihat bahwa intensitas cahaya yang dipantulkan berbanding lurus dengan jumlah partikel tersuspensi.

Pada turbidimetry:

$$\log \frac{I_0}{I_t} = klc$$

dimana :

I_t : intensitas cahaya yang diteruskan

k : koefisien molar turbiditi

l : ketebalan media yang diamati

c : konsentrasi partikel tersuspensi

Rumus diatas sesuai dengan perumusan Lambert-Beer untuk analisa kolorimetri. Dalam prakteknya kedua dasar diatas bisa dipergunakan dimana nephelometri untuk konsentrasi partikel tersuspensi rendah sedangkan turbidimetri untuk konsentrasi tinggi.

Berdasarkan peralatan yang dipergunakan kekeruhan dapat ditetapkan dengan dua cara yaitu secara visual dan secara fotometris.

Cara visual:

Umumnya dilakukan dengan menggunakan turbidimeter lilin (candle turbidimetry). Prinsipnya adalah bahwa cahaya yang melalui media yang keruh akan melemah sedemikian rupa sehingga menghalangi pandangan terhadap cahaya lilin yang diletakkan dibawah media yang diamati. Ketebalan media yang diamati akan sebanding dengan tingkat kekeruhannya. Cara ini meskipun merupakan cara standard namun tidak bisa dipungkiri bahwa cara ini sangat tergantung dengan kemampuan mata penguji hingga bersifat sangat subyektif.

Alat-alat :

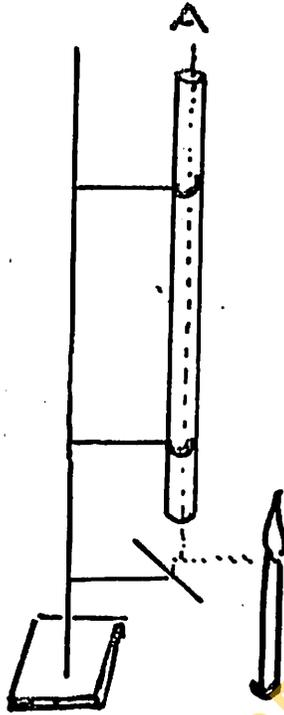
- tabung nessler dengan ukuran panjang 80 cm.
- selubung kedap cahaya seukuran tabung nessler diatas
- statip
- lilin

Bahan-bahan :

-Contoh larutan kaolin yang dibuat dengan cara berikut :
Ditimbang 5 gr serbuk kaolin kedalam gelas piala, kemudian ditambahkan 1000 ml air dan dikocok sampai merata. Dibiarkan semalam, kemudian bagian jernihnya diambil sebagai larutan standard.

Cara penempatannya :

Peralatan diatur seperti gambar berikut :



Dengan menggunakan pipa plastik dialirkan contoh ke dalam dasar tabung sambil diamati nyala lilin. Penambahan larutan contoh dilakukan sampai api lilin persis tidak terlihat lagi (hilang dari penglihatan). Kemudian diukur tinggi larutan contoh dan kekeruhan contoh bisa dilihat pada tabel berikut berdasarkan tinggi larutan.

| Ketebalan media CM | Nilai NTU NTU | Ketebalan media CM | Nilai NTU NTU |
|-----------------------|------------------|-----------------------|------------------|
| 2,3 | 1000 | 11,4 | 190 |
| 2,6 | 900 | 12,0 | 180 |
| 2,9 | 800 | 12,7 | 170 |
| 3,2 | 700 | 13,5 | 160 |
| 3,5 | 650 | 14,4 | 150 |
| 3,8 | 600 | 15,4 | 140 |
| 4,1 | 550 | 16,6 | 130 |
| 4,5 | 500 | 18,0 | 120 |
| 4,9 | 450 | 19,6 | 110 |
| 5,5 | 400 | 21,5 | 100 |
| 5,6 | 390 | 22,6 | 95 |
| 5,8 | 380 | 23,8 | 90 |
| 5,9 | 370 | 25,1 | 85 |
| 6,1 | 360 | 26,5 | 80 |
| 6,3 | 350 | 28,1 | 75 |
| 6,4 | 340 | 29,8 | 70 |
| 6,6 | 330 | 31,8 | 65 |
| 6,8 | 320 | 34,1 | 60 |
| 7,0 | 310 | 36,7 | 55 |
| 7,3 | 300 | 39,8 | 50 |
| 7,5 | 290 | 43,5 | 45 |
| 7,8 | 280 | 48,1 | 40 |
| 8,1 | 270 | 54,0 | 35 |
| 8,4 | 260 | 61,8 | 30 |
| 8,7 | 250 | 72,9 | 25 |
| 9,1 | 240 | | |
| 9,5 | 230 | | |
| 9,9 | 220 | | |
| 10,3 | 210 | | |
| 10,8 | 200 | | |

