

## BAB II

### TEORI DASAR

#### 2.1 U m u m

Perkembangan teknologi dalam bidang elektronika khususnya teknologi mikrochip telah menimbulkan suatu perubahan besar dalam membuat dan merancang sistem digital terutama pada sistem-sistem yang kompleks.

Perkembangan lebih lanjut dari teknologi *Integrated Circuit* (IC) adalah mikrochip yaitu suatu teknologi yang menggabungkan beberapa fungsi chip ke dalam satu chip tunggal (*single-chip*). Mikrochip banyak digunakan dalam bidang industri karena memiliki keunggulan, antara lain :

- Dimensi fisik yang relatif kecil
- Kecepatan operasi yang semakin tinggi
- Keandalannya semakin bagus
- Kemampuan dan fleksibilitasnya yang lebih baik.

Berdasarkan keunggulan-keunggulan tersebut menyebabkan teknologi *single-chip* semakin berkembang pesat, salah satunya adalah ICL7106.

ICL7106 merupakan IC jenis CMOS mengandung dekoder tujuh segmen, kendali peraga (*display driver*), *clock*, *reference* dan *AD $3\frac{1}{2}$  digit Converter* dengan daya rendah. ICL7106 dirancang untuk di-*interface*-kan dengan *Liquid Crystal Display* (LCD).

#### 2.2 Serpih ICL7106

Chip tunggal ICL7106 merupakan chip dengan performansi tinggi, konsumsi daya rendah serta dilengkapi dengan konverter *AD $3\frac{1}{2}$  digit*. ICL7106 merupakan kemasan *Plastic Dual in Line Package* (PDIP) jenis CMOS. IC tersebut sudah mengandung

*seven-segment decoder, display driver, reference* dan *clock*. ICL7106 dirancang untuk diantarmukakan dengan LCD, didesain dengan ketelitian yang tinggi, versatilitas (kepandaian dalam banyak hal) dan ekonomis, dan dalam aplikasinya, hanya membutuhkan sekitar 10 komponen pasif dan sebuah LCD.

Adapun keistimewaan ICL7106 adalah sebagai berikut.

- Pembacaan nol (*zero-reading*) terjamin saat tegangan input sama dengan nol volt pada semua skala,
- Besar arus tipikal 1pA,
- Mempunyai polaritas tepat pada pendeteksian nol (*precise null detection*),
- Noise rendah – kurang dari 15  $\mu$ Vpp,
- Display daya rendah - kurang dari 10 mW,
- Dalam penggunaannya, tidak membutuhkan penambahan komponen aktif,
- Pengayaan stabilitas tampilan (*enhanced display stability*).

### 2.3 Karakteristik ICL7106

#### 1. Penilaian mutlak maksimum

Tabel 2.1 Penilaian mutlak maksimum ICL7106

Parameter	Nilai
Tegangan Catu	15 volt
Tegangan input analog	V+ to V-
Tegangan input acuan	V+ to V-
Clock input	Test to V+
Disipasi daya	
Kemasan keramik	1000 mw
Kemasan plastik	800 mw
Suhu pengoperasian	0°C to +70°C
Suhu penyimpanan	-65°C to +160°C
<i>Lead temperature</i> (soldering, 60sec)	300°C

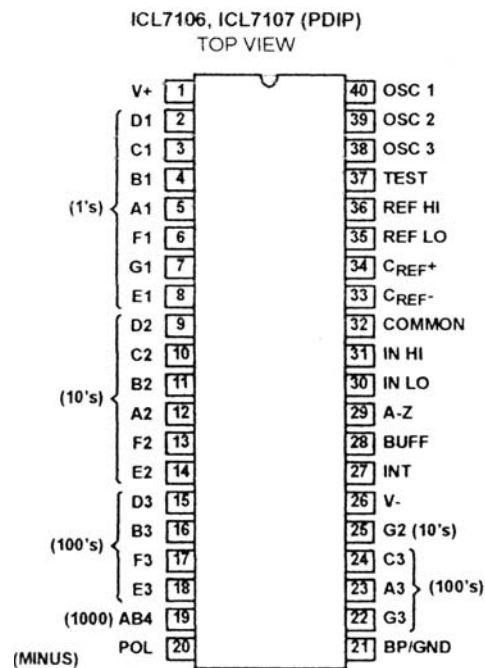
## 2. Karakteristik kelistrikan

Tabel 2.2 Karakteristik kelistrikan ICL7106

Parameter	Kondisi	min	typical	max	unit
Zero input reading	$V_{IN} = 0.0V$ , skala penuh = 200 mV	- 000.0	$\pm 000.0$	$\pm 000.0$	digital reading
Ratiometric reading	$V_{IN} = V_{REF}$ , $V_{REF} = 100$ mV		999/1000		
Rollover Error	$-V_{IN} = +V_{IN} = 200$ mV Perbedaan dalam pembacaan untuk input positif dan negatif mendekati skala penuh.	- 1		+ 1	counts
Linearitas	Skala penuh = 200 mV atau 2V	- 1		+ 1	counts
Common mode Rejection ratio	$V_{cm} = 1V$ , $V_{IN} = 0V$ , Skala penuh = 200 mV		50		mV 1V
End power supply character V+ supply current	$V_{IN} = 0$			1,8	mA
Common pin Analog Common Voltage	25 R2 between common and positive supply	2,4		3,2	V
Display driver $P_k.P_k$ segment drive vottage $P_A.P_A$ backplane drive vottage	$V_{+} = \text{to}V_{-} = 9V$	4	5	6	V

