

RANCANGAN KAPASITANSI METER DIGITAL

DRS. BISMAN P,M.ENG.SC

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jurusan Fisika
Universitas Sumatera Utara

BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Dengan kemajuan teknologi elektronika, maka alat ukur elektronik sangat diperlukan. Pada saat sekarang terdapat banyak alat ukur terutama alat ukur komponen. Dalam proyek elektronika komponen yang mutlak harus diketahui nilainya adalah komponen dasar seperti : resistor, kapasitor, induktor dan lain sebagainya. Ada alat ukur dalam suatu instrumen terdapat beberapa kemampuan pengukuran seperti Voltmeter, ohmmeter, kapasitansimeter yang dijadikan satu instrumen yang disebut dengan Multimeter. Alat ini disamping harganya relatif mahal, dalam hal-hal tertentu tidak praktis pemakaiannya karena faktor ketelitian dan range pengukuran.

Untuk itu dalam hal tertentu dibutuhkan alat ukur spesifik, dimana ketelitian dan range pengukuran dapat direncanakan. Pada makalah ini dirancang suatu alat ukur kapasitansi, dimana pengukuran ditunjukkan secara digital. Alat ini disebut "Kapasitansi Meter Digital". Keuntungan penunjukan secara digital dimana kesalahan pembacaan dapat dikurangi, selain itu pembacaan dapat dengan cepat dilakukan.

Prinsip kerja alat ini didasarkan bahwa komponen elektronika kapasitor dapat digunakan sebagai pendiferensiator, dimana sinyal keluaran yang telah didiferensiasikan sebanding dengan sinyal masukan. Level tegangan ini menurut teori diferensiator sebanding dengan kapasitansi dari kapasitor pendiferensial. Selanjutnya keluaran sinyal ini dirubah kesinyal digital dengan sebuah analog ke Digital Konverter.

I.2. Perumusan Masalah

Untuk mengukur nilai komponen dari suatu komponen dasar elektronika diperlukan suatu alat ukur. Alat ukur yang tersedia biasanya alat ukur umum seperti Multimeter. Pada alat ukur ini biasanya disatukan alat ukur untuk resistor, kapasitor, induktor, tegangan dan arus listrik.

Dalam hal spesifik dimana dibutuhkan ketelitian dan pengukuran pada range tertentu alat ukur yang bersifat umum seperti diuraikan diatas pada dasarnya kurang memuaskan seperti yang diharapkan. Untuk itu perlu dirancang alat ukur tersendiri dimana parameter-parameter khusus yang diperlukan dapat direncanakan. Selain hal diatas, masalah biaya dimana harga sebuah multimeter dipasaran relatif mahal dapat teratasi. Dengan terealisasinya kapasitansimeter digital ni diharapkan dapat bermanfaat dan mendukung pekerjaan-pekerjaan proyek elektronika baik di laboratorium maupun proyek lain seperti perbaikan dan perancangan alat-alat elektronika.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1. Kapasitor

Kapasitor adalah suatu komponen elektronika yang terdiri dari dua buah plat penghantar sejajar yang disekat satu sama lain dengan suatu bahan elektrik. Komponen ini sangat penting dalam elektronika atau listrik karena mempunyai sifat-sifat :

- Dapat menyimpan muatan listrik
- Dapat menahan arus searah
- Dapat melewatkan arus bolak balik

Suatu kapasitor plat sejajar dengan dielektrik udara dan diberi tegangan sebesar V_s diperlihatkan pada gambar 2.1. Banyaknya muatan yang diisikan kepada kapasitor tersebut adalah sebanding dengan tegangan yang diberikan oleh sumber.

Kapasitansi dari kapasitor yang dimuati dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$C = Q/V \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

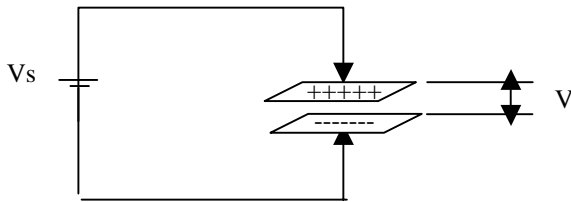
- C = Kapasitansi kapasitor {F}
- Q = Muatan yang diisikan pada plat +Q dan -Q {C}
- V = Tegangan yang diberikan (V)

Tampak bahwa satuan kapasitansi adalah coulomb/Volt atau {C/V} atau Farad {F}. Satu farad adalah jumlah muatan listrik sebesar satu coulomb yang disimpan di dalam elektrik {zat perantara} dengan beda potensial sebesar satu volt.

Jadi kapasitansi dari suatu kapasitor adalah kemampuan dari kapasitor tersebut untuk menyimpan muatan pada plat-platnya.

Kapasitansi suatu kapasitor bergantung pada :

1. bahan dielektrik yang digunakan
2. Luas dari plat-plat
3. Jarak antara plat-plat



Gambar 2.1. Kapasitor plat sejajar

Kapasitansi dari kapasitor berbanding lurus dengan luas plat dan berbanding terbalik dengan jarak antara plat-plat atau dapat tertulis dengan:

$$C = \frac{\epsilon A}{d} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- ϵ = permitivitas bahan (Farad/m)
- A = luas pelat (m^2)
- d = jarak antara pelat-pelat (m)

Perbandingan antara permitivitas suatu bahan (ϵ) dengan permitivitas ruang hampa (ϵ_0) disebut permitivitas relatif atau konstanta dielektrik dinyatakan dengan yaitu :

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} \dots\dots\dots (3)$$

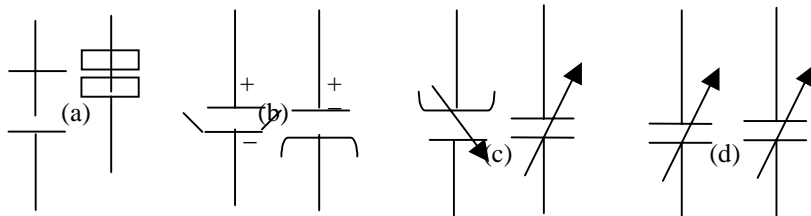
Untuk kapasitor yang dapat diubah-ubah kapasitasnya atau kapasitor variabel yang mempunyai pelat lebih dari dua, dapat ditulis bahwa luas pelat efektif dari n pelat adalah (n-1) dikali luas penampang masing masing pelat. Oleh karena itu dapat ditulis :

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r (n-1) A}{d} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

n = banyaknya pelat paralel (bagian luar)

Simbol-simbol yang umum digunakan untuk menyatakan kapasitor diperlihatkan pada gambar 2.2

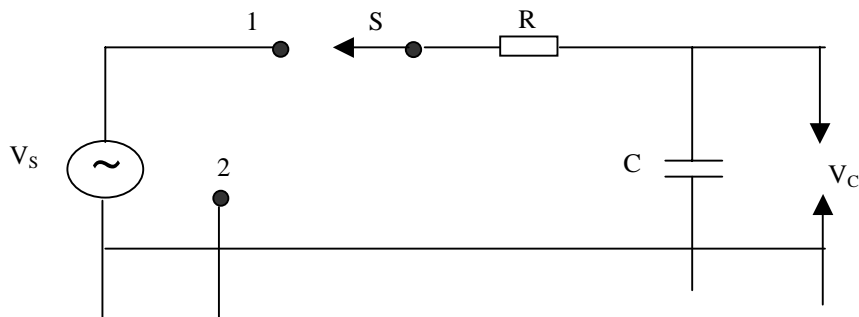


Gambar 2.2. simbol kapasitor

- a. umum
- b. non-polar
- c. elektrolit
- d. variabel
- e. dua variabel

II.2. Pengisian dan Pengosongan Kapasitor

Dua hal yang perlu diperhatikan pada suatu kapasitor adalah saat pengisian dan pengosongan muatannya. Untuk ini dapat diuraikan dengan bantuan gambar 2.3.



