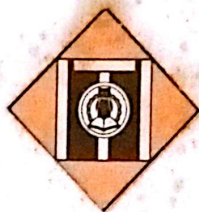


# **CATU DAYA VARIABEL GANDA**

**TUGAS AKHIR**

**Disusun Oleh**

**ACHMAD RIZAL RIFAI**  
**011860028/873206710250164**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA**  
**SERPONG**  
**1998**

# **CATU DAYA VARIABEL GANDA**

## **TUGAS AKHIR**

**Disusun untuk mencapai gelar sarjana  
pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Indonesia**

**Disusun Oleh**

**ACHMAD RIZAL RIFAI  
011860028/873206710250164**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA  
SERPONG  
1998**





## ABSTRAK

Tugas Akhir ini membahas Perencanaan dan Pembuatan Alat yang membedakan dua sumber tegangan dan arus untuk kestabilan yang diperagakan di LED seven segment 3 digit.

Daerah ukur untuk tegangan keluaran  $2 \times 0 - 20$  volt sementara arus  $2 \times 0 - 1,25$  A dengan ripple keluaran 5 mVpp sementara batas arus 1,3 A. Untuk resistansi intern 0,002 ohm dengan disipasi intern  $2 \times 8$  W terhadap suhu lingkungan  $25^{\circ}\text{C}$ .

Alat yang dibuat terdiri atas dua bagian yaitu perangkat pencacah pulsa sinyal arus dan tegangan serta rangkaian drivernya.



## KATA PENGANTAR

Dalam rangka penulisan Tugas Akhir dititik beratkan pada perencanaan alat serta realisasinya kedalam bentuk rakitan/rangkaian elektroniknya secara praktis. Hal ini merupakan penyabaran dan judul dari Tugas Akhir ini yang ditulis dengan referensi buku-buku, majalah dan pengetahuan yang menyangkut bidang elektronika.

Penulisan ini merupakan persyaratan mutlak bagi mahasiswa yang mengambil Tugas Akhir untuk dapat dipertanggung jawabkan sesuai dengan kemampuan pengetahuannya yang menyangkut bidang elektronika.

Dengan adanya penulisan Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT, sehingga dapat terlaksana.

Untuk itu sepantasnyalah jika penulis menyampaikan terima kasih kepada :

- Ayahanda dan Ibunda serta kakak-kakak dan adik penulis yang banyak mendorong semangat dan bantuan moril dan materiel untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

- Bapak Ir.M.Willem Pate, Msc, selaku pembimbing yang telah berkenan memberikan bimbingan dan pengarahan.
- Bapak Ir.Imam Sugandhi, selaku penasehat akademik dan mantan Ketua Jurusan Elektro yang telah banyak membantu dalam nasehat dan pengarahan selama Tugas Akhir.
- Ibu Dr.Ir.Fatimah.Z.S.P., selaku Koordinator Tugas Akhir yang banyak memberikan saran dan pendapat dalam mencari judul dan penulisan.
- Bapak Dipl. Ing. TH Lumbantoruan beserta segenap Staff pada Jurusan Teknik Elektro yang banyak berperan dalam administrasi.
- Kawan terdekat penulis yang banyak memberikan bantuan spirit hingga terselesainya penulisan ini.
- Rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu dalam mendiskusikan Penyelesaian Tugas Akhir ini.

Kiranya dapat disadari bahwa adanya kekurangan dalam penulis sajikan semoga dapat dimaklumi dan semoga penulisan skripsi yang belum sempurna ini dapat pula bermanfaat untuk menambah pengetahuan dibidang elektronika bagi pembaca.

Serpong, Agustus 1998

Penulis



## DAFTAR ISI

	<i>Halaman</i>
ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penulisan .....	1
1.3 Pembatasan Masalah .....	2
1.4 Sistematika Pembahasan .....	2
II. TEORI PENUNJANG .....	4
2.1. Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh .....	4
2.2. Penguat Diferensial .....	7
2.3. Gerbang OR .....	11
2.4. Pengubah Analog ke Digital (A/D) .....	12
2.5 Peraga Tujuh Segment .....	15



<b>III. ANALISA KERJA SISTEM</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1 Diagram Blok Kerja Sistem</b> .....	<b>17</b>
<b>3.2 Pra Regulator</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2.1 Catu Daya</b> .....	<b>20</b>
<b>3.3 Regulator Deretan</b> .....	<b>24</b>
<b>3.4 Peragaan (Displaysment)</b> .....	<b>25</b>
<b>BAB IV REALISASI KERJA SISTEM</b> .....	<b>27</b>
<b>BAB V KESIMPULAN</b> .....	<b>30</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>31</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

<i>Nomor</i>	<i>Halaman</i>
2.1. Rangkaian Penyearah Jembatan .....	6
2.2. Bentuk gelombang tegangan beban pendekatan $V_o$ dalam penyearah kapasitor gelombang penuh .....	6
2.3. Dasar Penguat differensial .....	8
2.4. Penguat Differensial .....	9
2.5. Simbol standart untuk gerbang OR dan pernyataan Boolenya ...	11
2.6. Pengubah A/D dengan menggunakan pencacah .....	13
2.7. Bentuk gelombang tangga keluaran D/A .....	13
2.8. Suatu penghitung sinkron NAIK-TURUN dengan pembawa paralel .....	14
2.9. Pengubah A/D penghitung jejak atau servo .....	15
2.10. Peraga tujuh segment common cathode .....	16
2.11. LED dengan peraga angka 0 .....	16
2.12. LED dengan peraga angka 9 .....	16
3.1. Diagram Blok Kerja Sistem .....	17

3.2. Rangkaian diagram pra regulator dan regulator deretan .....	19
3.3. Rangkaian diagram penampilan .....	19
3.4. Catu Daya .....	20
3.5. Rangkaian Penyearah Jembatan .....	20
3.6. Bentuk Gelombang Keluaran Tegangan AC .....	21
3.7. Bentuk Gelombang Bridge rectifier sebelum melalui kapasitor ....	22
3.8. Bentuk Gelombang Bridge rectifier setelah melalui kapasitor .....	22
3.9. Rancangan Op-Amp .....	24



## DAFTAR TABEL

<i>Nomor</i>	<i>Halaman</i>
2.1. Tabel Kebenaran untuk gerbang OR dua masukan .....	12
4.1 Tabel Hasil Pengukuran Besaran Tegangan.....	29
4.2 Tabel Hasil Pengukuran Besaran Arus R beban.....	30

# **I. PENDAHULUAN**

## **1.1. Latar Belakang**

Pekerjaan yang rutin sering dihadapkan suatu masalah, baik itu masalah yang kecil maupun yang besar dan kadang-kadang solusi masalah sukar dicapai pada saat itu juga.

Masalah-masalah tersebut adalah masalah yang menyangkut hubungan pekerjaan langsung, tetapi bagaimana dengan alat yang menggunakan sumber tegangan dalam hal pengukuran arus dan tegangan.

Penulis mencoba untuk membuat alat sebagai sumber tenaga bervariasi ganda yang berhubungan dengan peralatan listrik sehingga dalam melakukan pekerjaan tidak mengalami kesulitan dalam hal pengukuran.

## **1.2. Tujuan Penulisan**

Tugas Akhir ini akan dibahas blok per blok dari setiap tingkatan rangkaian dan pembahasannya meliputi teori pendukung, disain rangkaian dan realisasinya kedalam bentuk rangkaian elektroniknya.

Tujuan penulisan tugas akhir ini adalah memberikan laporan tentang prosedur pembuatan rangkaian mulai dari pemahaman teori pendukung hingga aplikasi rangkaian seperti yang diinginkan.