### 2.4 Gambaran ICL7106

ICL7106 dirancang sedemikian rupa sehingga chip tunggal dengan performansi tinggi yang sudah mengandung A/D konverter, dekoder tujuh segmen, display driver, acuan dan clock, sehingga begitu mudah untuk menyederhanakan rangkaian. Dengan kata lain, perancangan rangkaian jauh lebih efisien dan ekonomis. ICL7106 memiliki 40 pin seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Konfigurasi pin out ICL7106

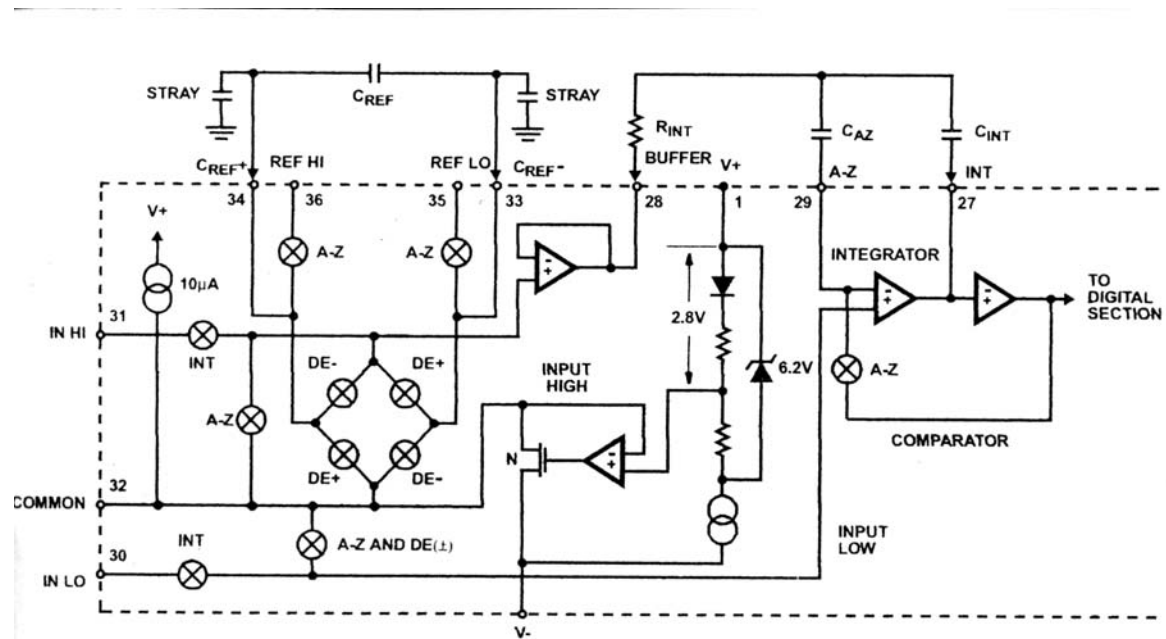
Tabel 2.3 Keterangan Pin ICL7106

Nomor Pin	Keterangan
1	V+ - Supply positif
2	D1 - 1's digit - segmen D
3	C1 - 1's digit - segment C
4	B1 - 1's digit - segment B
5	A1 - 1's digit - segment A
6	F1 - 1's digit - segment F
7	G1 - 1's digit - segment G
8	E1 - 1's digit - segment E
9	D2 - 10's digit - segment D
10	C2 - 10's digit - segment C
11	B2 - 10's digit - segment B
12	A2 - 10's digit - segment A
13	F2 - 10's digit - segment F
14	E2 - 10's digit - segment E
15	D3 - 100's digit - segment D
16	B3 - 100's digit - segment B
17	F3 - 100's digit - segment F

18	E3 – 100's digit – segment E
19	AB4 – 1000's digit
20	POL – tanda polaritas
21	BP – Backplane dihubungkan ke LCD
22	G3 – 100's digit – segmen G
23	A3 – 100's digit – segmen A
24	C3 – 100's digit – segmen C
25	G2 – 10's digit – segmen G
26	Vneg – supply negatif
27	INT – Integrator
28	BUFF – Buffer
29	A-Z – Auto Zero
30	IN LO – Input Low
31	IN HI – Input High
32	COMMON – Input Common
33	Cref- - Kapasitor Referensi
34	Cref+ - Kapasitor Referensi
35	REF LO – referensi rendah
36	REF HI – referensi tinggi
37	TEST – pengetesan
38	OSC3 – Osilator
39	OSC2 – Osilator
40	OSC1 – Osilator

Pada bagian internal ICL7106 dapat dikategorikan atas dua sesi yaitu sesi analog dan sesi digital. Berikut adalah penjelasan teori dasar kedua sesi tersebut.

### 2.4.1 Bagian Analog



Gambar 2.2. Bagian Analog ICL7106

Gambar diatas menunjukkan rangkaian internal bagian analog ICL7106. Setiap putaran pengukuran dibagi ke dalam 3 fase, yaitu *auto-zero*, integrasi sinyal dan de-integrasi.

#### Fase Auto-Zero

Selama tahap tersebut berlangsung IN HI dan IN LO terhubung ke tegangan COMMON analog (tegangan output sensor),  $C_{REF}$  diisi dengan tegangan referensi sedangkan  $C_{AZ}$  mengkompensasi tegangan offset buffer, integrator dan komparator.