Gambar 2.3. Rangkaian Pengisian dan Pengosongan Kapasitor

Apabila saklar S dihubungkan keposisi 1 maka akan mengalir arus dari sumber melalui hambatan R ke kapasitor C. tegangan pada C akan naik secara eksponensial sesuai dengan persamaan berikut :

$$V_c = V_s (1 - e^{-t/RC}) \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

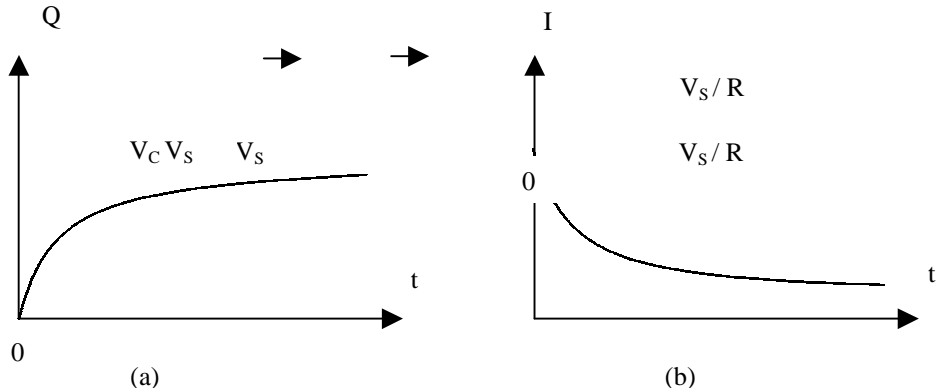
- V_c = tegangan pada kapasitor (V)
- V_s = tegangan pada sumber (V)
- t = waktu pengisian kapasitor (det)
- R = resistansi dari resisitor (Ω)
- C = kapasitansi dari kapasitor (F)

Arus I akan berhenti mengalir ($I = 0$) pada saat tegangan kapasitor C sama dengan tegangan sumber V_s . proses tersebut dinamakan pengisian kapasitor.

Kemudian bila saklar S dihubungkan ke posisi 2, maka arus akan mengalir dengan arah berlawanan dengan arah pengisian. Kapasitor akan mengeluarkan kembali energi listrik yang disimpannya dengan persamaan tegangan :

$$V_c = V_s e^{-t/RC} \dots\dots\dots(6)$$

Pada saat kapasitor telah mengosongkan seluruh muatannya aliran arus akan berhenti ($I = 0$). Gambar 2.4. memperlihatkan grafik pengosongan muatan kapasitor. Dari grafik - grafik dan persamaan-persamaannya bahwa (a) $t = 0$; $q = 0$ dan $I = V_s/R$ dan (b) jika $t \sim \infty$, $q = V_c V_s$ Dan $I \rightarrow 0$; yakni mula-mula arus tersebut adalah V_s/R dan akhirnya 0, dan mula-mula muatan pada pelat-pelat kapasitor pada mulanya adalah 0 dan akhirnya $V_c V_s$



Gambar 2.4. (a) grafik pengisian kapasitor
(b) grafik pengosongan kapasitor

Waktu yang diperlukan untuk pengisian dan pengosongan kapasitor bergantung kepada besar RC yang disebut konstanta waktu (time constant) yaitu :

$$\tau = R.C \dots\dots\dots(7)$$

dimana :

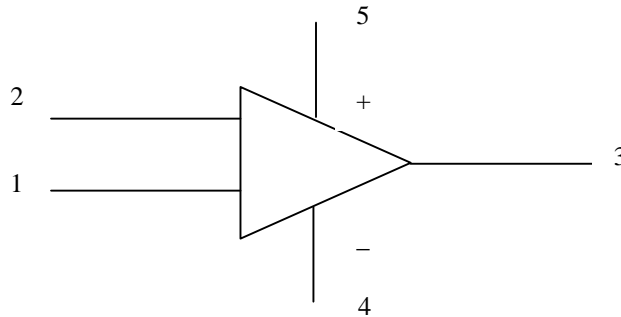
- τ = konstanta waktu (detik)
- R = Resistansi dari kapasitor (Ω)
- C = Kapasitansi dari kapasitor (F)

Apabila persamaan (7) disubstitusi kepersamaan (5) maka akan diperoleh pengertian bahwa setelah konstanta waktu t dilalui, tegangan kapasitor C yang sedang mengisi muatannya akan mencapai 63 % dari tegangan sumbernya.

II.3. Penguat Operasional

Penguat operasional adalah suatu rangkaian elektronika yang dikemas dalam bentuk rangkaian terpadu (IC). Perangkat ini sering digunakan sebagai penguat sinyal-sinyal, baik yang linier maupun yang non linier terutama dalam sistem-sistem pengaturan dan pengendalian, instrumentasi, dan komputasi analog. Keuntungan dari pemakaian penguat operasional ini adalah karakteristiknya yang mendekati ideal sehingga dalam merancang rangkaian yang menggunakan penguat ini lebih mudah dan juga karena penguat ini bekerja pada tingkatan yang cukup dekat dengan karakteristik kerjanya secara teoritis.

Dari sudut sinyal sebuah penguat operasional mempunyai tiga terminal, yaitu dua terminal masukan dan satu terminal keluaran. Gambar 2.5 menunjukkan simbol dari sebuah penguat operasional. Terminal 1 dan 2 adalah terminal masukan dan terminal 3 adalah terminal keluaran. Kebanyakan penguat operasional membutuhkan catu daya DC dengan dua polaritas untuk dapat beroperasi. Terminal 4 disambungkan ke tegangan positif (+V) dan terminal 5 disambungkan ke tegangan negatif (-V).



Gambar 2.5 simbol rangkaian penguat operasional

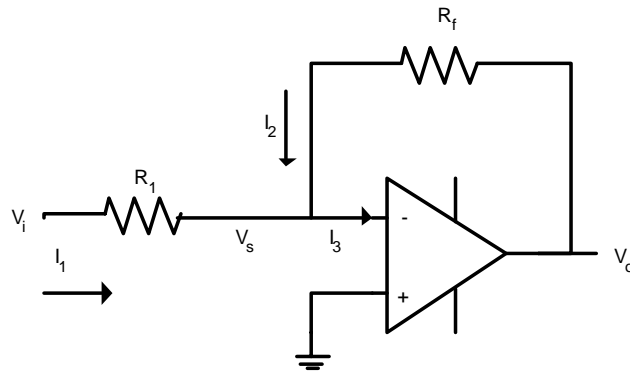
Karakteristik utama sebuah penguat operasional yang ideal adalah :

1. Impedansi masukan tak terhingga
Penguat yang ideal diharapkan tidak menarik arus masukan, artinya tidak ada arus yang masuk kedalam terminal 1 maupun 2 ($I_1 = I_2 = 0$)
2. Impedansi keluaran sama dengan nol
Terminal 3 merupakan keluaran penguat operasional, idealnya diharapkan bertindak sebagai terminal keluaran sebuah sumber tegangan ideal. Tegangan antara terminal 3 dengan ground akan selalu sama dengan $A(V_2 - V_1)$, dimana A adalah faktor penguatan sebuah penguat operasional.
3. Penguatan loop terbuka tak terhingga
Apabila dioperasikan pada loop terbuka (tidak ada umpan balik dari keluaran ke masukan), maka sebuah penguat operasional ideal mempunyai gain (penguatan) yang besarnya tak terhingga.