### 1.3. Pembatasan masalah

Masalah yang akan dibahas adalah mengenai cara kerja rangkaian Sumber Tenaga Variabel Ganda. Alat ini terdiri dari dua perangkat identik guna melayani situasi dimana dua keluaran mandiri diperlukan misalnya dalam rangkaian Op-Amp.

### 1.4. Sistematika Pembahasan

Uraian isi penulisan tugas akhir ini secara garis besar sistematikanya dapat disusun sebagai berikut:

- Bab I Pendahuluan, pada bab ini dibahas mengenai latar belakang masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah yang akan dibahas dan sistematika pembahasan.
- Bab II Teori Penunjang, dalam bab ini akan dibahas teori-teori pendukung yang diperlukan. Rangkaian sumber tenaga variabel ganda yang dipakai sebagai dasar membangun sebuah sistem yang terdiri dari rangkaian penyearah gelombang penuh, operasional amplifier sebagai penguat, gerbang OR, pengubah analog ke digital, dan peraga tujuh segment.
- Bab III Analisa Kerja Sistem, pada bab ini akan dibahas mengenai analisa rangkaian sumber tenaga pengganti yang terdiri dari diagram blok kerja sistem, pra-regulator, regulator deretan, peraga (displaysment)



- Bab IV Realisasi Kerja sistem, pada bab ini akan dibahas mengenai realisasi rangkalan yang telah dibuat serta menampilkan hasil uji coba pengukuran dari beberapa percobaan.
- Bab V Kesimpulan, bagian ini mengikut sertakan mulai perakitan alat hingga penulisan yang didasari oleh teori serta meneliti kejanggalan-kejanggalan yang terjadi, barulah penulis mengambil kesimpulan.

## II. TEORI PENUNJANG

Pada bab ini akan dibahas mengenai piranti penunjang, merupakan komponen-komponen dasar yang digunakan untuk membuat sistem sumber tenaga variabel ganda.

### 2.1. Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh

Penyearah gelombang penuh dengan penyangkapan kapasitor. Bentuk gelombang tegangan keluaran dari rangkaian gelombang tegangan penuh dengan penyangkapan kapasitor dapat digambarkan dengan garis linear secara pendekatan seperti ditunjukkan pada gambar 2.2 untuk harga-harga C yang besar ( $\omega CR_L > 1$ ) diperoleh  $\omega t_1 \rightarrow \pi/2$  dan  $V_o \rightarrow V_m$  pada  $t = t_1$ . Jika tegangan pengosongan total (tegangan kerutan) diberi tanda dengan simbol  $V_r$ , maka gambar 2.2 harga rata-rata tegangan mendekati:

$$V_{dc} = V_m - V_r/2 \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan demikian dapat dikatakan bahwa  $V_r$  fungsi arus beban dan kapasitor. Jika  $T_2$  menggambarkan waktu yang berpindah total, maka kapasitor yang mengosongkan muatan pada  $I_{dc}$  tetap, kehilangan muatan sebesar  $I_{dc} T_2$ , sehingga perubahan tegangan kapasitor =  $I_{dc} T_2 / C$  atau :

$$V_r = I_{dc} T_2 / C \dots\dots\dots(2.2)$$

Makin baik penyearangan T1 makin kecil dan T2 mendekati waktu  $\frac{1}{2}$  periode dimana dimisalkan  $T_2 = T/2 = \frac{1}{2} f$ , untuk  $f =$  frekuensi Jaringan listrik dengan demikian diperoleh :

$$V_r = I_{dc} / 2 fC \dots\dots\dots(2.3)$$

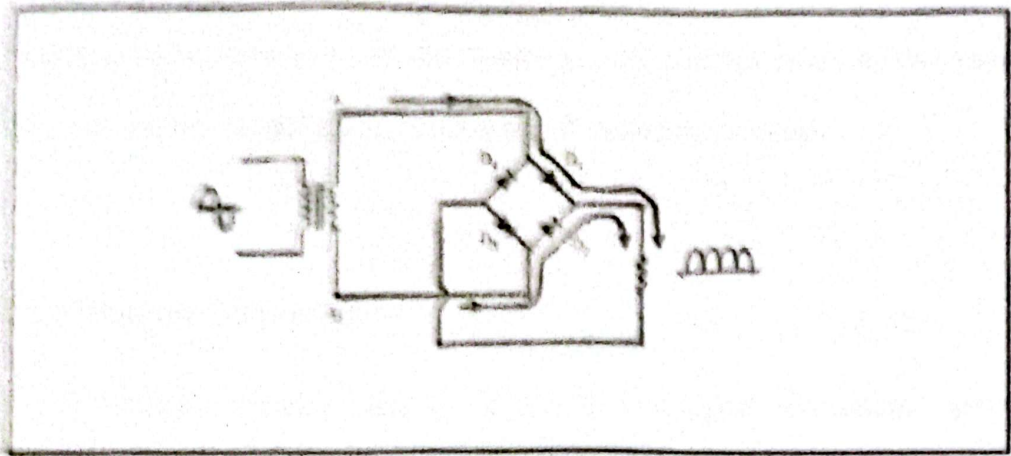
Dari persamaan 2.1 dan persamaan 2.3

$$V_{dc} = V_m I_{dc} / 4 fC \dots\dots\dots(2.4)$$

Riak nampaknya berubah secara langsung menurut arus beban  $I_{dc}$  dan juga berbanding terbalik terhadap nilai kapasitor, sehingga untuk menjaga Riak tetap rendah harus digunakan kapasitor sebesar puluhan mikrofarad.

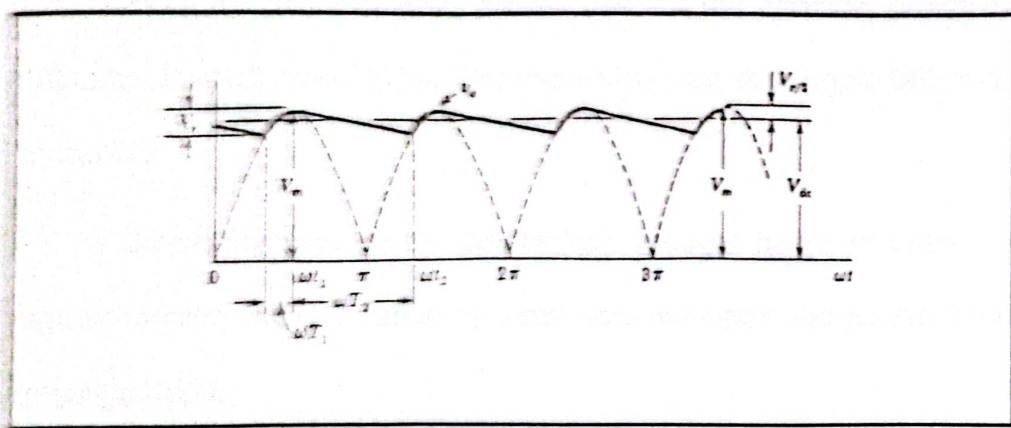
Rangkaian ini terdiri dari 2 rangkaian setengah gelombang dengan penghantar lewat 1 dioda selama  $\frac{1}{2}$  periode pertama dan melewati dioda yang lain selama setengah periode berikutnya yaitu D1 dan D3 dilanjutkan dengan D2 dan D4 yang saling berpasangan.





Gambar 2.1 Rangkaian Penyearah Jembatan.

Bentuk gelombang tegangan keluaran pada gambar 2.2 dengan saringan kapasitor dapat digambarkan oleh garis linier secara pendekatan.



Gambar 2.2. Bentuk gelombang tegangan beban pendekatan  $V_o$  dengan penyearah kapasitor gelombang penuh.