Tabel skala kekeruhan dari turbidimeter lilin

Cara Fotometris :

Meskipun cara ini prinsipnya sama dengan cara visual yaitu korelasi antara tebal media yang diamati dengan tingkat kekeruhan, namun karena dipergunakan suatu detektor cahaya maka hasilnya akan obyektif dan teliti. Sebagai detektor cahaya umumnya dipergunakan photocell yang diperkuat.

Sistem instrumen elektronik.

Sistem instrumen elektronik umumnya terdiri dari sejumlah komponen yang secara bersama berfungsi untuk melakukan pengukuran dan mencatat hasilnya.

Bagian-bagian pokok dari suatu instrumen elektronik yaitu :

- Bagian masukan
- Bagian pengkodisi atau pengolah sinyal
- Bagian keluaran

Bagian masukan.

Bagian masukan berfungsi untuk menerima besaran yang akan diukur untuk kemudian diubah menjadi sinyal listrik. Umumnya besaran yang akan diukur bukan besaran listrik, sehingga diperlukan perubahan besaran menjadi besaran listrik dengan sebuah alat yang disebut "Transducer".

Suatu definisi menyatakan bahwa, Transducer adalah sebuah alat yang bila digerakkan oleh energi didalam sebuah sistem transmisi, akan mengeluarkannya kembali dalam bentuk yang sama atau bentuk lain kesistem transmisi kedua.

Transmisi energi ini bisa berupa listrik, mekanik, kimia, optik (radiasi) atau termal (panas).

Berikut ini adalah beberapa contoh transducer yang banyak dijumpai :

1. Sel foto tegangan (photovoltaic cell).

Sel ini akan membangkitkan tegangan bila terkena rangsangan energi cahaya dari luar. Semakin tinggi

intensitas cahaya yang mengenainya semakin tinggi tegangan yang dibangkitkan.

. Termistor.

Termistor merupakan tahanan oksida logam dimana nilai tahanannya akan berubah menjadi lebih kecil bila terkena rangsangan panas.

. Sel foto konduktif.

Merupakan suatu tahanan yang nilainya akan berubah oleh cahaya yang mengenainya, yang termasuk transducer ini adalah LDR. (Light Dependent Resistor).

LDR (Light Dependent Resistor)

LDR merupakan element-element yang daya hantar listriknya merupakan fungsi dari radiasi elektromagnetik yang masuk. Banyak bahan yang bersifat foto konduktif, tetapi yang terpenting karena sifat komersialnya yaitu antara lain :

Kadmium Sulfida, Germanium serta Silikon.

Respon Kadmium Sulfida hampir sama dengan mata manusia, sehingga jenis ini sering digunakan dalam pemakaian dimana penglihatan manusia merupakan suatu faktor seperti kontrol cahaya.

Bagian pengolah sinyal.

Bagian ini berfungsi untuk mengolah sinyal yang berasal dari bagian masukan, sehingga sesuai untuk bagian keluaran (output).

Pengolahan sinyal disini akan sangat tergantung dari macam dan jenis sinyalnya antara lain menapis, memperkuat atau memodifikasi hingga sesuai dengan

bagian keluarannya.

Salah satu alat pengolah sinyal tahanan atau daya hantar listrik yaitu Jembatan Wheatstone.