#### Fase Integrasi Sinyal

pada saat terjadi integrasi sinyal, loop *auto-zero* terbuka dan tegangan IN HI dan IN LO yang tadinya terhubung dengan tegangan COMMON analog sekarang terhubung ke pin-pin eksternal, kemudian konverter akan menggabungkan (integrasi) tegangan diferensial antara IN HI dan IN LO. Tegangan diferensial ini bisa mencapai 1 volt.

### Fase De-integrasi

Fase terakhir adalah de-integrasi atau integrasi acuan. pada tahap ini IN LO kembali terhubung ke COMMON analog sedangkan IN HI kembali mengisi  $C_{REF}$ . Hal tersebut menyebabkan keluaran integrator kembali ke nol dengan waktu yang sebanding dengan sinyal input. Spesifikasi pembacaan digital (*digital-reading*) dirumuskan dengan persamaan :

$$\text{Display count} = 1000 \times \frac{V_{in}}{V_{ref}}$$

### Input Diferensial

ICL7106 dapat menerima tegangan diferensial manapun selama masih dalam batas range input amplifier yaitu 0.5 V dibawah tegangan positif hingga 1 volt diatas tegangan negatif. Pada range ini, sistem mempunyai *Common Mode Rejection Ratio* (CMRR) 86 dB *typical*.

Walaupun demikian, kita harus memastikan bahwa keluaran integrator tidak saturasi. Keadaan yang buruk akan memperbesar tegangan mode common positif dan mendekati skala penuh tegangan input diferensial negatif.

Sinyal input tegangan negatif akan mengendalikan integrator positif jika sebagian besar ayunannya digunakan oleh tegangan mode common positif. Keluaran integrator dapat berayun pada 0,3 volt setiap satuan tanpa kehilangan linearitas.

### Acuan Diferensial (*Differential Reference*)

Tegangan acuan dapat dibangkitkan dimanapun dalam tegangan catu daya konverter. Sumber utama timbulnya *common mode error* adalah tegangan *roll-over* diakibatkan oleh redaman pada kapasitor acuan  $C_{REF}$  atau adanya penguatan beban oleh penyimpangan kapasitor.

Jika terdapat tegangan mode common yang besar, kapasitor acuan  $C_{REF}$  akan mengalami penguatan atau penambahan tegangan ketika sebuah sinyal positif dibangkitkan ke de-integrasi, tetapi akan mengalami redaman atau kehilangan muatan (pengurangan tegangan) ketika sinyal input negatif dibangkitkan ke de-integrasi.

Perbedaan acuan untuk tegangan input positif dan negatif akan menimbulkan *roll-over error*. Walaupun demikian, dengan pemilihan perbandingan kapasitor acuan  $C_{REF}$  yang cukup besar untuk penyimpangan kapasitansi, maka error tersebut dapat dihandel.

### **Analog Common**

Pin pertama ICL7106 untuk pengoperasian baterai. Pin COMMON mengatur tegangan sekitar 2,0 V lebih negatif daripada satuan positif, dengan maksud meminimalkan penggunaan tegangan baterai sekitar 6 volt. Walau demikian, *analog COMMON* tetap mempunyai beberapa atribut tegangan acuan. Kapan tegangan catu dayanya cukup besar maka akan menyebabkan tegangan zener lebih besar dari 7 volt, dan koefisien temperatur kurang dari 80 ppm/°C. *Analog COMMON* juga digunakan sebagai IN LO saat keadaan *auto-zero* dan de-integrasi. Jika terdapat perbedaan antara IN LO dan *analog COMMON*, maka tegangan mode common akan tetap berada dalam sistem dan diambil alih oleh CMRR konverter.

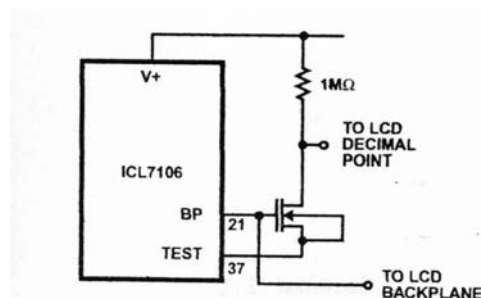
Namun, dalam beberapa aplikasi, IN LO selalu diatur pada tegangan yang diketahui. Pada aplikasi ini, analog COMMON terhubung ke titik yang sama dan memindahkan tegangan mode common dari konverter.

Jika tegangan acuan terhubung tepat ke analog COMMON, maka akan memindahkan (*removes*) tegangan mode common di sistem acuan.

Di dalam IC tersebut, analog COMMON terhubung ke kanal-N FET yang dapat membenamkan arus sekitar 30 mA untuk menghandel tegangan 2,8 V di bawah satuan positif. Namun hanya ada 10 mA dari sumber arus membuat COMMON terhubung dengan mudah ke tegangan yang lebih negatif.

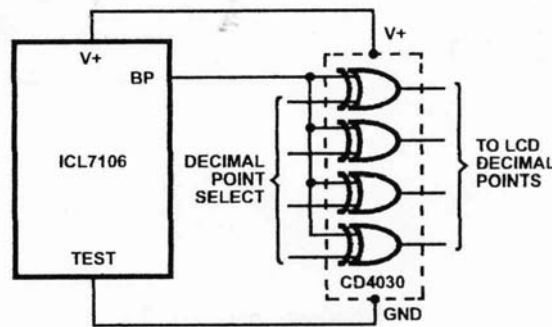
### Pengetesan

Pin TEST mempunyai dua fungsi. Pada ICL7106, pin tersebut dirangkaikan ke satuan digital (yang dibangkitkan secara internal) melalui sebuah resistor 500  $\Omega$ . Kemudian digunakan sebagai satuan negatif untuk pengendali segmen (yang dibangkitkan secara eksternal) seperti titik desimal atau presentasi lainnya yang ingin ditampilkan pada LCD oleh pengguna. Gambar 2.3 dan Gambar 2.4 memperlihatkan contoh penggunaannya. Penggunaan arusnya tidak lebih dari 1 mA.