Untuk menjaga riak tetap rendah dan meyakinkan tetap baiknya pengaturan, harus digunakan kapasitor sebesar puluhan mikrofarad. Hal yang diinginkan dari penyearah menggunakan penyaringan masuk kapasitor

adalah kurutan yang kecil dan tegangan yang tinggi pada beban yang ringan, secara teoritis sama dengan transformator maksemum

### 2.3. Penguat Diferensial

Dalam praktek sering dijumpai beberapa persoalan untuk memperkuat sinyal masukan (input) yang mengambang (floating), hal ini sangat sulit dikerjakan oleh penguat biasa.

Untuk mengatasi hal tersebut maka dirancang suatu rangkaian penguat khusus yang fungsi utamanya memperkuat selisih antara dua sinyal.

Pada penguat diferensial dikenal dua macam masukan (input) dan keluaran (output), yaitu Signal Common Mode  $V_c$  dan Signal Differential Mode  $V_d$ .

Sinyal common mode didefinisikan sebagai harga rata-rata dari kedua terminal tersebut tanah (ground) atau setengah dari jumlah kedua tegangan input.

$$V_c = \frac{V_1 + V_2}{2} \dots\dots\dots (2.5)$$

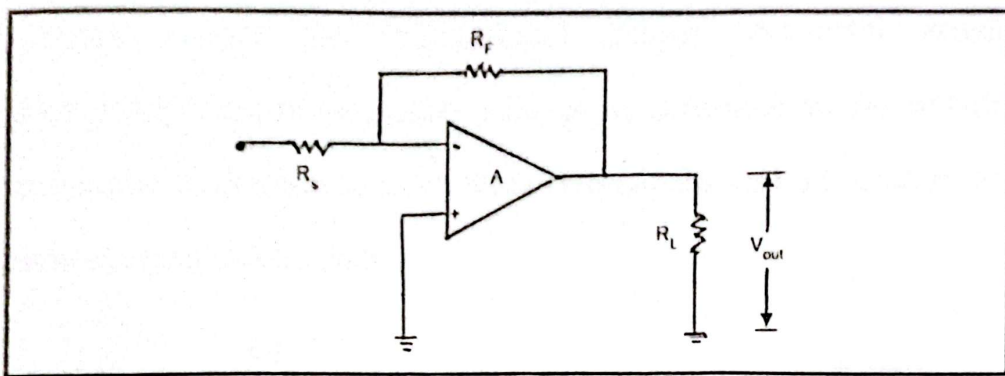
Signal common mode didefinisikan sebagai selisih antara kedua sinar tersebut.

$$V_d = V_1 - V_2 \dots\dots\dots (2.6)$$

$$V_o = A_d (V_1 - V_2) \dots\dots\dots (2.7)$$

dimana :  $A_d$  = penguat diferensial

Sebenarnya keluaran tegangan  $V_o$  tidak hanya tergantung pada perbedaan kedua tegangan masukan, tetapi juga tergantung kepada sinyal  $V_c$  dan sinyal  $V_d$  diatas, sehingga  $V_o$  dapat dinyatakan sebagai kombinasi linier daripada kedua tegangan masukan.



Gambar 2.3 Dasar Penguat Diferensial

$$V_o = A_1 V_1 + A_2 V_2 \dots\dots\dots (2.8)$$

dimana :  $A_1 = V_o/V_1$  dengan  $V_2$  ditanahkan.

$A_2 = V_o/V_2$ , dengan  $V_1$  ditanahkan

Dengan persamaan 2.5 dan 2.6 diperoleh:

$$V_1 = V_c + \frac{1}{2} V_d \dots\dots\dots (2.9)$$

$$V_2 = V_c - \frac{1}{2} V_d \dots\dots\dots (2.10)$$

Persamaan 2.9 dan 2.10 disubsitusikan kepersamaan 2.8 diperoleh:



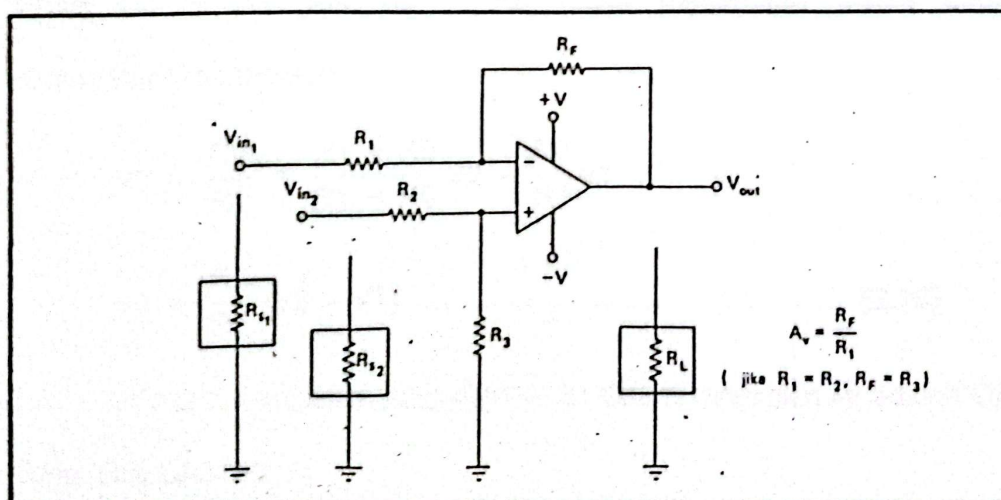
$$V_o = A_d V_d + A_c V_c \dots\dots\dots (2.11)$$

Rangkaian gambar 2.4 dapat dipakai untuk menguatkan sinyal-sinyal asalkan sinyal common modenya tidak terlalu besar dibandingkan sinyal deferential mode. Hal tersebut sukar dipenuhi, terutama pada rangkaian penguat dimana sinyal common mode lebih besar beberapa kali sinyal deferential mode.

Kadaan ini dapat diatasi dengan mengumngli penguatan sinyal common mode dan memperbesar penguat deferential mode. Perbandingan antara penguatan untuk sinyal deferential mode terhadap penguatan untuk sinyal common mode disebut perbandingan rejection ratio atau disingkat CMRR. Jadi:

$$CMRR = \rho = \left| \frac{A_d}{A_c} \right| \dots\dots\dots (2.12)$$

Dari persamaan diatas dapat lihat penguat harus dirancang sedemikian rupa sehingga  $\rho$  cukup besar.



Gambar 2.4 Penguat Deferensial

Keadaan ideal suatu Op-Amp;

1. Terminal masukan 1 dan terminal masukan 2 mempunyai tegangan yang sama yaitu  $V_f$ .
2. Tidak ada arus yang masuk melalui masukan Op-Amp, maka  $I_1 = I_0, I_2 = I_3$

Pada terminal 1,

$$V_o = V_f R_o (1/R_o + 1/R_1) - V_1 R_o / R_1 \dots\dots\dots (2.13)$$

Pada terminal 2,

$$V_f = R_3 I_3 = \frac{R_3}{R_2 + R_3} V_2 \dots\dots\dots (2.14)$$

Substitusi persamaan 2.13 dan 2.14 menghasilkan:

$$V_o = \frac{R_3}{R_1} = \frac{R_1 + R_0}{R_1 + R_3} V_2 - \frac{R_0}{R_1} V_1 \dots\dots\dots (2.15)$$

Bentuk ini adalah persamaan umum masukan penguat diferensial.