II.3.1. Penguat pembalik (inverting amplifier)

Penguat pembalik adalah rangkaian penguat dimana outputnya mempunyai perbedaan fasa 180° dengan sinyal input. Rangkaian penguat pembalik ini ditunjukkan pada gambar 2.6.

Pada rangkaian ini terminal masukan penguat tak membalik (non inverting) ditanahkan, sedangkan tegangan keluaran dihubungkan dengan terminal masukan pembalikannya.



Gambar 2.6. Penguat pembalik (inverting amplifier)

Arus yang melintasi R_1 (I_1) terbagi dua yaitu arus yang melintasi R_f (I_2) dan arus yang masuk ke op-amp sehingga dapat ditulis :

$$I_1 = I_2 + I_3 \quad \dots\dots\dots(8)$$

$$\frac{V_1 - V_S}{R_1} = \frac{V_S - V_0}{R_f} + \frac{V_S}{R_{in}} \quad \dots\dots\dots(9)$$

Dengan mengasumsikan bahwa op-amp adalah ideal (dimana $Z_{in} = \infty$ = tak terhingga) maka :

$$V_S = V_0 / \infty = 0$$

Karena $V_S = 0$ sehingga persamaan (9) menjadi :

$$\frac{V_i}{R_1} = \frac{-V_0}{R_f} \quad \dots\dots\dots(10)$$

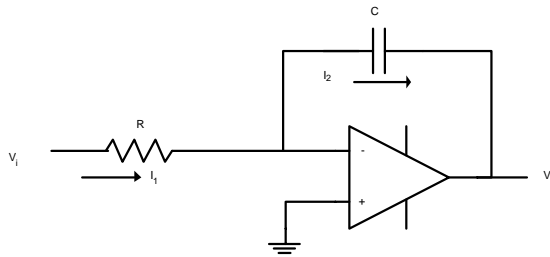
$$\frac{V_0}{V_i} = \frac{-R_f}{R_1} \quad \dots\dots\dots(11)$$

$$V_0 = \frac{-R_f}{R_1} \cdot V_i \quad \dots\dots\dots(12)$$

11.3.2. Integrator op-amp

Sebuah integrator adalah rangkaian yang menyelenggarakan operasi integrasi secara matematik karena dapat menghasilkan tegangan keluaran yang sebanding dengan integral masukan. Pemakaian yang umum ialah menggunakan tegangan masukan yang tetap untuk menghasilkan tegangan keluaran berbentuk lereng (ramp). Sebuah lereng adalah tegangan yang mendaki atau menurun secara linier.

Gambar 2.7 dibawah ini adalah gambar sebuah rangkaian integrator



Gambar 2.7. Rangkaian Integrator

Pada keadaan awal, arus input yang mengalir melalui resistor sama dengan $i_1 = V_i / R$. Tegangan output (V_0) sama dengan nol sehingga arus yang mengalir melalui resistor juga mengalir melalui kapasitor C ($i_2 = C \cdot dv/dt$) yaitu dengan menganggap resistansi input op-amp adalah tak terhingga (keadaan ideal).

Dari hal ini maka didapat persamaan :

$$i_1 = \frac{V_i}{R} = C \frac{-dV_0}{dt} \dots\dots\dots(13)$$

Sehingga :

$$\frac{dV_0}{dt} = \frac{-V_i}{R.C} \dots\dots\dots(14)$$

Dengan mengintegalkan kedua ruas perasmaan diatas, suatu perasmaan tegangan output integrator (V_0) akan diperoleh sebagai berikut :

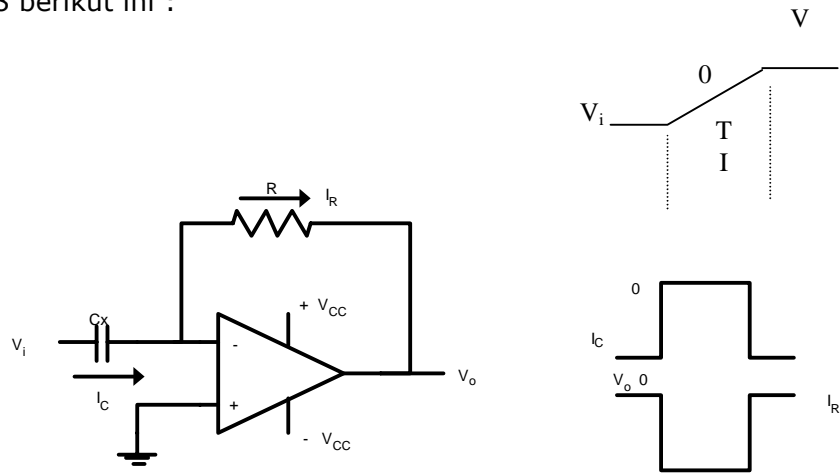
$$V_0 = - \frac{1}{R.C} \int V_i dt \dots\dots\dots(15)$$

11.3.3. Diffrensiator Op-amp

Diffrensiator adalah rangklaian yang melakukan operasi diferensiasi secara matematika. Rangkaian ini menghasilkan tegangan keluaran yang sebanding dengan kemiringan tegangan masukan. Pemakaian yang umum dari sebuah

differensiator adalah mendeteksi tepi mendahului dan tepi ketinggalan dari sebuah pulsa persegi atau untuk menghasilkan keluaran persegi dari masukan lereng.

Dalam alat ukur kapasitansi meter ini kapasitor (C_x) yang akan diukur merupakan bagian dari differensiator itu sendiri. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar 2.8 berikut ini :



Gambar 2.8 (a) Rangkaian differensiator
(b) Masukan lereng menghasilkan keluaran persegi

Gambar 2.8 memperlihatkan sebuah differensiator op-amp. Rangkaian differensiator ini hampir mirip dengan rangkaian integrator hanya saja posisi tahanan dan kapasitornya yang berbeda. Bila tegangan masukan berubah, kapasitor diisi atau dikosongkan. Karena adanya tanah semu, arus kapasitor mengalir melalui tahanan umpan balik, menghasilkan tegangan. Tegangan ini setara dengan kemiringan dari tegangan masuk.

Masukan yang sering digunakan pada rangkaian differensiator op-amp ialah bentuk lereng seperti pada gambar 2.8 (b). karena tanah semu, semua tegangan lereng masuk melintasi melalui kapasitor. Suatu lereng tegangan mengandung arti bahwa arus kapasitor tetap. Karena semua arus tetap ini mengalir melalui tahanan umpan balik, maka didapatlah pulsa membalik pada keluaran, seperti yang terlihat pada gambar 2.8 (b).