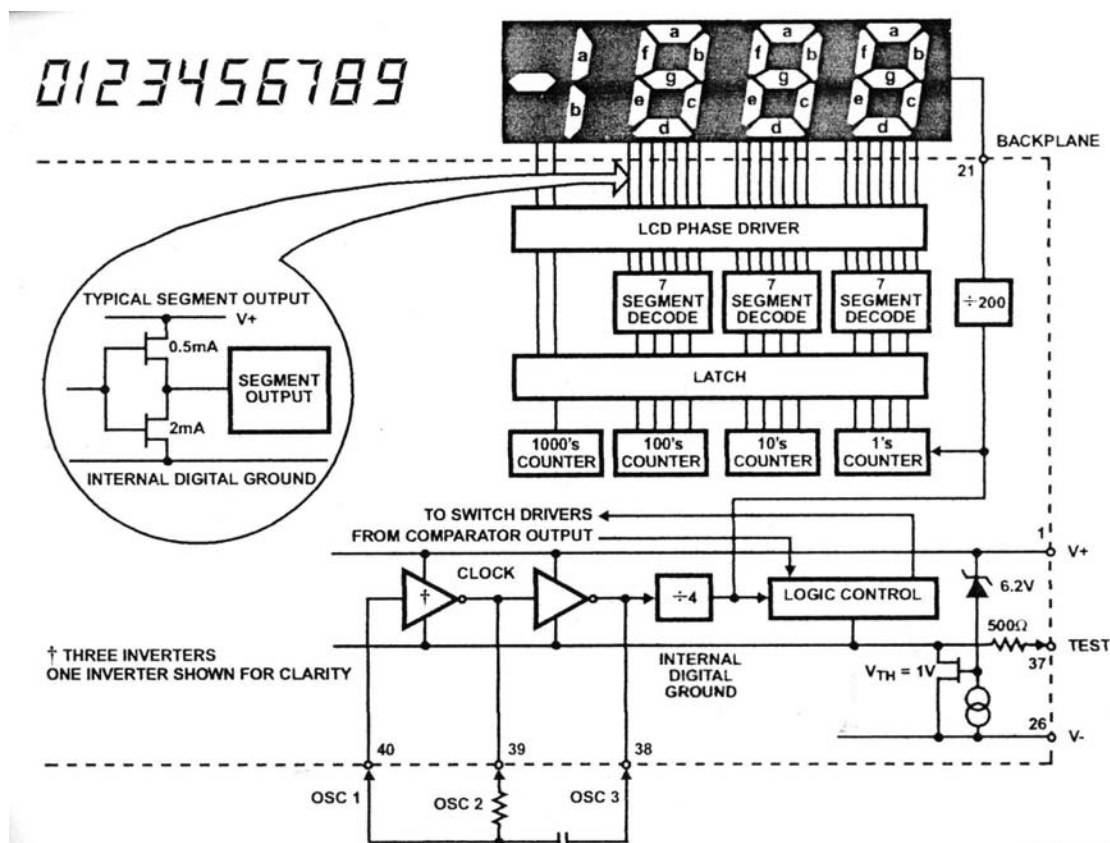
Gambar 2.3. Inverter sederhana untuk titik desimal

Fungsi kedua adalah sebagai “*lamp test*”. Ketika pin TEST dihubungkan ke V+, maka semua segmen akan menyala sehingga pada tampilan terbaca “1888”. Pada kondisi tersebut, pin TEST menggunakan arus sekitar 15 mA.



Gambar 2.4. Gerbang “XOR” untuk titik desimal

2.4.2 Bagian Digital



Gambar 2.5. Bagian Digital ICL7106

Gambar 2.5 memperlihatkan bagian digital ICL7106. Sebuah ground digital internal dibangkitkan oleh sebuah dioda zener 6 volt dan sebuah *P-channel source*. Satuan ini menyerap arus kapasitif yang relatif besar saat terjadi pensaklaran pada *back-plane*

(BP). Besarnya frekuensi *back-plane* merupakan hasil dari frekuensi clock dibagi 800. Untuk tiga pembacaan per detik, terdapat gelombang persegi 60 Hz dengan amplitudo nominal sebesar 5 volt.

Segmen-segmen akan OFF jika dikendalikan pada frekuensi dan amplitudo yang sama dan sefasa dengan *backplane*, dan segmen-segmen akan ON dikendalikan diluar dari kondisi tersebut. Sedangkan tegangan DC yang mengalir ke segmen dapat diabaikan.

Indikasi polaritas akan “ON” jika tegangan input analognya negatif. Jika keadaan IN LO dan IN HI terbalik, maka indikasi polaritasnya juga akan terbalik.

### **Sistem Pewaktuan**

Gambar 2.6 memperlihatkan rancangan pewaktuan yang digunakan pada ICL7106.