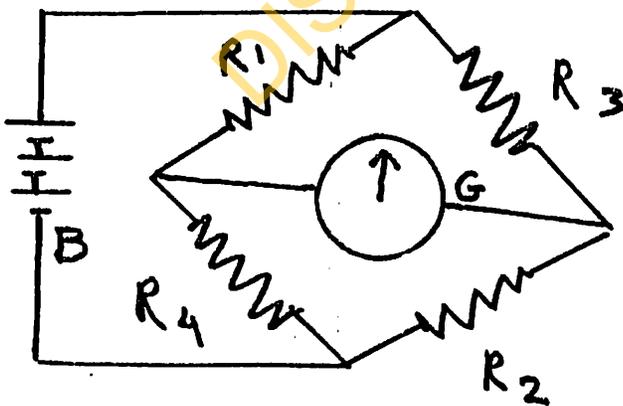
Jembatan Wheatstone

Rangkaian-rangkaian jembatan dipakai secara luas untuk pengukuran nilai besaran listrik seperti tahanan, kapasitas, induktansi dan lain-lain.

Prinsip kerja rangkaian jembatan adalah membandingkan nilai besaran yang tidak diketahui dengan nilai besaran yang diketahui (standard), sehingga ketelitian pengukurannya bisa cukup tinggi.

Jembatan Wheatstone dipergunakan untuk mengukur besaran listrik berupa tahanan.

Rangkaian dasar Jembatan Wheatstone, diperlihatkan pada gambar dibawah ini :



Rangkaian jembatan terdiri dari empat buah lengan tahanan (R_1, R_2, R_3, R_4), sebuah sumber ggl (besarnya, E) serta sebuah detektor nol yang biasanya berupa galvanometer (G).

Arus yang melalui galvanometer akan bergantung pada beda potensial antara titik C dan titik D. Jembatan disebut setimbang bila beda potensial pada galvanometer adalah 0. V, artinya tidak ada arus yang melewati galvanometer.

Pada kesetimbangan jembatan, maka tegangan pada titik C-A sama dengan tegangan pada titik D-A atau titik C-B sama dengan titik D-B.

Pada keadaan ini : $I_1 R_1 = I_2 R_2$ (1)

$$I_1 = I_3 = \frac{E}{R_1 + R_3} \quad (2)$$

$$I_2 = I_4 = \frac{E}{R_2 + R_4} \quad (3)$$

Penggabungan persamaan (2) (3) akan diperoleh :

$$\frac{R_1}{R_1 + R_3} = \frac{R_2}{R_3 + R_4}$$

$$R_1 R_4 = R_2 R_3$$

Bila R_4 merupakan tahanan yang tidak diketahui nilainya (R_x), R_3 merupakan lengan standard serta R_1 dan R_2

sebagai lengan pembanding maka R_x dapat dihitung sebagai berikut :

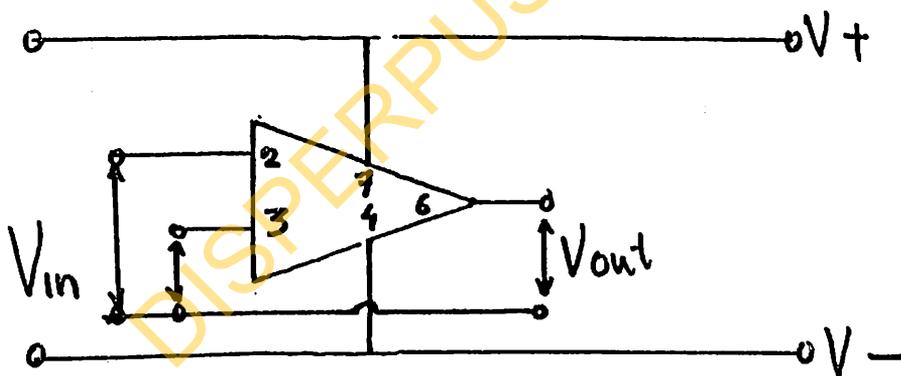
$$R_x = R_3 \frac{R_2}{R_1}$$

Penguat operasi (Op-Amp).

Umumnya tegangan sinyal yang dihasilkan oleh berbagai macam transducer sangatlah kecil sehingga perlu dilakukan penguatan tegangan sehingga bisa diperagakan hasilnya.