Rumus besarnya arus pada kapasitor adalah :

$$I_C = C_X \frac{dV_{IN}}{dT} \dots\dots\dots (16)$$

Untuk persamaan tegangan keluaran (V_{out}) adalah :

$$V_{OUT} = -I_R \cdot R \dots\dots\dots (17)$$

Dimana :

- V_{out} = Tegangan kelauran differensiator
- I = Arus pada R
- R = Tahanan

Sedangkan $I_C = I_R$ maka dengan mensubsitusikan persamaan (16) kepersamaan (17) diperoleh :

$$V_{OUT} = -R \cdot C_x \frac{d(V_{IN})}{dt} \dots\dots\dots (18)$$

Dari persamaan V_{out} dapat dilihat bahwa tegangan output sebuah differensiator adalah deviatif dari tegangan input terhadap waktu dikali konstanta waktu differensiator (R_{CX}).

II.3.4. Trigger Schmit

Trigger Schmit merupakan komperator regeneratif yang berfungsi sebagai pembanding dengan umpan balik positif. Untuk mengubah tegangan masuk yang perubahannya sangat lambat kedalam keluaran yang berubah tajam bentuk gelombangnya (hampir tiidak kontinu) dan timbul tepat pada harga tertentu dari tegangan masuk diperlukan rangkaian pemacu schmit dimana sinyal masuk dapat diambil sembarang selama bentuk gelombangnya peroidi dengan amplitudo cukup besar untuk melewati titik perpindahan atau batas jangkauan histerissis (VH) sehingga menghasilkan keluaran gelombang persegi.

Pada dasarnya rangkaian pemacu schmit op-amp seperti terlihat pada gambar 2.9, dimana adanya pembagian tegangan sehingga diperoleh umpan balik positif. Bila tegangan keluaran mengalami kejenuhan positif, maka tehangam positif diumpamakan kembali ke masukan tak membalik, masukan positif ini menjaga keluaran pada keadaan tinggi. Sebaliknya, bila tegangan masuk mengalami kejenuhan negatif diumpamakan kembali kemasukan tak membalik dan keluaran pada keadaan rendah. Dalam hal ini umpan balik positif memperkuat keadaan keluaran yang ada, jadi faktor umpan balik adalah :

$$B = \frac{R_2}{R_1 - R_2} \dots\dots\dots 19$$

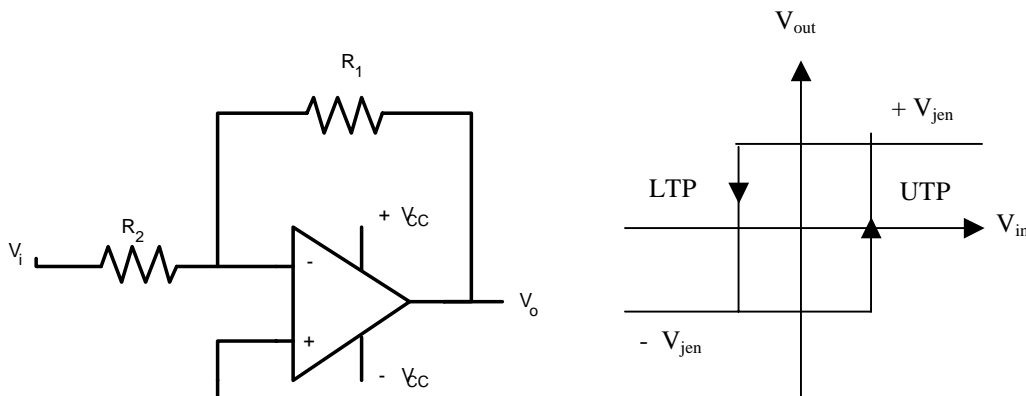
Bila keluaran mengalami kejenuhan positif, tegangan acuan yang diterapkan pada masukan tak membalik adalah :

$$V_{acu} = + B \cdot V_{jen} \dots\dots\dots (20)$$

Bila keluarannya mengalami kejenuhan negatif, tegangan acuan adalah :

$$V_{acu} = - B \cdot V_{jen} \dots\dots\dots (21)$$

Seperti yang ditunjukkan diatas, tegangan-tegangan acuan ini sama dengan titik perpindahan atas (uper Trip Point, UTP) atau $+Bv_{jen}$ dan titik perpindahan bawah (lower Trip Point, LTP) atau $- Bv_{jen}$. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2.9 sebagai rangkaian dasar pemacu schmit.



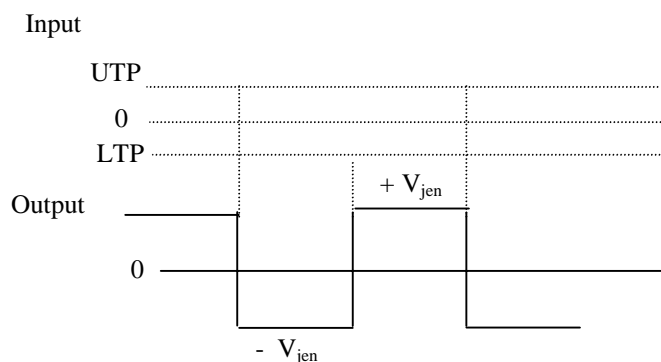
Gambar 2.9 (a) Pemicu Schmit
(b) Histerisis

Keluaran akan tetap pada keadaan yang diberikan sampai masuknya melebihi tegangan acuan, misalnya bila keluarannya mengalamai kejenuhan positif, maka tegangan acuannya adalah $+V_{jen}$ tegangan masukan V_{jen} harus dinaikkan lebih sedikit dari $+V_{jen}$ dengan demikian tegangan kesalahannya berbalik polaritas dengan tegangan keluarannya beralih ke keadaan rendah pada $-V_{jen}$.

Sebaliknya, bila keluarannya ada pada keadaan negatif, maka akan tetap negatif sampai tegangan masuknya menjadi lebih negatif dari pada $-V_{jen}$. Pada saat itu keluarannya beralih dari negatif ke positif. Umpan balik positif mengakibatkan efek yang tidak wajar pada rangkaian, dimana ia menguatkan tegangan acuan. Agar mempunyai polaritas yang sama dengan tegangan keluaran. Tegangan acuan menjadi positif bila keluaran tinggi dan negatif bila keluaran rendah, dimana perbedaan dua titik perpindahan ini disebut Histerisis, karena adanya umpan balik positif.

Histerisis dibutuhkan karena dapat mencegah kesalahan pemicuan yang disebabkan derau, misalnya ada pemicu schmit tanpa histerisis, maka derau secara acak dari keadaan rendah ke keadaan tinggi.