Untuk  $R_1 = R_2$  dan  $R_3 = R_0$  maka persamaan diatas dapat disederhanakan menjadi :

$$V_o = \frac{R_0}{R_1} = \frac{R_1 + R_0}{R_1 + R_0} V_2 - \frac{R_0}{R_1} V_1$$

$$V_o = \frac{R_0}{R_1} (V_2 - V_1) \dots\dots\dots (2.16)$$

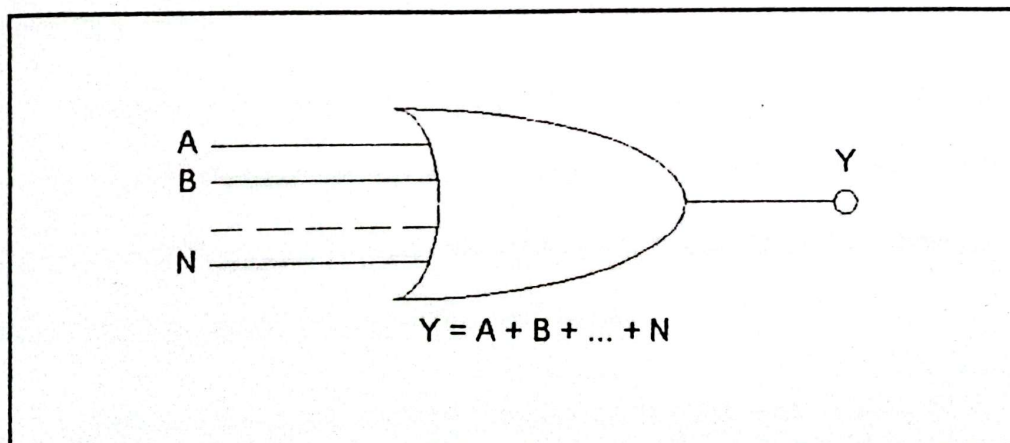
Diferensial amplifier yang digunakan dalam rangkaian ini adalah Op-Amp jenis CA3140.

## 2.3 Gerbang OR

Suatu gerbang OR mempunyai dua masukan atau lebih dan satu keluaran, bekerja sesuai dengan definisi berikut yaitu bila keluaran dari Or dimisalkan dalam keadaan 1, maka satu atau lebih masukan dalam keadaan 1.

N masukan kesuatu rangkaian logika akan diberi tanda A,B,...,N dan keluarannya diberi tanda Y. Perlu diketahui bahwa masing-masing simbol menunjukkan satu dari dua kemungkinan harga, 0 dan 1. Simbol standar untuk rangkaian OR seperti pada gambar 2.5, berikut pernyataan Boole untuk gerbang tersebut. Persamaan tersebut harus dibaca demikian: "Y sama dengan A atau B ...atau N".

Sebagai ganti definisi operasi logika dalam kata-kata, metoda pengganti lain memberikan tabel kebenaran yang berisi tabulasi semua kemungkinan harga-harga masukan dan keluaran gerbang bersangkutan. Untuk lebih jelas disusun tabel kebenaran dua masukan pada tabel 1 ekuivalen dengan definisi untuk operasi OR.



Gambar 2.5. Simbol standar untuk gerbang OR dan pernyataan Boole-nya.



Tabel 2.1. Tabel kebenaran untuk gerbang OR dua masukan

MASUKAN		KELUARAN
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

#### 2.4. Pengubah analog Ke Digital (A/D)

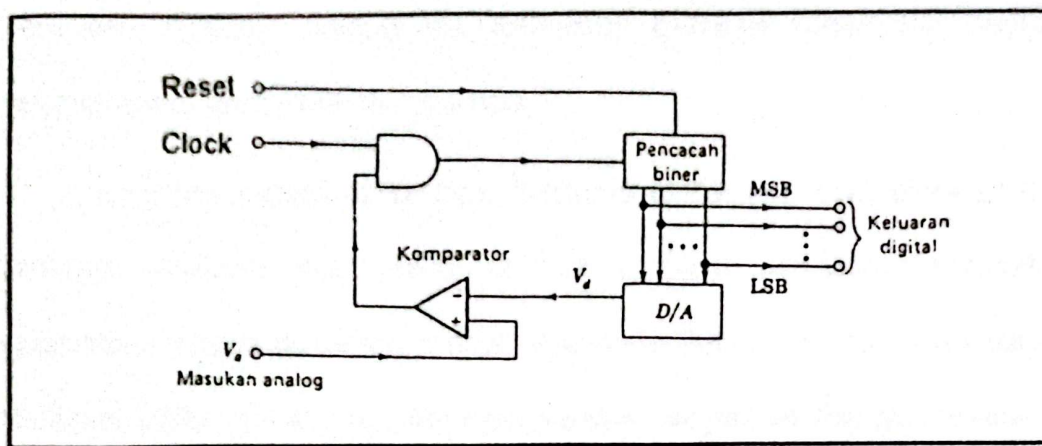
Data analog akan dirubah kedalam bentuk digital. Data semacam ini biasanya akan nampak dalam bentuk sinyal listrik analog. Misalnya perbedaan temperatur akan ditunjukkan oleh keluaran dari termokopel, tegangan bagian mesin akan ditunjukkan oleh perubahan arus jembatan alat ukur tegangan dan sebagainya. Jadi dibutuhkan alat ukur untuk mengubah informasi analog kedalam bentuk digital.

Sistem ini akan dijelaskan dengan mengacu pada gambar 2.6. Pulsa bersih mengembalikan pencacah kehitungan nol. Pencacah kemudian merekam dalam bentuk biner jumlah pulsa clock. Clock merupakan sumber pulsa yang mempunyai selang waktu yang sama.

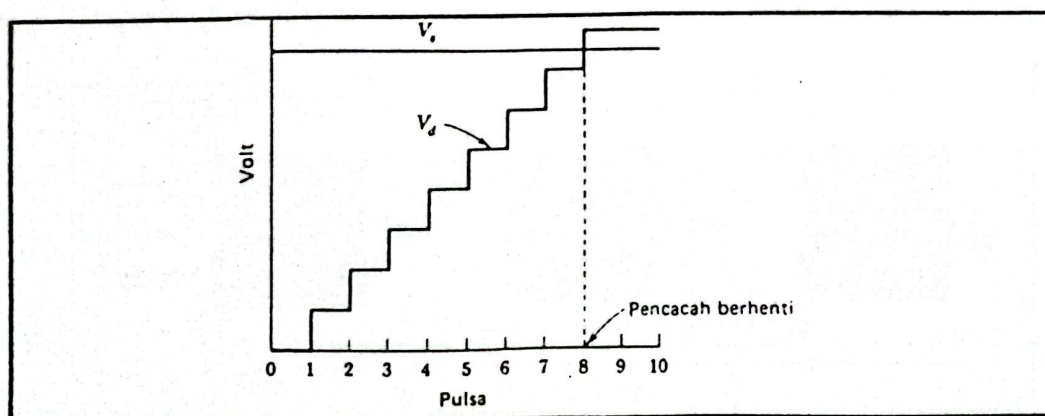
Jumlah pulsa yang dicacah sebanding dengan waktu, kata biner yang mewakili cacahan digunakan sebagai masukan D/A. Keluaran D/A merupakan gelombang bentuk tangga seperti pada gambar 2.7. Selama

masukan  $V_o$  lebih besar dari pada  $V_d$ , keluaran komparatif dalam keadaan tinggi dan gerbang AND pada logika 1 untuk meneruskan pulsa clock ke pencacah.

Pada saat  $V_d$  melebihi  $V_a$ , keluaran komparator berganti kenilai rendah dan gerbang AND pada logika 0. Pencacah berhenti pada saat  $V_a = V_d$  dan hasil cacahan dapat dibaca sebagai kata digital, yang menggambarkan tegangan masukan analog.