Dua rancangan-pewaktuan dasar yang digunakan adalah :

- 1 Menggunakan osilator eksternal yang dihubungkan dengan pin 40 (Gambar 2.6a)
- 2 Menggunakan osilator R-C yang dihubungkan dengan tiga pin (Gambar 2.6b)

Frekuensi osilator akan dibagi empat sebelum men-clock counter. Selanjutnya dibagi hingga membentuk tiga fase *convert-cycle*, yaitu sinyal integrasi (1000 *count*), de-integrasi acuan (0 - 2000 *count*) dan *auto-zero* (1000-3000 *count*). Untuk sinyal yang kurang dari harga skala penuh, maka *auto-zero* akan mengambil bagian de-integrasi acuan yang tidak terpakai. Hal tersebut akan melengkapi ukuran cycle 4000 *count* (16.000 pulsa clock) secara tersendiri dari tegangan input. Untuk tiga pembacaan per detik, digunakan frekuensi osilator sebesar 48 kHz.

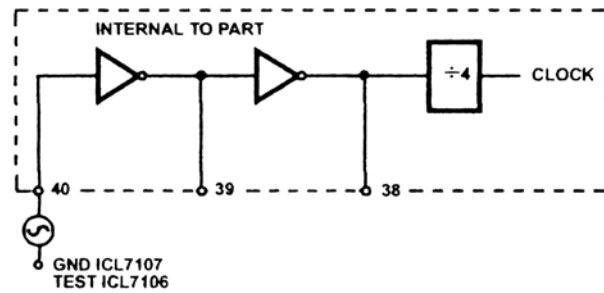
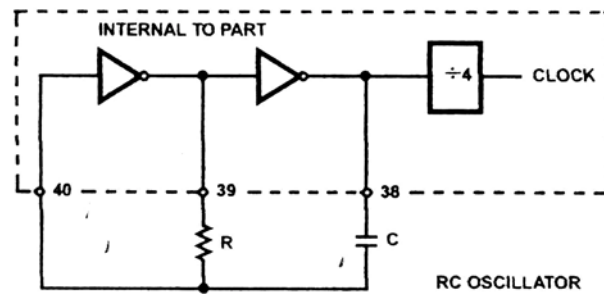


FIGURE 9A.



a) Menggunakan Osc. Eksternal

b) Menggunakan R.C Osilator

Gambar 2.6. Rangkaian Clock

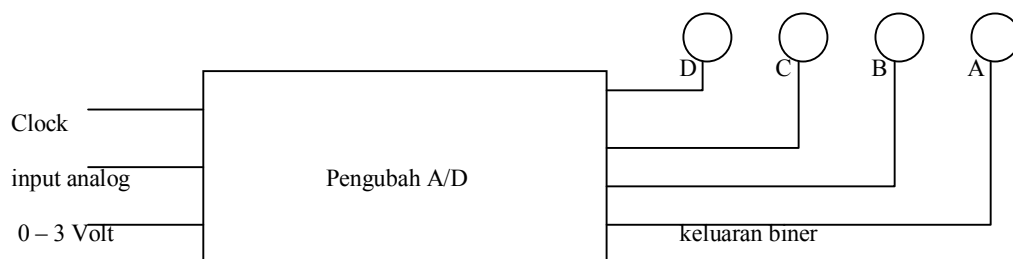
Untuk mencapai *rejection* maksimum 60 Hz secara tepat, maka sinyal integrasi sebaiknya dikali 60 Hz. Frekuensi osilator yang harus dipilih adalah 240 kHz, 120 kHz, 80 kHz, 60 kHz, 48 kHz, 40 kHz, dan sebagainya.

Untuk apkiran 50 Hz (50 Hz rejection), frekuensi osilator yang tepat untuk digunakan adalah 200 kHz, 100 kHz, 50 kHz, 40 kHz, dan sebagainya.

### Analog to Digital Converter (ADC)

Integrasi *Analog-to-Digital Converter* (ADC) memberikan resolusi yang tinggi bagi proses konversi dari analog ke digital dengan peniadaan noise. ADC sangat ideal untuk digitalisasi sinyal-sinyal pita-lebar rendah dan digunakan pada aplikasi seperti multimeter digital dan panel-meter lainnya. ADC mengandung kemudi LCD/LED (*LCD/LED Driver*) dan dapat digunakan sendiri tanpa mikrokontroler.

Pengubah analog ke digital membalik proses dari pengubah D/A. Tegangan analog yang tak diketahui dimasukkan ke dalam pengubah A/D, dan akan muncul keluaran biner yang bersangkutan. Keluaran biner tersebut akan berbanding lurus dengan masukan analog. Diagram blok dari suatu pengubah A/D dipaparkan pada Gambar 2.7. Pengubah A/D ini mempunyai tegangan masukan analog yang berkisar dari 0 hingga 3 volt. Kemudian, keluaran biner tersebut akan terbaca dalam bentuk biner dari 0000 sampai 1111. Pengubah A/D tersebut juga mempunyai clock.