Dengan menggunakan pemicu Schmit dapat menghasilkan keluaran gelombang persegi, terlepas dari bentuk gelombang sinyal masukannya. Dengan kata lain tegangan masukan tidak harus sinusoidal, dimana selama bentuk gelombangnya periodik dan mempunyai amplitudo yang cukup besar untuk melewati titik perpindahan. Maka akan didapatkan keluaran gelombang persegi dari pemicu. Seperti pada gambar 2.10, dimana sinyal masukannya periodik. Pemicu schmit menghasilkan gelombang persegi, dengan tanggapan bahwa sinyal masukannya cukup besar untuk melewati titik kedua titik perpindahan. Bila pada saat sedang berayun keatas pada setengah siklus positif tegangan masukannya melebihi UTP (Upper Trip Point), maka tegangan keluarannya beralih ke $-V_{jen}$ dan pada setengah siklus berikutnya, tegangan masukannya menjadi lebih negatif dari pada LTP dan keluarannya beralih ke $+V_{jen}$. Gelombang persegi ini mempunyai frekuensi yang sama dengan sinyal masukan.



Gambar 2.10. Signal masukan dan keluaran dari Schmitt Trigger

Rangkaian terpadu yang mencakup fungsi pemacu Schmitt yaitu 741S14 yang merupakan heksa inverter pemacu Schmitt, dalam arti setiap keluaran dari pemacu Schmitt dibalikkan dimana IC tersebut berisi enam buah inverter pemacu Schmitt dalam satu kemasan.

II.4. Gerbang-Gerbang Logika

Gerbang (gate) logika adalah suatu rangkaian logika dengan satu keluaran dan satu atau beberapa masukan, dimana sinyal keluaran ini hanya terjadi untuk kombinasi-kombinasi sinyal masukan tertentu.

Gerbang logika merupakan dasar pembentuk system digital. Oleh karena itu gerbang tersebut dinamakan gerbang logika biner. Tegangan yang digunakan dalam gerbang logika adalah tinggi (high) yang berarti biner "1" atau rendah (low) yang berarti biner "0".

Harus diingat bahwa gerbang logika merupakan rangkaian elektronika. Rangkaian ini hanya tanggap (response) terhadap tegangan tinggi yang disebut dengan besar tegangan yang sesuai atau tegangan yang atau tegangan rendah (tegangan tanah).

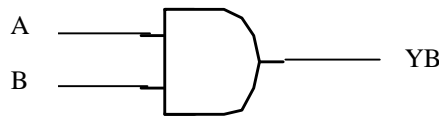
II.4.1. Gerbang OR

Gerbang OR disebut gerbang "setiap atau semua". Dalam hal ini gerbang OR mempunyai keluaran 1 jika salah satu atau semua masukannya adalah 1. Secara notasi operasi dari gerbang OR untuk dua masukan dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Y = A + B \quad \dots\dots\dots(22)$$

Dimana : Y = keluaran
A,B = masukan

Gambar 2.11 dan table 2.1 menunjukkan symbol logika dan table kebenaran untuk gerbang OR.



Gambar 2.11 Simbol gerbang OR

IN		OUT
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Tabel 2.1 Tabel Kebenaran gerbang OR

II.4.2. Gerbang NOT

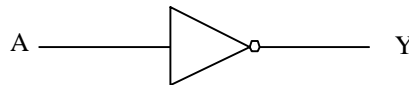
Gerbang NOT disebut juga pembalik (inverter). Gerbang NOT hanya mempunyai satu masukan dan satu keluaran, dan keadaan keluarannya selalu berlawanan dengan sinyal masukan. Apabila masukan gerbang NOT adalah 1, maka rangkaian gerbang NOT akan membalikannya menjadi 0. Pembalikan ini disebut juga pengkomplenan atau penginversian.

Secara notasi operasi dari gerbang NOT dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Y = \overline{A} \quad \dots\dots\dots(23)$$

Dimana : Y = Keluaran
A = Masukan

Gambar 2.12 dan table 2.2 menunjukkan symbol logika dan table kebenaran untuk gerbang NOT.



Gambar 2.12. Simbol gerbang NOT

IN	OUT
A	Y
0	1
1	0

Tabel 2.2. Tabel Kebenaran gerbang NOT

II.4.3. Gerbang EXOR

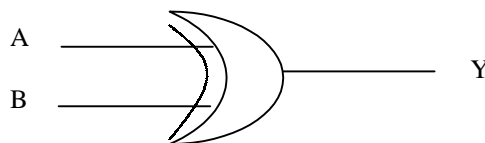
Gerbang ini merupakan gerbang eksklusif OR yang berdefinisi "keluaran dari EXOR akan bernilai tinggi (1), bila salah satu masukan pada EXOR yang memiliki dua masukan yang bernilai tinggi (1). Ada beberapa macam gerbang EXOR yang memiliki satu keluaran dan beberapa kaki masukan. Pada gerbang EXOR dengan tiga kaki masukan, keluaran pada gerbang ini akan tinggi (high) yang bilangan binernya "1" bila hanya salah satu kakinya berada pada keadaan tinggi dan akan bernilai rendah (0) bila ada dua atau lebih masukan yang bernilai tinggi (1).

Secara notasi operasi dari gerbang EXOR dapat ditulis sebagai berikut :

$$Y = \overline{A} B + A \overline{B} \quad \dots\dots\dots(24)$$

Dimana : Y = Keluaran
A,B = Masukan

Gambar 2.13 dan table 2.3 menunjukkan simbol logika dan tabel kebenaran untuk gerbang EXOR.



Gambar 2.13. Simbol gerbang EXOR

IN		OUT
A	B	Y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

Tabel 2.3 Tabel kebenaran gerbang EXOR

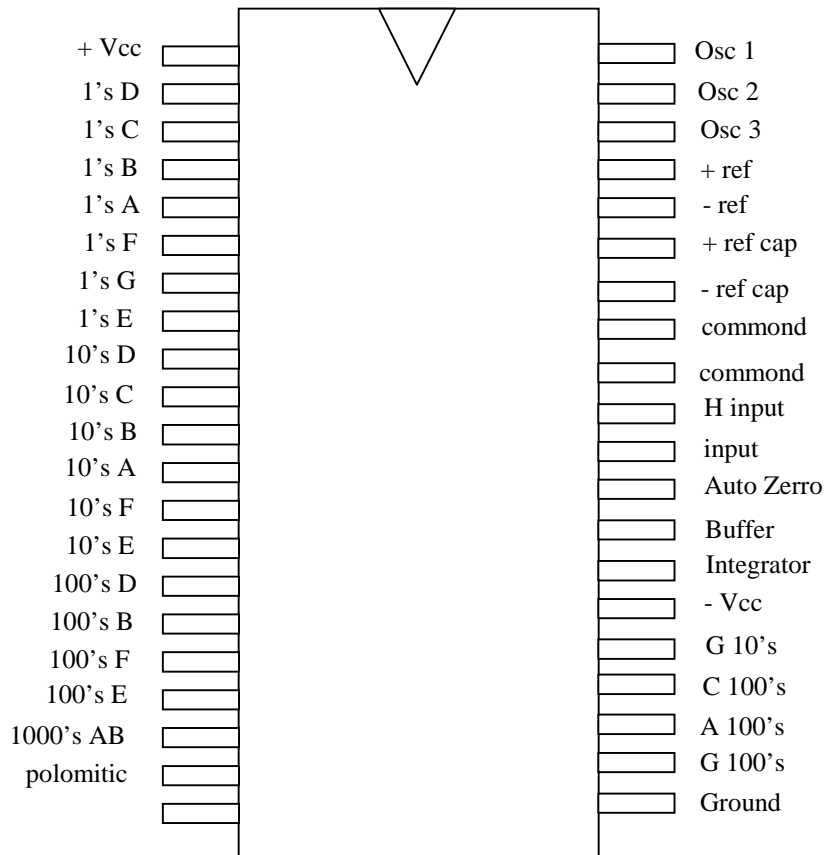
II.5. ADC dan Peraga 7106

IC 7106 merupakan sebuah IC yang diranvang khusus untuk tujuan pengukuran. IC 7106 dapat digunakan sebagai voltmeter, ampermeter, ohmmeter dan lain-lain bergantung kebutuhan kita. Karena sinyal yang diumpamakan IC7106 adalah berbentuk tegangan, maka IC 7106 disini digunakan sebagai voltmeter digital