Suatu komponen dari jenis rangkaian terintegrasi atau Integrated Circuit (IC) yang banyak dipergunakan sebagai penguat tegangan yaitu IC 741, IC 302 dan lain sebagainya, mudah dijumpai dipasaran bebas dengan harga yang sangat murah.

Rangkaian dasar dari IC 741 adalah seperti berikut ini:



Operasi op-amp ini memerlukan penguatan ganda dengan tiga terminal output, terminal arde (0 Volt), sebuah terminal positif dan sebuah terminal negatif.

Dalam prakteknya dikenal dua cara penguatan yang dibedakan dari inputnya yaitu input inversi dan input non inversi.

Dengan memberikan tegangan yang lebih positif pada pin 3 dari pada pin 2 diperoleh tegangan output yang positif (input non inversi). Sebaliknya bila diberikan tegangan lebih positif pada pin 2 maka diperoleh tegangan output yang negatif (input inversi).

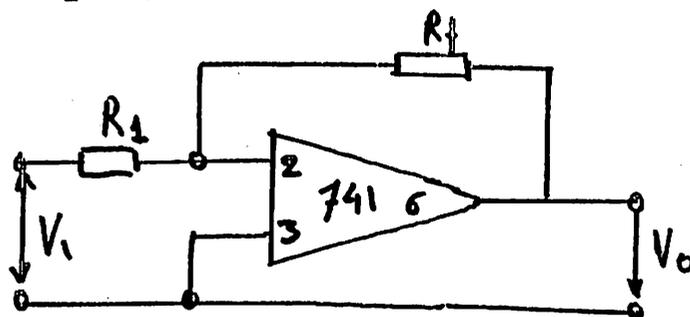
Penguat umpan balik inversi dan non inversi.

Secara teoritis berdasarkan spesifikasi yang dikeluarkan oleh pabrik pembuatnya daya penguatan Op-amp ini dapat mencapai 100.000 kali sehingga untuk pengamanan perlu dikendalikan agar sesuai dengan tujuan penguatan.

Untuk itu diperlukan suatu pengendali yang berupa umpan balik yang akan berfungsi mengembalikan sebagian tegangan output yang dihasilkan ke pada inputnya.

Sehingga dikenal penguat umpan balik inversi serta penguat umpan balik non inversi.

Aadapun rangkaian dasarnya terlihat seperti berikut ini.



Pada penguat umpan balik inversi:

$$A = \frac{\text{tegangan output}}{\text{tegangan input}} = \frac{v_{out}}{v_{in}} = - \frac{R_f}{R_1}$$

Pada penguat umpan balik non inversi :

$$A = \frac{\text{tegangan output}}{\text{tegangan input}} = \frac{V_{out}}{V_{in}} = 1 + \frac{R_f}{R_1}$$

Bagian keluaran.

Bagian ini berfungsi untuk menampilkan hasil pengolahan sinyal.

Bagian ini bisa berupa penunjuk sederhana, panel meter, kartu pencatat untuk peragaan visual, sampai sebuah komputer ataupun recorder.

BAB III Percobaan

Tujuan : Untuk mendapatkan suatu prototipe alat uji kekeruhan air yang sederhana dari segi harga, cara operasi, pemeliharaan dapat jinjing serta laik pakai.

Dasar percobaan :

Pembuatan prototipe didasarkan pada nilai kekeruhan contoh air minum , air minum dalam kemasan, yang mempunyai nilai antara 0 - 500 NTU .

Bahan percobaan:

- Kaolin
- Contoh air PDAM
- Contoh aquades
- Contoh Aquabides

Komponen elektronika:

LED

LDR

Resistor dengan berbagai jenis dan tipe.

Papan rangkaian tercetak

IC 741; IC 302

Mikroampermeter.

Alat percobaan :

1 set rakitan turbidimeter lilin
multitester
adaptor banyak tegangan
tool kit elektronik.

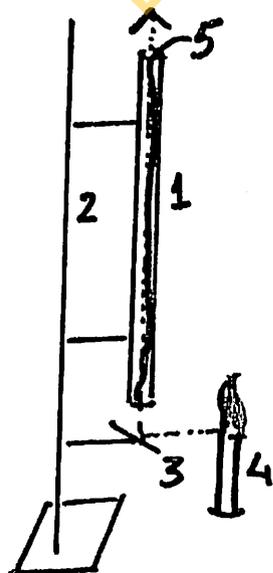
Percobaan 1:

Perakitan turbidimeter lilin.