Gambar 2.7 Diagram Blok Pengubah A/D 4 bit

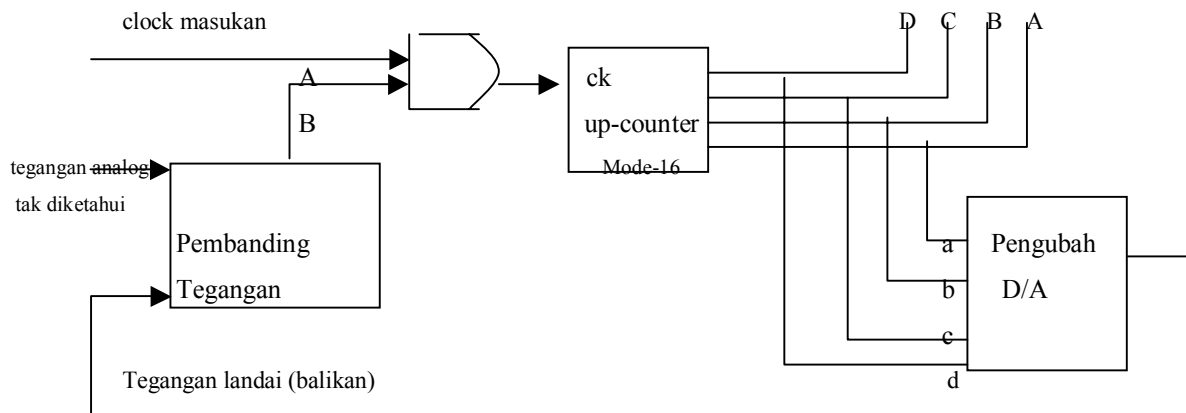
Tabel kebenaran pada Tabel 2.4 menjelaskan dengan terinci operasi pengubah A/D. Sisi masukan dalam tabel kebenaran tersebut memaparkan tegangan masukan analog, sedangkan sisi keluaran memberikan pembacaan biner yang bersangkutan. Untuk masing-masing perubahan 0,2 V dalam tegangan masukan hitungan keluaran biner akan bertambah dengan satu.

Salah satu jenis dari pengubah A/D digambarkan pada diagram Gambar 2.8. Jenis unit ini disebut *Pengubah A/D jenis penghitungan landai*. Rangkaian ini berisi satu pengubah D/A, satu *up-counter mode-16*, satu gerbang AND dan satu piranti baru yang disebut *pembanding (comparator)*. Pembanding merupakan suatu peralatan yang membandingkan tegangan masukan A lebih besar, maka keluaran pembanding

tersebut menjadi TINGGI ( $A > B = 1$ ). Bila tegangan pada masukan B dari pembanding tersebut lebih besar dari A, maka keluarannya menjadi RENDAH ( $B > A = 0$ ).

Tabel 2.4 Tabel kebenaran untuk sebuah pengubah A/D 4 bit

Baris	Masukan	Keluaran biner				Baris	Masukan	Keluaran biner			
	Analog	8s	4s	2s	1s		Analog	8s	4s	2s	1s
	V <sub>in</sub>	D	C	B	A		V <sub>in</sub>	D	C	B	A
1	0	0	0	0	0	9	1.6	1	0	0	0
2	0.2	0	0	0	1	1	1.8	1	0	0	1
3	0.4	0	0	1	0	11	2.0	1	0	1	0
4	0.6	0	0	1	1	12	2.2	1	0	1	1
5	0.8	0	1	0	0	13	2.4	1	1	0	0
6	1.0	0	1	0	1	14	2.6	1	1	0	1
7	1.2	0	1	1	0	15	2.8	1	1	1	0
8	1.4	0	1	1	1	16	3.0	1	1	1	1



Gambar 2.8 Diagram logika Pengubah A/D jenis penghitung-landai

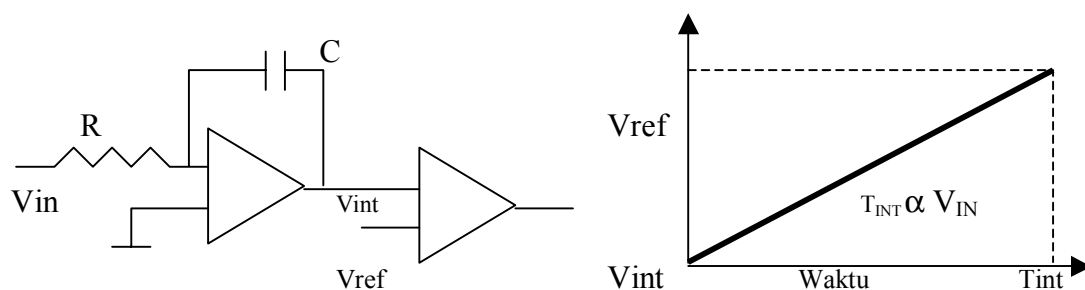
Diasumsikan bahwa tegangan 0,75 Volt dimasukkan pada masukan tegangan analog yang tak diketahui dari pengubah A/D pada Gambar 2.8 di atas. Untuk tegangan masukan ini, tabel kebenaran di atas untuk unit tersebut merumuskan keluaran biner menjadi 0100 (desimal 4). Diasumsikan bahwa keluaran biner adalah 0000

(penghitung yang di-clear-kan). Diasumsikan pula bahwa pengubah D/A tersebut sesuai dengan tabel kebenaran.

Pengubah A/D tersebut merupakan suatu pencacah atas yang membuat urutan naik sesuai dengan tabel kebenaran hingga tercapai tegangan yang benar. Bila tegangan masukan pada pengubah A/D bernilai 2,95 V maka unit tersebut akan menjalani 15 siklus hingga hitungan biner 1111 tercapai dan diperagakan. Analisis operasi pengubah A/D memerlukan waktu; walaupun rangkaian tersebut beroperasi sangat cepat sebagaimana frekuensi clock masukan. Frekuensi clock pada pengubah A/D dapat lebih besar dari 1MHz.