Penggunaan IC7106 sebagai voltmeter digital mempunyai keistimewaan tersendiri. Ini diperoleh dari sederhananya rangkaian yang diaplikasikan. Berbagai rangkaian terpisah telah dipadukan dalam satu chip IC ini. Seperti pengubah analog ke digital, decoder, driver, penguatan, koreksi tegangan masukan dan pembangkit sinyal clock.

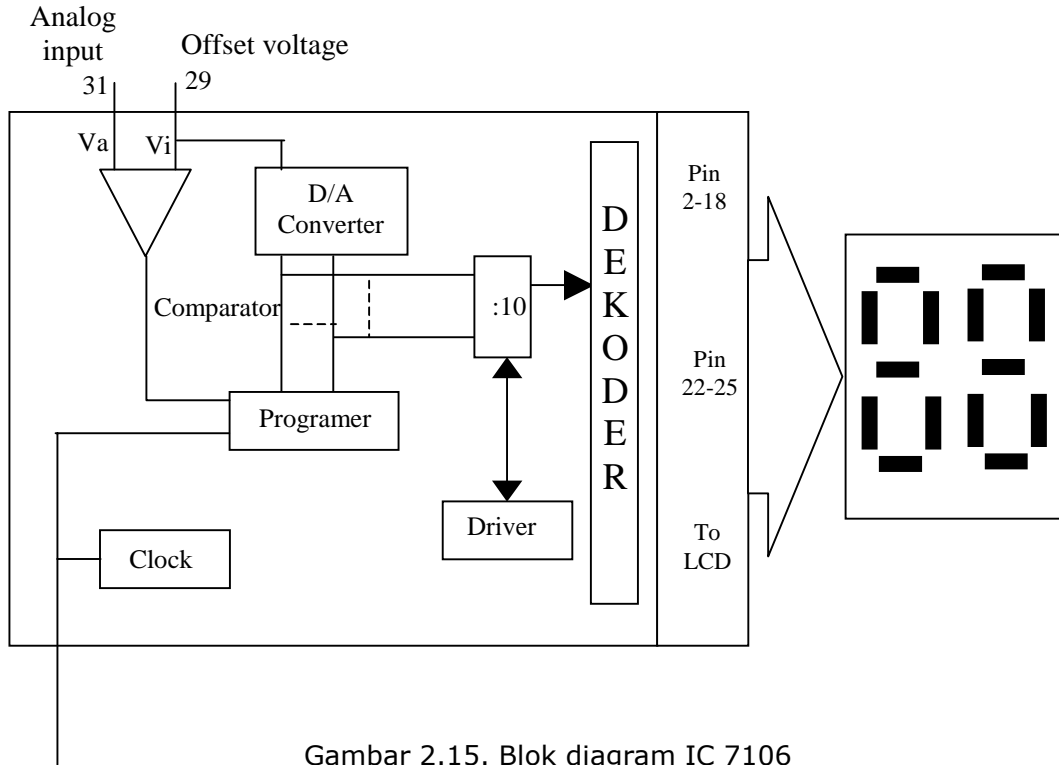
Untuk pembangkit sinyal clock waktunya bisa diatur hanya dengan memasang cukup satu kapasitor sesuai dengan keinginan kita, sehingga tegangan yang masuk melalui inputnya langsung dapat diproses dan ditampilkan peraga.

Gambar 2.14 berikut ini adalah gambar IC7106 beserta keterangan kaki-kakinya.



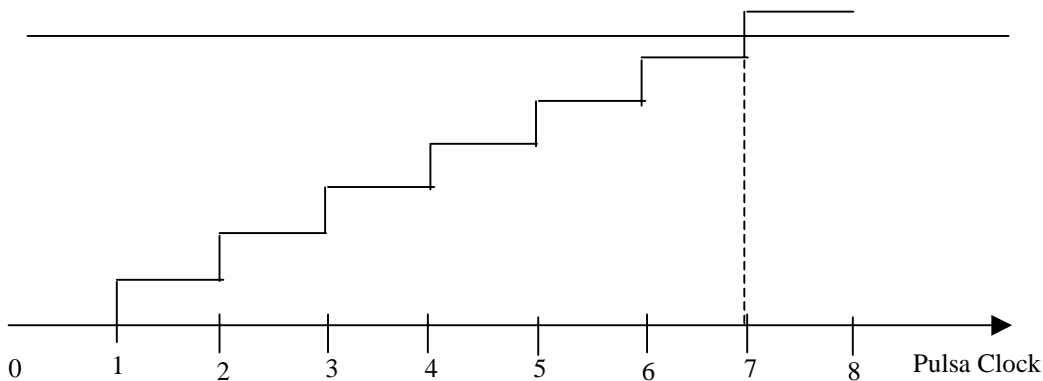
Gambar 2.14. fungsi pin-pin IC 7106

Untuk tegangan minimum dapat menerima 0 – 199,9 mV dan untuk tegangan maksimum dapat menerima hingga 1999 V. Hal ini semua dapat dilakukan dengan mengubah – ubah nilai tahapan depan pada inputnya. Secara ringkas kerja IC 7106 dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.15. Blok diagram IC 7106

Untuk memulai proses pengubahan pencacah diriset nol dengan menggunakan pulsa pembersih. Setelah clock bekerja, programmer mencacah bilangan digital biner secara berturut-turut. Kemudian diumpamakan pada sebuah D/A converter yang berfungsi untuk mengubah besaran digital biner ke dalam besaran analog. Setelah itu output dari D/A converter yaitu V_i diterima oleh comparator yang pada sisi input lain dihuibungkan pada tegangan analog (V_a) yang akan diubah ke dalam bentuk digital.