Gambar 2.6 Perubahan A/D dengan menggunakan pencacah



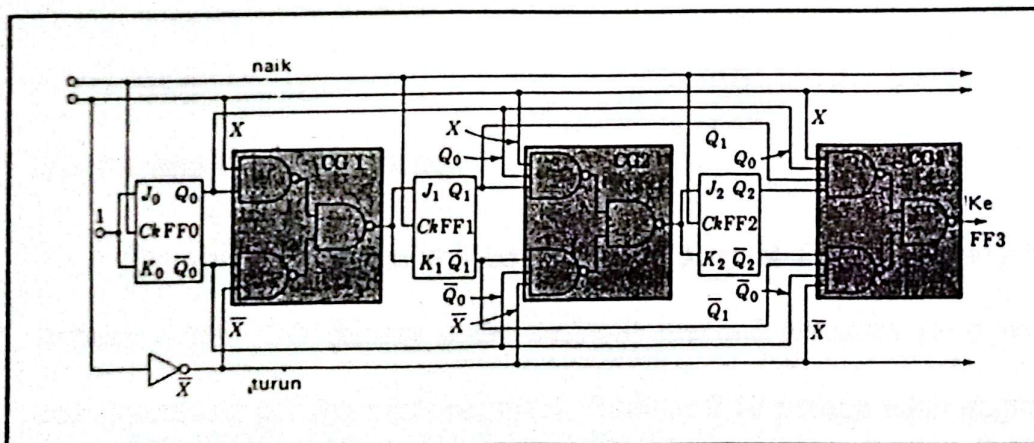
Gambar 2.7 Bentuk gelombang tangga keluaran D/A



Sinyal masukan dicuplik pada interval tertentu. Jika nilai maksimum tegangan analog dimisalkan dengan  $n$  pulsa dan periode clock sama dengan  $T$  detik, interval minimum diantara cuplikan-cuplikan (waktu konversi) sama dengan  $nT$  detik.

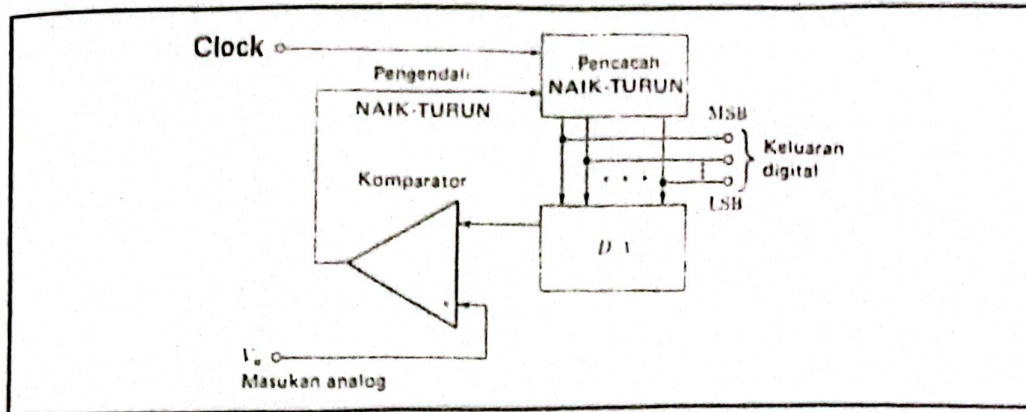
Sebuah versi yang diperbaiki dari pencacah *up/down* seperti gambar 2.8. Modifikasi semacam ini untuk sistem gambar 2.6 ditunjukkan pada gambar 2.9. Untuk mengerti sistem, dimisalkan permulaan keluaran lebih kecil dari masukan analog  $V_a$ . Kemudian keluaran komparator positif menyebabkan pencacah menjadi naik.

Keluaran perubahan D/A bertambah dengan setiap pulsa clock sehingga melebihi  $V_a$ . Garis kendali *up/down* kondisinya berubah sedemikian hingga sekarang menghitung down (tetapi dengan hanya satu hitungan, LSB). Hal ini menyebabkan kendali menjadi up dan pencacahan bertambah dengan satu LSB. Proses ini berulang hingga keluaran digital memantul bolak-balik dengan lebih kurang 1 LSB di sekitar nilai benar.



Gambar 2.8 Suatu penghitung NAIK-TURUN dengan pembawa paralel.





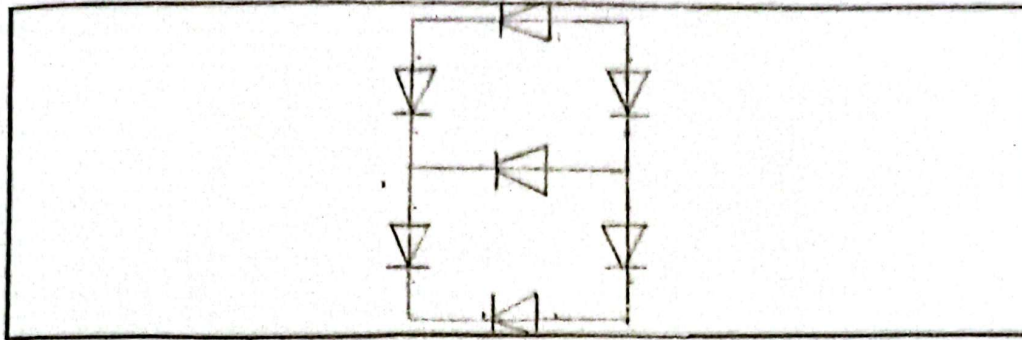
Gambar 2.9 Pengubah A/D penghitung jejak atau servo

Untuk mengerti operasi sistem misalkan permulaan keluaran pada PD/A kurang dari masukan analog  $V_a$ . Garis kendali NAIK-TURUN kondisinya berubah sedemikian hingga sekarang menghitung TURUN (tetapi dengan hanya satu hitungan, LSB). Ini menyebabkan kendali berubah NAIK dan pencacahan bertambah dengan satu LSB.

Proses ini dijaga berulang agar keluaran digital memantul bolak-balik dengan lebih kurang 1 LSB disekitar nilai benar. Waktu konversi berubah sangat kecil untuk perubahan kecil sinyal analog yang dicuplik, sehingga sistem ini dapat digunakan dengan efektif sebagai pengubah A/D penjejak.

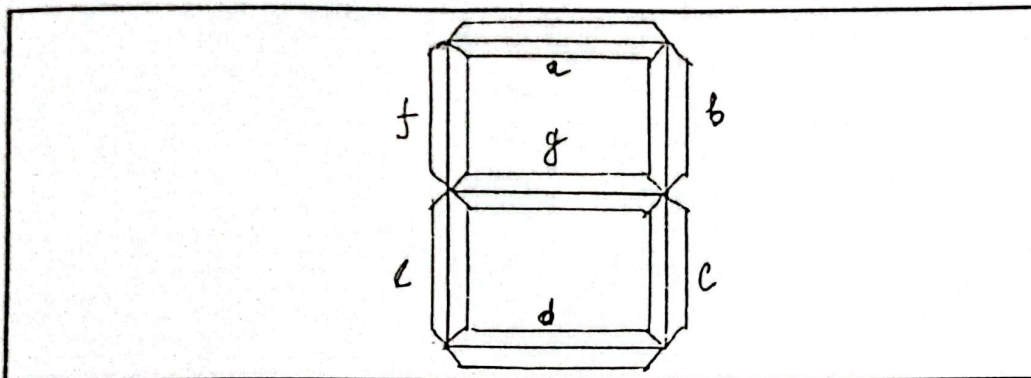
## 2.5. Peraga Tujuh Segment

Peraga tujuh segment sebagai peraga desimal. Piranti ini mengubah sebuah 4 bit BCD (binary code desimal) menjadi keluaran yang dapat menggerakkan peraga tujuh segment. Gambar 2.10 peraga tujuh segment common cathode.