Pada dasarnya alat ini terdiri dari suatu tabung kaca berukuran 80 cm yang ditempatkan pada statip tegak lurus kira-kira 25 cm diatas dasar meja kerja.

Kemudian dibawahnya dipasangkan cermin pada posisi 45 derajat terhadap posisi tabung, yang akan berfungsi memantulkan cahaya lilin yang dipasangkan sejajar tabung dengan jarak 10 cm.

Untuk membatasi pengaruh sinar dari luar maka tabung kaca diselubungi dengan selubung kertas kedap cahaya, seperti terlihat pada gambar berikut ini.



Keterangan:

1. tabung kaca
2. Statip
3. Cermin datar
4. Lilin
5. Pipa pengaduk dari plastik.

Pecobaan 2:

Pembuatan larutan Kaolin:

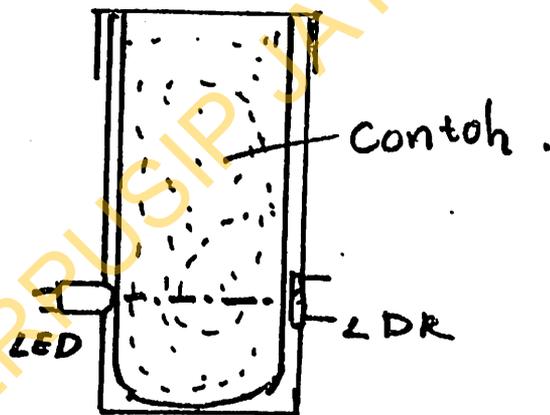
Ditimbangkan 5 gr Kaolin kedalam beker glas 1000 ml kemudian sambil diaduk ditambahkan air suling sampai 1000 ml. Setelah pengadukan merata kemudian dibiarkan selama 24 jam lalu cairan jernihnya(bagian atas) dipindahkan ke botol untuk dipergunakan sebagai larutan standard kekeruhan.

Percobaan 3 :

Pembuatan unit masukan ke I :

Mengacu pada unit masukan alat Yodmeter yang telah ada maka dibuat unit masukan dengan konstruksi sebagai berikut:

Posisi sumber cahaya diletakkan berhadapan tegak lurus terhadap detektor cahaya dan ditengahnya adalah posisi media yang akan diuji kekeruhannya sehingga hanya cahaya yang dilewatkan oleh media saja yang dideteksi oleh detektor cahaya.



Sebagai sumber tenaga dipergunakan battery 9 Volt yang telah diatur menjadi 5 volt dan potensiometer 2 K Ohm.

Percobaan 4 :

Penelitian hubungan antara nilai kekeruhan (NTU) dengan nilai tahanan detektor cahaya (LDR).

Cara kerja:

Dibuat contoh air dengan variasi kekeruhan antara 1000 sampai kurang dari 25 NTU.

Kemudian ditetapkan nilai kekeruhannya menggunakan turbidimeter lilin sekaligus diuji efeknya terhadap

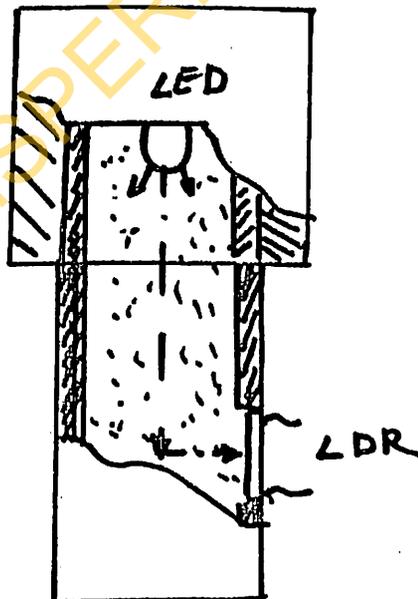
nilai tahanan LDR pada unit masukan.

Pengukuran nilai tahanan menggunakan multimeter, demikian seterusnya sampai semua variasi selesai ditetapkan.