Gambar 2.16. Bentuk gelombang pencacah A/D converter

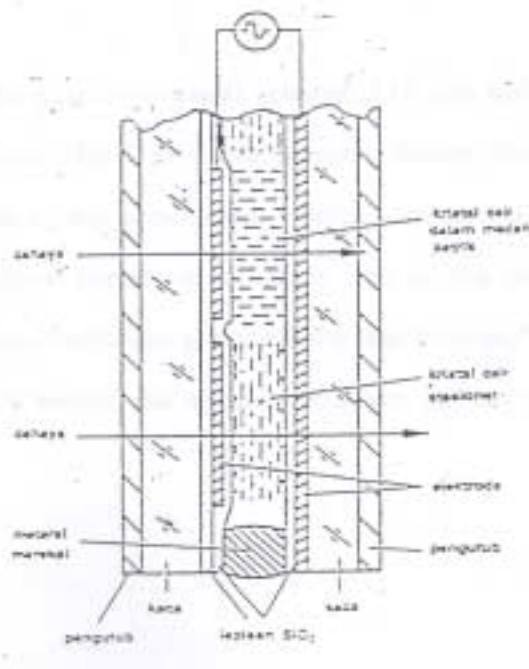
Programmer akan terus mencacah hingga pada saat V_i menyamai V_a (atau melampaui) pencacah berhenti. Bilangan yang tersimpan dalam programmer merupakan ekivalen digital dari tegangan masukan analog. Bentuk gelombang pencacahnya dapat dilihat pada gambar 2.16 di atas.

Setelah sinyal input V_a diubah ke dalam bentuk digital biner, sebuah pembagi sepuluh (:10) membagi bilangan digital biner tersebut ke dalam satuan, puluhan dan ratusan. Lalu diubah oleh decoder ke dalam bentuk besaran desimal melalui sebuah seven segment. Sedangkan driver mengendalikan angka - angka satuan, puluhan dan ratusan pada seven segment.

Penampil adalah piranti yang menunjukkan harga-harga keluaran secara numeric. Ada beberapa jenis penampil yang ada seperti seven segment LED. Pada perancangan ini digunakan penampil seven segment jenis LCD (liquid Cristal Display).

Penampil ini digunakan karena mempunyai keterbatasan dalam cahaya terang sangat baik dan konsumsi arus sangat rendah yakni $0,001\text{mW}/\text{cm}^2$. LCD pada dasarnya terdiri dari dua keeping kaca tipis yang disela-selanya ada lapisan kristal cair setebal 10 μm .

Lapisan ini akan berubah oleh pengaruh medan listrik. Lapisan kristal cair ini akan transparan atau memantulkan, tergantung pada arah keteraturan molekul-molekul. Lapisan dalam kedua keeping kaca dilapisi dengan penghantar yang transparan yang merupakan elektroda-elektroda, tegangan yang dikenakan kepada mereka membangkitkan perubahan arah molekul-molekul pada di dalam kristal cair, maka bidang (segmen pada penampil digital) yang terpengaruh akan berubah ketransparannya.



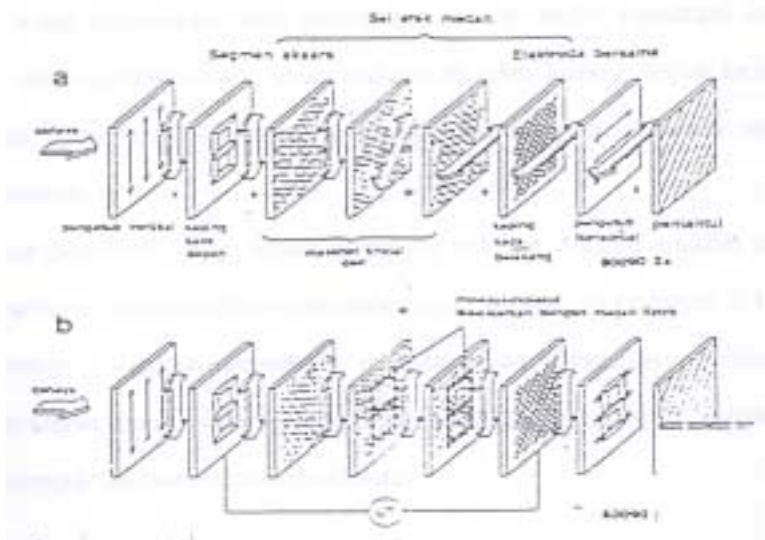
Gambar 2.17. Konstruksi dasar LCD

Lapisan SO menyekat elektroda-elektroda dari efek kristal cair dan kedua pengutub (piringan tipis pengeluaran). Pengajaran bangunan kristal dibuat sedemikian rupa hingga ketransparannya tidak berubah kalau tidak ada tegangan dikenakan. Pengoperasian molekul kristal di dalam medan listrik dikemukakan pada gambar 2.17. Kalau diantara kedua elektroda dikenakan tegangan maka molekul-molekul kristal tersusun mendatar pada bagian bawah diperlihatkan kristal-kristal cair berbentuk vertikal karena tidak dikenakan tegangan.

Dalam kondisi tidak ditenagai, pengutub horizontal, pengutub vertikal dilapiskan pada kristal cair dengan posisi siku-siku dengan yang lainnya (gambar 2.18 (a)). Cahaya terpolarisasi vertikal yang masuk dari depan, sel A mengikuti penjajaran kristal, kalau ia terputar 90° , dan keluaran dari LCD lewat pengutub vertikal.

Namun dalam kondisi ditenagai (gambar 2.18 (b)) pada satu atau lebih segmen aksara, molekul-molekul kristal mengatur dirinya bersesuaian dengan medan listrik. Cahaya yang terpolarisasi vertikal segmen yang ditenagai tidak dapat melewati pengutub horizontal, melainkan yang diserap olehnya, karena itu segmen tampak sebagai bayangan gelap terhadap latar belakang terang.

Gambar 2.18 berikut ini adalah merupakan gambar posisi tapis-tapis pengutub.



Gambar 2.18. Posisi tapis-tapis pengutub

Ada beberapa jenis LCD yang dibuat, jenis-jenis ini tergantung kepada konstruksi penampilnya.

- Jenis pengoperasian memantul, dimana pada bagian belakangnya ada pemantul yang dioperasikan seperti yang telah dijelaskan di atas (gambar 2.19 a)
- Penampil memancar memantul, pemantul menggunakan sermi setengah transparan, hasilnya adalah tampilan yang dapat diterangi dari belakang maupun dari depan (gambar 2.19(b)). Jika konsumsi arus tidak dipentingkan, misalnya pada perlengkapan yang diberi daya dari jaringan listrik, sumber cahaya dibelakang penampil dapat dihidupkan terus-menerus, kalau kecerahan lingkungan adalah lebih besar dari intensitas cahaya yang dihasilkan oleh pencahaya intern, maka penampil bekerja dengan cara

- memantulkan, kalau cahaya ekstern kurang maka terjadilah transmisi atau transiluminasi yaitu penampil yang bekerja dengan memancarkan.
- Ada juga penampil yang secara eksklusif bekerja dengan sumber cahaya intern, artinya menghasilkan transmisi tanpa memantul (gambar 2.19 (c)) ini disebut dengan penampil memancarkan (transmissive display). Perkembangan jenis penampil ini mengutamakan penampil "memancar" dan penampil "memancar dan memantul".

BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

III.1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah merancang dan mengkonstruksikan sebuah alat ukur elektronik untuk mengukur besar kapasitansi dari kapasitor dimana penunjukkan hasil ukur ditunjukkan secara digital.