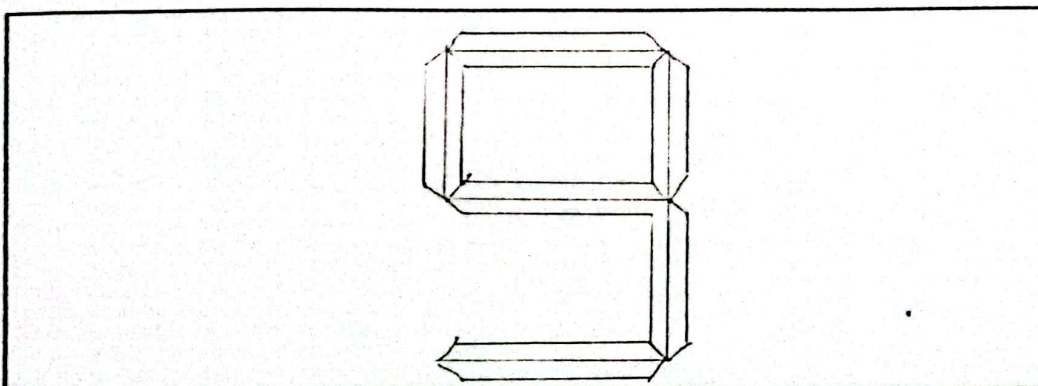
Gambar 2.10. Peraga tujuh segment common cathode

Piranti ini terdiri dari tujuh buah LED terpisah yang dapat memperagakan angka 0 hingga 9. Untuk memperagakan angka 0 segment LED yang on a, b, c, d, e dan f.



Gambar 2.11 LED dengan peraga angka 0

Untuk memperagakan angka 9 LED yang on a, b, c, d, e, f, dan g



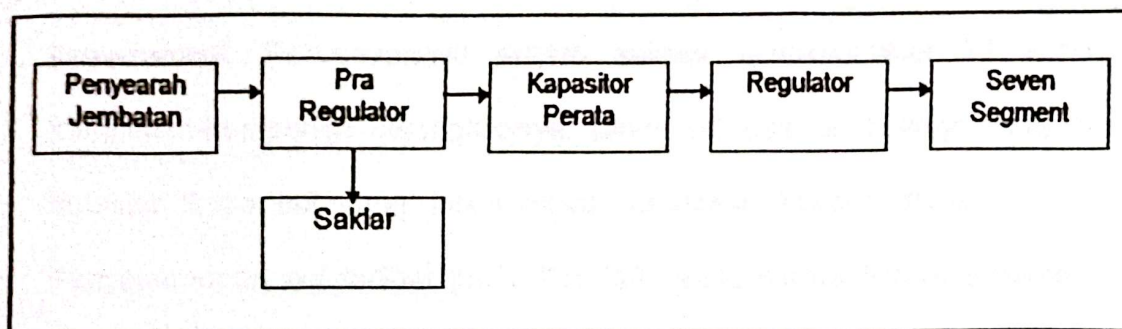
Gambar 2.12 LED dengan peraga angka 9.

### III. ANALISA KERJA SISTEM

Pada bab ini akan dibahas cara kerja sistem yang terdiri dari diagram blok sistem, sistem pra-regulator, sistem regulator deretan, dan bagian tampilan LED seven segment.

#### 3.1. Diagram Blok Kerja Sistem

Untuk mengilustrasikan konsep sumber tenaga variabel ganda dapat ditunjukkan pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Blok Kerja Sistem

Jembatan penyearah menuju ke kondensator perata melalui pra-regulator, hal ini terjadi apabila saklar elektronik regulator dalam keadaan tertutup. Untuk arus beban tertentu, secara efektif mengecilkan tegangan searah pada kondensator. Saklar dikemudikan sejalan dengan arus beban,



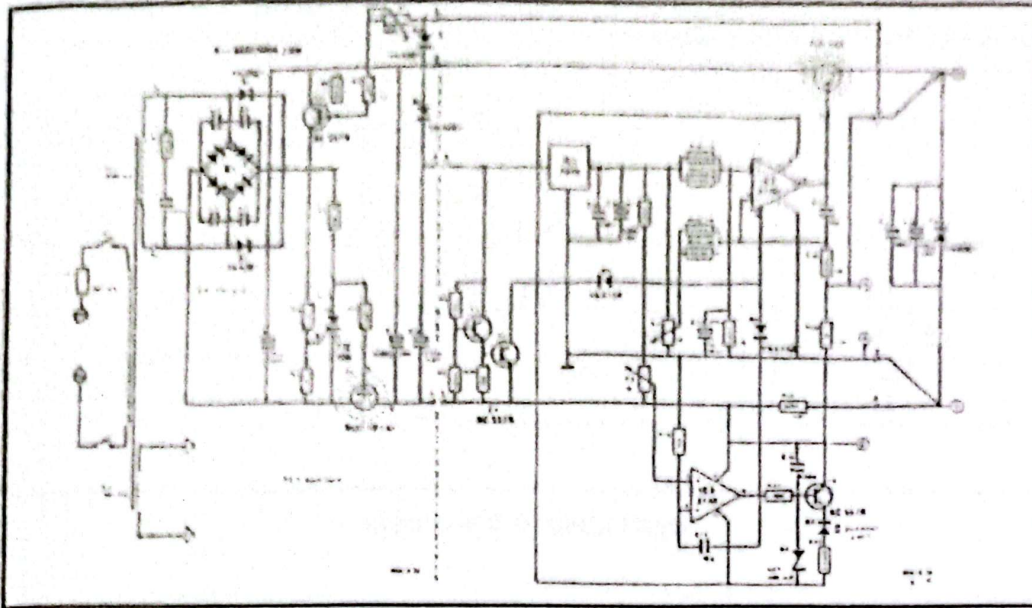
hal ini secara efektif mengecilkan tegangan akan dijelaskan kemudian dalam hal rangkaian gambar 3.2.

Setelah arus melalui kapasitor perata menuju regulator disini merupakan tegangan yang sebenarnya dan pembatas arus variabel di keluaran 0 V variabel secara linier yang mana digunakan konfigurasi op-amp sebagai penguat diferensial konvensional dengan tegangan keluaran.

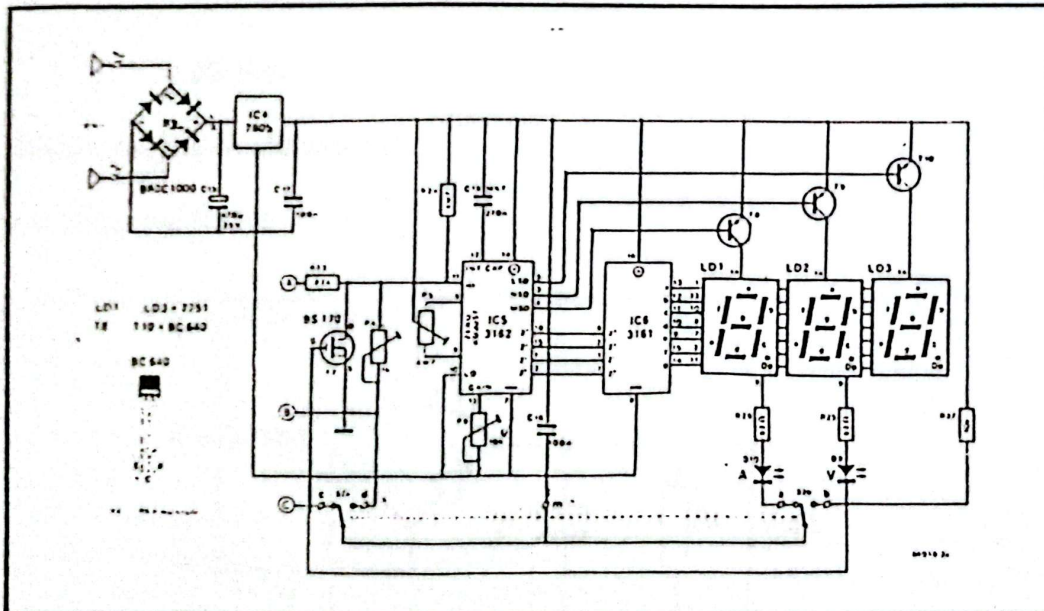
Pada akhirnya terdapat dua penampilan 3 digit terpisah dan identik untuk menunjukkan tegangan atau arus keluaran, yang mana dikemudikan langsung penggerak seven segment. Perlu diperhatikan bahwa seluruh rangkaian yang berada pada gambar 3.2c memiliki tegangan catu.