Percobaan 5:

Pembuatan unit masukan ke II.

Konstruksi unit masukan kedua ini sedikit berbeda dengan konstruksi pertama. Disini posisi sumber cahaya adalah membentuk sudut 90 derajat dengan posisi detektor cahaya sehingga hanya sinar yang dipantulkan oleh media yang dideteksi oleh detektor cahaya.



Percobaan 6.

Penelitian efek kekeruhan terhadap nilai tahanan LDR pada unit masukan II.

Cara kerja dilakukan seperti pada percobaan 4.

Percobaan 7.

Pembuatan sistem pengolah sinyal:

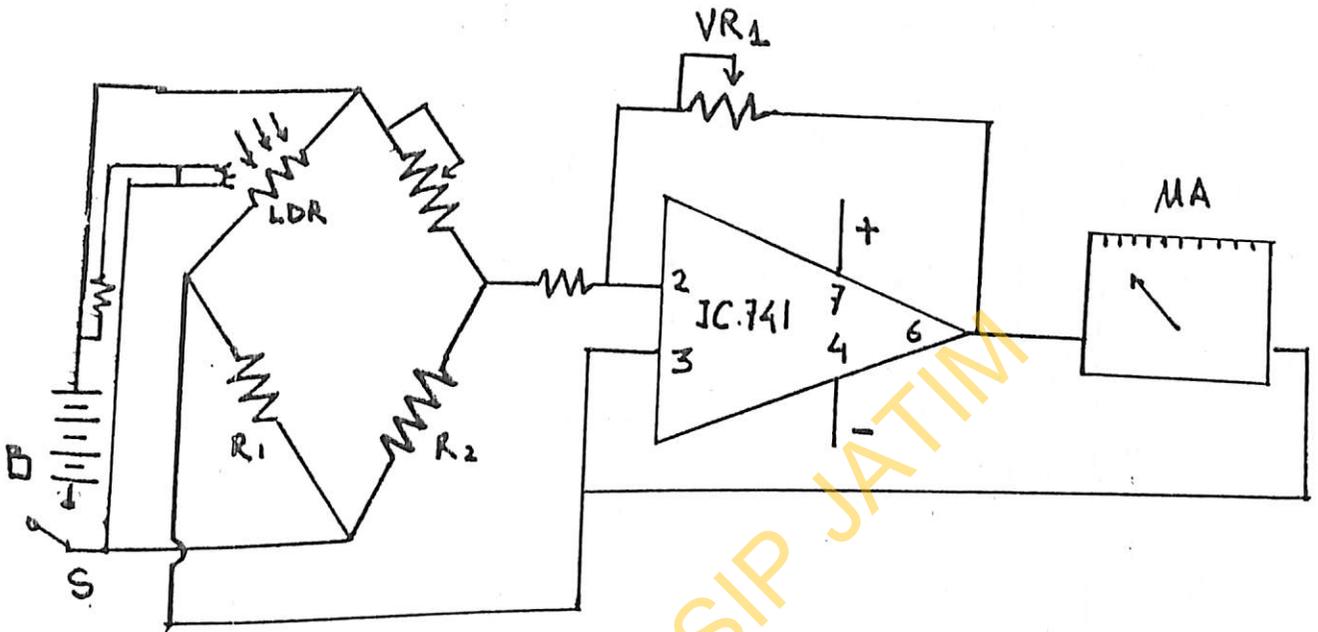
Prinsip pengolah sinyal berupa jembatan Wheatstone menggunakan lengan pembanding berupa potensiometer yang nilainya sebanding dengan nilai tahanan LDR.

LDR pada unit masukan merupakan lengan pembanding lainnya. Indikator sinyal listrik menggunakan mikroampermeter yang berkapasitas antara 0 - 100 mikroamper.

Sebelum sinyal dari jembatan Wheatstone dideteksi terlebih dahulu dikuatkan dengan penguat tegangan yang dalam hal ini menggunakan IC 741.

Penguatan diatur dengan menggunakan tahanan umpan balik sedemikian rupa sehingga dapat diperoleh simpangan mikroampermeter yang maksimal.