### ADC Single-Slope

Bentuk sederhana sebuah integrasi ADC adalah menggunakan arsitektur *single-slope*. Dengan tegangan input yang tidak diketahui diintegrasikan dan nilainya dibandingkan dengan nilai acuan yang telah diketahui. Waktu yang diperlukan dari integrator ke komparator sebanding dengan tegangan yang tak diketahui ( $T_{INT}/V_{IN}$ ). Dalam hal ini, tegangan acuan yang telah diketahui nilainya harus stabil dan akurat untuk memastikan akurasi pengukuran.

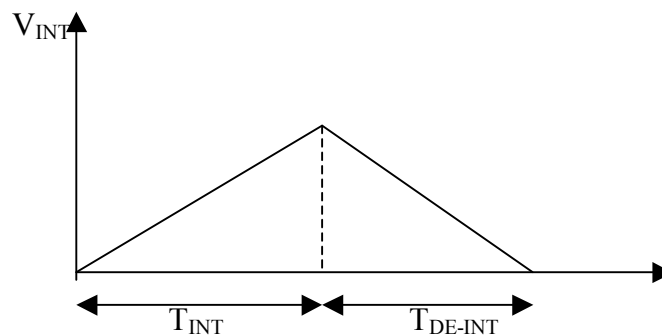


Gambar 2.9 Arsitektur ADC Single-Slope

Kekurangannya adalah akurasi tergantung pada toleransi nilai R dan C integrator. Perbedaan tipis pada setiap nilai komponen dapat mengubah hasil konversi dan membuat pengukuran sulit untuk dicapai. Untuk mengatasi sensitifitas nilai komponen tersebut, maka digunakan arsitektur integrasi ADC *Dual-Slope*.

### ADC Dual-Slope (ADC-DS)

ADC-DS mengintegrasikan tegangan input yang tidak diketahui ( $V_{IN}$ ) untuk jumlah waktu tertentu ( $T_{INT}$ ), kemudian “de-integrasi” ( $T_{DE-INT}$ ) menggunakan tegangan referensi ( $V_{REF}$ ) yang diketahui untuk jumlah waktu yang bervariasi.



Gambar 2.10 Integrasi sinyal dual-slope

Kelebihan arsitektur ini adalah pada hasil akhir konversinya, nilai keluarannya tidak sensitif terhadap nilai komponen.

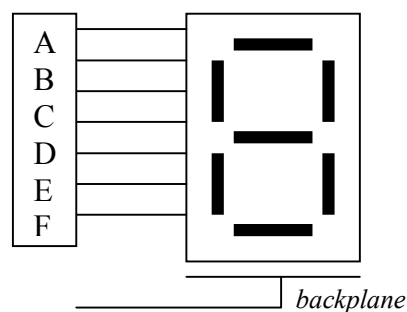
## 2.5 Liquid Crystal Display (LCD)

Display atau peraga merupakan alat yang berguna untuk menyajikan informasi tentang hal keadaan atau kondisi perangkat yang sedang diuji. LCD dibuat dengan teknologi CMOS logic. LCD tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari versi *back-lit*.

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan tegangan, molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan *sandwich* memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor.

Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat gelap.

Pada dasarnya LCD dioperasikan dengan tegangan rendah (tipikal 3 – 15 Vrms), frekuensi rendah (25 Hz hingga 60 Hz) sinyal AC dan membutuhkan arus yang sangat kecil. LCD ditata layaknya tampilan tujuh-segmen untuk pembacaan numerik seperti ditunjukkan pada Gambar 2.11.

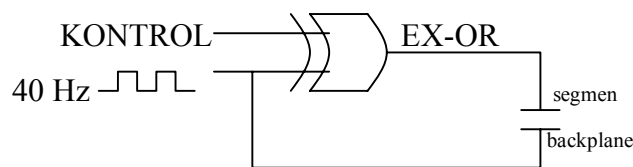


Gambar 2.11 Liquid Crystal Display

Tegangan AC dibutuhkan untuk menyalakan sebuah segmen yang diterapkan antara segmen dan backplane. LCD membutuhkan arus yang sangat kecil dibandingkan dengan penggunaan LED dan secara luas LCD digunakan pada peralatan yang menggunakan catu daya baterai seperti kalkulator dan arloji.

Segmen LCD akan menyala ketika sebuah tegangan AC diterapkan pada sebuah segmen dan backplane, dan akan padam ketika tidak ada tegangan antara keduanya.