### 3.2. Pra-Regulator

Rangkaian pra-regulator sangat mirip dengan rangkaian perata konvensional. Perbedaannya adalah sakelar semikonduktor T1 serta komponen-komponen pelengkapnyanya. Dioda D1 dan D2 bekerja sebagai detektor lintas nol yang keluarannya dikenakan kepada thyristor Th1. Penyeberangan nol terlihat pada Th1 'off', yang berarti bahwa transistor sakelar T1 tidak menghantar. Jika tegangan di anoda Th1 naik, T1 'on' dan menghubungkan saluran negatif penyearah jembatan pada terminal negatif kondensator perata C7.

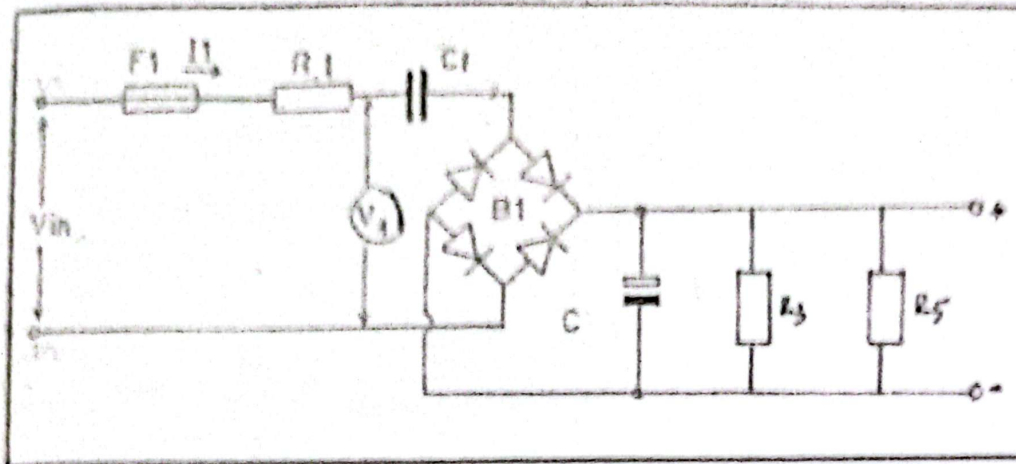


Gambar 3.2 Rangkaian Pra Regulator dan Regulator Deretan



Gambar 3.3. Rangkaian Tampilan

### 3.2.1. Catu Daya



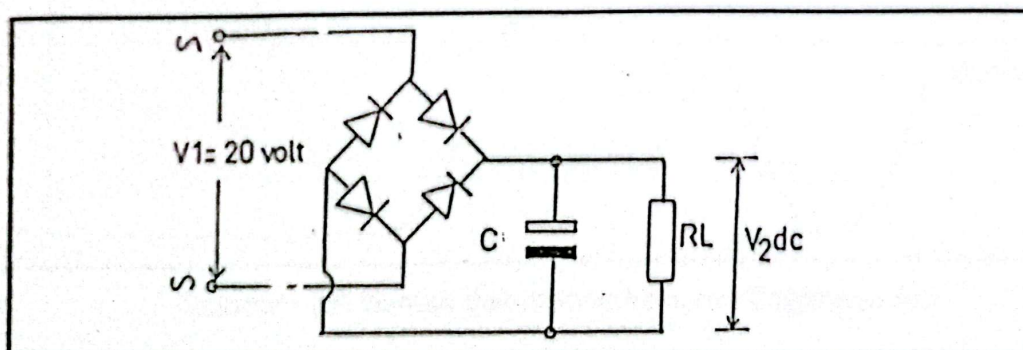
Gambar 3.4. Catu daya

Tinjau perhitungan catu daya diatas

$$\begin{aligned}
 V1 &= V_{in} - I1 \cdot R1 \\
 &= 220 - (100 \cdot 10^{-3} \times 2 \cdot 10^3) \\
 &= 220 - 200 \\
 &= 20 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

Tinjau rangkaian dibawah ini ;

$f =$  frekuensi 50 Hz



Gambar 3.5. Rangkaian penyearah jembatan



$$V_1 (\text{puncak}) = 20\sqrt{2} = 28,3 \text{ Volt}$$

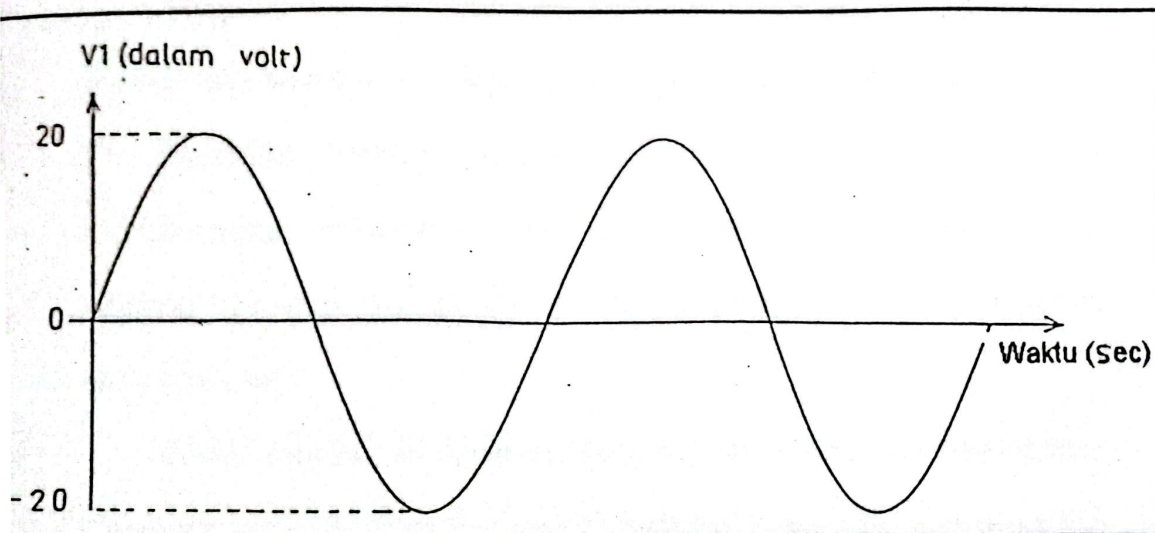
$$\begin{aligned} V_{2_{dc}} &= 2 \frac{V(\text{puncak})}{\pi} \\ &= 2 \frac{28,3}{3,1416} \\ &= 18,02 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$I_{dc} = 100 \text{ mA} = 0,1 \text{ A}$$