Untuk jelasnya berikut ini adalah gambar rangkaiannya:



Keterangan :

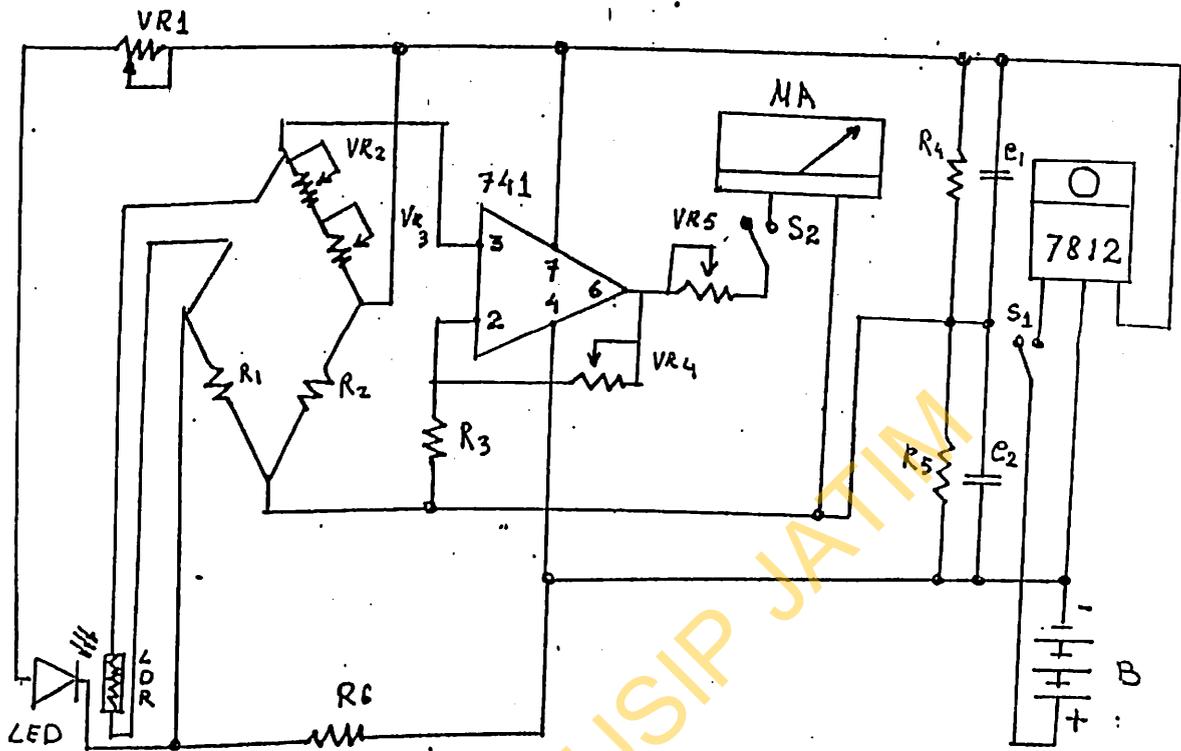
- S : Sakelar
- B : Batery (2 X 9 Volt)
- VR1 : pengatur penguatan
- R_1, R_2 : tahanan pembanding permanen
- LDR : detektor cahaya
- IC : penguat operasi
- uA : indikator (mikroampermeter).

Disini LDR dipasang sebagai kesatuan unit masukan.

Sedangkan mikroampermeter berfungsi sebagai unit keluaran.

Percobaan 8:

Pembuatan prototip alat lengkap.



Percobaan 9:

Kalibrasi alat.

Pada penelitian ini kalibrasi diarahkan untuk jangka uji antara 0 NTU sampai 200 NTU.

Dibuat contoh uji dengan variasi kekeruhan sesuai dengan jangka uji yang dikehendaki, kemudian dilakukan uji kekeruhan dengan menggunakan turbidimeter lilin kemudian dilakukan uji kekeruhan dengan menggunakan prototip alat.

Kemudian untuk mendapatkan reproduibilitas prototip alat maka dilakukan uji kekeruhan dengan ulangan sepuluh kali untuk salah satu variabel demikian juga dengan menggunakan turbidimeter lilin.