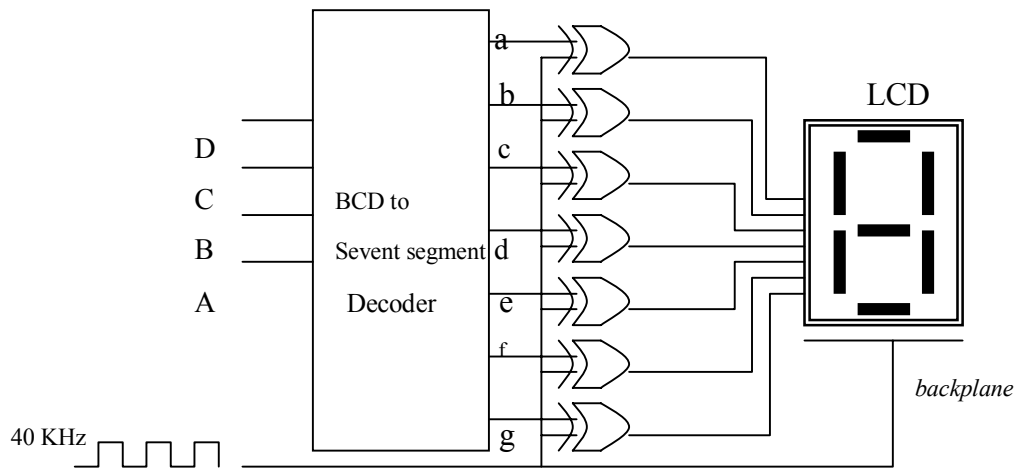
Untuk membangkitkan sinyal AC, digunakan sinyal atau gelombang persegi *out-of-phase* ke segmen dan backplane seperti diilustrasikan pada Gambar 2.12 untuk satu segmen. Sebuah gelombang persegi 40 Hz diterapkan ke backplane dan ke input gerbang EXCLUSIVE-OR CMOS. Masukan lain dari EX-OR adalah sinyal KONTROL yang akan mengendalikan segmen untuk ON dan OFF.



Gambar 2.12 Metode kendali sebuah segmen LCD

Ketika input KONTROL rendah, keluaran EX-OR pasti akan sama dengan gelombang persegi 40 HZ sehingga sinyal yang sama diterapkan ke segmen dan backplane. Jika tidak ada perbedaan tegangan, maka segmen akan OFF.

Ketika input KONTROL tinggi, keluaran EX-OR merupakan kebalikan dari gelombang persegi 40 Hz, sehingga sinyal yang menuju segmen dalam kondisi diluar-fasa (*out-of-phase*) dengan sinyal yang ada pada backplane. Akibatnya tegangan segmen akan berganti-ganti pada +5 V dan -5 V relatif ke backplane. Kondisi tegangan AC tersebut yang akan menyalakan segmen.



Gambar 2.13 Metode Pengendalian 7-segmen LCD

Secara umum, perlengkapan CMOS digunakan untuk mengendalikan LCD karena dua alasan :

1. membutuhkan daya yang lebih kecil daripada TTL dan cocok untuk aplikasi penggunaan LCD yang dioperasikan oleh baterai.
2. TTL-*low-state* dapat memberikan tegangan 0,4 V dimana tegangan tersebut dapat menghasilkan tegangan DC antara segmen dan backplane yang akan memperpendek penggunaan LCD.

Konfigurasi LCD yang digunakan dapat dilihat pada lampiran.

## 2.6 Sensor Elektronika

Salah satu perkembangan di dunia elektronika adalah pada bidang pengukuran, perkembangan ini diikuti dengan berbagai macam sensor.

Banyak jenis sensor suhu yang dapat ditemukan di pasaran. Sebagai contoh thermistor yang paling banyak digunakan oleh penggemar elektronika. Thermistor ini biasanya terbuat dari campuran nikel dengan bahan magnetik agar menghasilkan perubahan nilai resistansi yang besar seiring dengan perubahan suhu yang terjadi.

Jenis thermistor yang dapat ditemukan di pasaran adalah jenis *Negative Temperature*

*Coefisien* (NTC) dan *Positive Temperature Coefisien* (PTC). Pada NTC kenaikan temperatur mengakibatkan penurunan nilai resistansi, dan sebaliknya, resistansi akan naik jika terjadi penurunan temperatur. Sedangkan untuk PTC akan mengalami kenaikan nilai resistansi jika suhu naik dan resistansi akan turun jika temperatur juga turun.

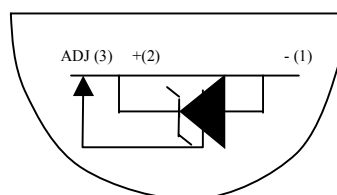
Namun, penggunaan thermistor sebagai sensor kurang dapat diandalkan untuk jangka pengukuran yang lebar. Selain jenis thermistor, sensor suhu yang bisa didapatkan misalnya dalam paket IC. Sensor suhu dalam bentuk IC memiliki linearitas yang dapat diandalkan karena memiliki tegangan kerja yang linear terhadap perubahan suhu, dimana spesifikasinya adalah :

- perubahan tegangan kerja,  $-2 \text{ mV/}^{\circ}\text{C}$
- batas ukur suhu,  $-55 - 150^{\circ}\text{C}$

### IC LM335 Sebagai Sensor Suhu

Sensor temperatur LM335 mudah untuk digunakan, LM335 mempunyai kelayakan akurasi sekitar  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  (kalibrasi). Pada dasarnya, sensor suhu LM335 merupakan dioda zener dengan tegangan *reverse-breakdown* sebanding dengan temperatur mutlak.

Sebagai sebuah dioda zener, arus bias harus stabil di dalam penggunaannya. Dioda harus dibias antara  $400 \text{ uA}$  dan  $5 \text{ mA}$



Gambar 2.14 Konstruksi LM335

Tegangan keluaran LM335 ini berbanding terbalik dengan kondisi suhu. Jika suhu semakin naik maka tegangan keluarannya akan menurun sebesar  $2\text{mV}/^{\circ}\text{C}$  dan sebaliknya jika suhu semakin turun maka tegangan keluaran sensor akan naik  $2\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ . Hubungan antara suhu dan resistansi internal sensor adalah berbanding lurus yaitu suhu semakin naik akan menyebabkan nilai resistansi sensor akan naik dan jika suhu semakin turun maka menyebabkan nilai resistansi sensor akan turun juga.