III.2. Manfaat Penelitian

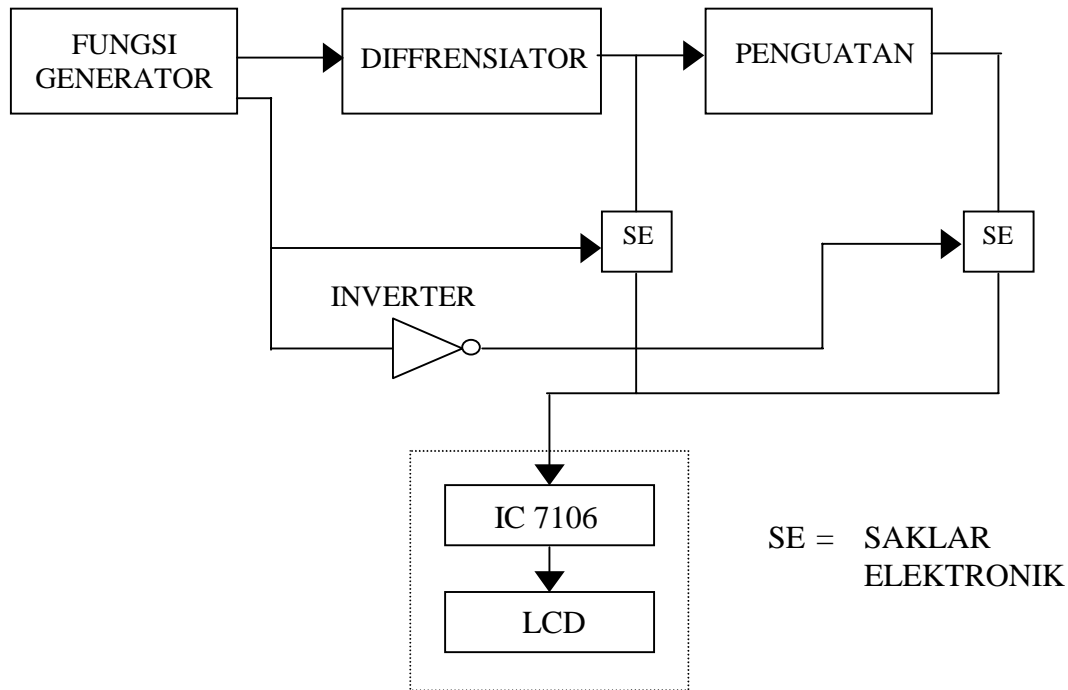
Fungsi utama dari kapasitansi Meter Digital yang dibuat ini adalah untuk mengukur kapasitas dari sebuah kapasitor. Penunjukkan hasil ukur dapat dengan cepat dibaca dan range pengukuran sangat lebar, sehingga dapat membantu dan bermanfaat pada proyek elektronika bagi penelitian di laboratorium maupun untuk teknisi pada berbagai proyek elektronika. Disamping itu alat ini masih dapat dikembangkan untuk keperluan lain seperti sensor kapasitor pada system instrumentasi elektronik.

BAB IV METODE PENELITIAN

IV.1. Desain Penelitian

IV.1.1. Diagram Blok Peralatan

Diagram blok kapasitansi Meter Digital seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 4.1. Diagram blok peralatan

IV.1.2. Metode Pengukuran

Alat ukur yang dibuat ini bekerja atas dasar pengukuran isyarat keluaran dari sebuah differensiator. Dimana kapasitor yang hendak diukur kapasitansinya berada pada komponen differensiator. Masukan dari differensiator merupakan sinyal berbentuk segitiga yang diambil dari sebuah fungsi generator. Karena frekuensi sinyal masukan lebih besar dari RC Time pendeferensial, maka keluaran differensiator merupakan sinyal segi empat. Level tegangan segi empat merupakan representasi dari nilai kapasitor yang hendak diukur kapasitansinya,

Untuk dapat mengukur besar level tegangan ini maka sinyal segi empat ini harus disearahkan. Metode penyearahan ini dilakukan menjumlahkan sinyal itu sendiri dengan sebuah sinyal yang berasal dari inversi sinyal yang hendak disearahkan. Sehingga diperoleh sinyal tegangan DC

Selanjutnya sinyal DC tersebut dikonversikan ke sinyal digital dan ditampilkan dalam bentuk digital oleh suatu IC khusus intersil 7106.

IV.2. Metode Pengambilan Data

Untuk menguji coba alat ukur kapasitansi meter digital ini, dilakukan dengan mengukur beberapa kapasitansi dari kapasitor. Kapasitor yang hendak diukur kapasitansinya diletakkan pada komponen pendeferensial. Untuk pengukuran yang berbeda, maka dibuat beberapa komponen resistor untuk mengubah range

pengukuran seperti dalam orde pF, nF, uF, mF dan F. Hasil pengukuran ini selanjutnya dibandingkan dengan suatu alat ukur standar.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

V.1. Hasil Pengukuran

Hasil pengukuran dalam beberapa dalam beberapa orde pengukuran diperlihatkan pada table dibawah ini :

Tabel 5.1. orde pF

No	Kapasitansi Meter Digital	Alat Ukur Standard
1.	4,85 pF	4,75 pF
2.	10,35 pF	10,25 pF
3.	50,25 pF	49,55 pF
4.	100,35 pF	100,15 pF
5.	200,25 pF	200,10 pF
6.	500,15 pF	500 pF

Tabel 5.2. orde nF

No	Kapasitansi Meter Digital	Alat Ukur Standard
1.	1,07 nF	1,03 nF
2.	4,85 nF	4,75 nF
3.	10,35 nF	10,25 nF
4.	32,35 nF	32,05 nF
5.	46,25 nF	46,05 nF
6.	50,15 nF	50,05 nF

Tabel 5.2. orde μ F

No	Kapasitansi Meter Digital	Alat Ukur Standard
1.	1,07 μ F	1,03 μ F
2.	4,85 μ F	4,75 μ F
3.	10,35 μ F	10,25 μ F
4.	32,35 μ F	32,05 μ F
5.	46,25 μ F	46,05 μ F
6.	50,15 μ F	50,05 μ F

V.2. Pembahasan

Untuk mengetahui linieritas alat ukur yang dibuat maka tabel tersebut pada hasil pengukuran diplot hasil ukur alat standart. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada grafik 5.1, 5.2 dan 5.3.

Dari grafik 5.1, 5.2, 5.3, dapat dilihat bahwa unjuk kerja alat kapasitansi meter digital cukup linier pada orde pF, nF, μ F.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

V.1.1. Kesimpulan

Dari uraian dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kapasitansi Meter Digital dapat mengukur kapasitansi dari kapasitor dalam orde pF, nF, uF, dan F.
2. Dari analisa data diperoleh bahwa linieritas alatb cukup baik pada orde tersebut di atas.

V.1.2. Saran

Karena hasil yang ditunjukkan dalam bentuk digital, maka perlu dipikirkan untuk rancangan sehingga hasil pengulasan dapat menyimpan hasil pengukuran dan memori.

DAFTAR PUSTAKA

1. William david Cooper, Electronic Instrumentation and Measurement Techniques, Prentice Hall, 1978
2. Malcom Plant and Dr. Jan Stuart, Instrumentation, Olver and Boyd England, 1983
3. CS. Rangan, Instrumentation, Mc Graw Hill, 1985
4. John D, Ryder, Electronic Fundamental and Application Intregated and Discrete System, Prentice Hall Inc, New Jersey, 1976
5. Douglas V. Hall, Microprocessor and Digital System, Mc Graw - Hill Book Company, 1983.