Pada dasarnya prototip alat yang dibuat merupakan rangkaian terpadu dari 3 unsur yaitu:

unit masukan

unit pengolah sinyal :

jembatan Wheatstone

penguat tegangan

unit keluaran

Unit masukan dibuat terpisah dari unit pengolah dihubungkan dengan kabel koaxial.

Unit pengolah sinyal dirakit pada papan rangkaian tercetak beserta unit catu dayanya.

Keseluruhan sistem dikemas dalam kotak berukuran 17 X 7 X 11 cm termasuk tempat baterainya .

Mikroampermeter ditempat diatas kotak diatas tombol ON/OFF dan tombol kalibrasi.

Berikut ini adalah rangkaian lengkap dari prototip alat.

BAB IV

Hasil dan pembahasan

Penelitian respon detektor cahaya terhadap nilai kekeruhan contoh uji pada unit masukan jenis I memberikan data seperti pada tabel berikut ini.

| Tinggi cairan CM | Nilai NTU | Tahanan LDR KOHM |
|---------------------|-----------|---------------------|
| 2,3 | 1000 | 6,5 |
| 2,6 | 900 | 5,1 |
| 4,4 | 500 | 2,9 |
| 13,9 | 160 | 1,8 |
| 24,0 | 90 | 1,7 |
| 55,0 | 35 | 1,6 |
| >80 | <35 | 1,6 |
| | <25 | 1,5 |

Tabel 2: Efek tingkat kekeruhan terhadap nilai tahanan LDR.

Uji korelasi antara kekeruhan dengan nilai tahanan detektor cahaya (LDR) memberikan nilai koefisien korelasi 0,9793, hal ini menunjukkan adanya korelasi kuat antara kekeruhan dengan respons detektor cahaya. Namun bila diamati pada tabel 2 serta grafik 1 terlihat bahwa respons detektor cahaya menjadi tidak peka pada kekeruhan dibawah 200. Dimana hanya menghasilkan perubahan nilai tahanan LDR sebesar antara 1,8 -1,5 K

Orn saja. Hal ini menunjukkan kebenaran teori bahwa sistem turbiditas hanya sesuai untuk konsentrasi partikel terlarut yang relatif besar.

Atas dasar hal itulah maka dilakukan pembuatan sistem lain yaitu sistem Nephelometri.

Percobaan menggunakan unit masukan jenis II memberikan hasil seperti pada tabel berikut ini.

| Nilai NTU | Tahanan LDR KOHMM |
|-----------|----------------------|
| 212,5 | 35,60 |
| 188,8 | 36,80 |
| 147,0 | 39,90 |
| 142,0 | 41,10 |
| 123,0 | 41,90 |
| 106,0 | 45,00 |
| 105,0 | 49,30 |
| 95,0 | 49,70 |
| 75,0 | 50,00 |
| 73,2 | 50,00 |
| 62,5 | 55,40 |
| 52,5 | 54,10 |
| 51,50 | 53,40 |
| 43,5 | 57,00 |
| 42,5 | 58,30 |
| 41,5 | 60,70 |
| 38,0 | 62,00 |
| 37,5 | 63,40 |
| 27,5 | 65,00 |

22,0

66,70

Analisa regresi dari data pada tabel diatas memberikan nilai koefisien korelasi sebesar 0,949 , hal ini menunjukkan adanya korelasi yang kuat antara kekeruhan dengan respon detektor cahaya, dengan persamaan regresi adalah $Y = - 0,165X + 65,7$.

Selain itu pada tabel tersebut terlihat bahwa respon detektor cahaya terhadap perubahan nilai kekeruhan cukup nyata.

Kenyataan ini mendukung teori Nephelometri dan dapat dipergunakan sebagai dasar untuk penelitian selanjutnya.

Sesuai dengan rencana , prototipe didesain untuk dua jangka uji yaitu 0 - 100 dan 0 - 200 NTU.

Pembuatan unit pengolah sinyalpun didisain untuk dua jangka uji juga. Untuk ini dibuat skakelar untuk tingkat penguatan serta kepekaan meter.

Berikut ini adalah data kalibrasi prototipe dengan dua jangka uji:

Jangka uji 0 - 100 NTU :