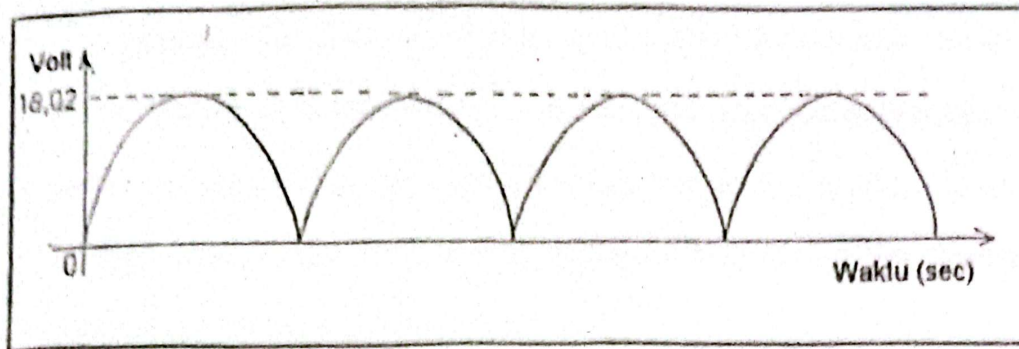
$$\begin{aligned} V_{\text{ripple}} &= \frac{I_{dc}}{f \cdot C} = \frac{0,1}{50 \text{ Hz} \times 1 \cdot 10^{-3} \text{ F}} \\ &= \frac{0,1}{0,05} = 2 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{diode}} &= \frac{I_{dc}}{2} = \frac{100}{2} \text{ mA} \\ &= 50 \text{ mA} \end{aligned}$$

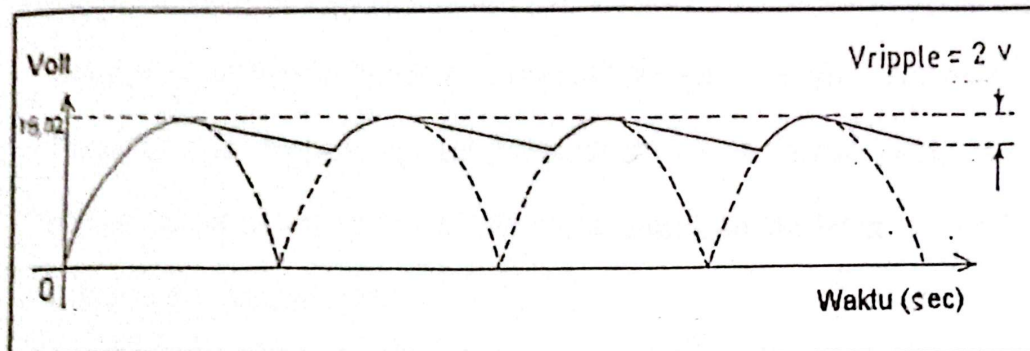
Bentuk gelombang keluaran dari :



Gambar : 3.6 Bentuk gelombang keluaran Tegangan AC



Gambar 3.7 Bentuk gelombang bridge rectifier sebelum melalui kapasitor



Gambar 3.8 Bentuk gelombang bridge rectifier setelah melalui kapasitor

Jika penurunan tegangan pada R6-R7-P1 melampaui 8V, T2 menyulut thyristor dan selanjutnya menghubungkan singkat koneksi gerbang dan sumber T1. Transistor berhenti menghantar, sehingga kondensator perata mengosongkan muatannya lewat regulator deretan dan beban. Arus gerbang Th1 akan menuju ke nol, namun peranti tetap berada dalam status tersulut.

Rantai kejadian ini akan berulang lagi di lintasan nol berikutnya. Tegangan pada C7 ditentukan oleh P1 pada harga yang 8V lebih tinggi dari tegangan keluaran.

Arus keluaran 1,25 A, riak pada kondensator perata adalah kira-kira 5,5 V, yang berarti bahwa ada penurunan tegangan minimum sebesar 2,5 V pada regulator deretan, cukup untuk kegunaan rancangan ini. IC1, D4, dan C8 menyediakan tegangan tersendiri bagi seksi kemudi regulator deretan, sebab tegangan ini harus bebas riak.

Pra-regulator mengadakan pengurangan besar dalam borosan, sebab regulator deretannya saja memboroskan kira-kira 8 W pada sebarang tegangan keluaran dan arus beban maksimum 1,3 A (berkaitan perosotan tegangan 6 V, kondisi terburuk yang membolehkan tegangan riak besar). Pencatu daya dengan regulasi konvensional memboroskan paling tidak sekitar 30 W dalam kondisi beban sama (tegangan tak teregulasi 28 V, keluaran 5 V dengan 1,25A).

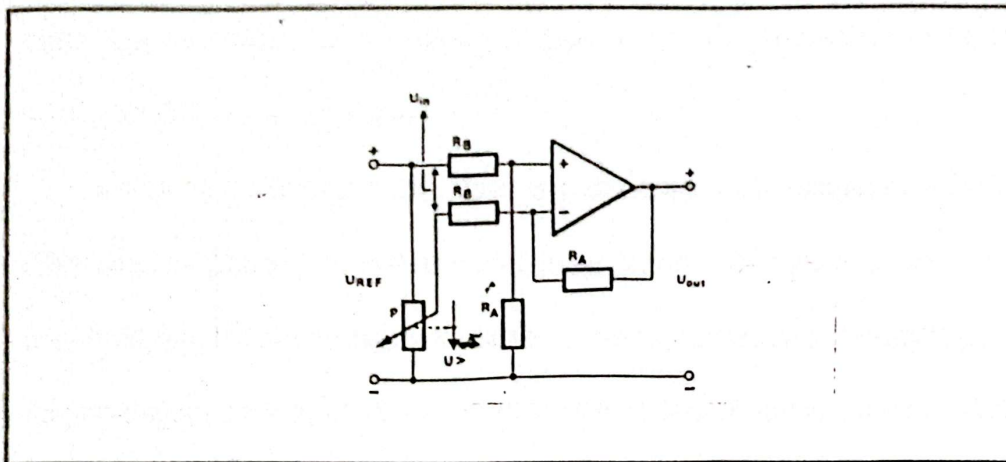
Namun ada kerugian kecil pada pengurangan tegangan sebab ternyata waktu-on mosfet pra-regulator akan berkurang kalau tegangan dikecilkan, sebab peranti akan di-on-kan hanya selama sisi naik pada tegangan denyut. Lebih tepat pada bagian paling curam di lereng itu.

Muatan total,  $Q$ , pada kondensator sama dengan  $Q = I \cdot t$  (coulomb) dengan  $I$  = arus muatan (ampere) dan  $t$  = waktu muatan (detik). Jelas bahwa  $I$  harus naik untuk memperoleh muatan total yang sama. Hak ini berarti bahwa persyaratan beban denyut bagi jembatan penyearah dan transformator sudah dibenarkan untuk rancangan penulis. Tidak dilakukan penghitungan secara kasar terhadap arus sekunder transformator dengan mengalikan beban DC dengan 1,4 kali.



### 3.3 Regulator Deretan

Gambar 3.3 adalah regulasi tegangan yang sebenarnya dan pembatasan arus yang variabel pada keluaran pada 0 V secara linier. Digunakan konfigurasi op-amp seperti pada gambar 3.9 yang merupakan dasar sebuah penguat diferensial konvensional dengan tegangan keluaran  $U_o = U_i (R_A/R_B)$  (V), bila  $R_B \ll R_A$ .



Gambar 3.9. Rancangan Op-Amp

Jika kontak gesek P1 diatur untuk menunjuk ke tegangan acuan positif,  $U_i$  akan 0 dan tegangan keluaran op-amp (secara teori) juga 0 V. Kalau kontak geser diputar ke arah koneksi minimum di  $U_r$  akan menaikkan tegangan keluaran op-amp.

Jika keluaran op-amp sebesar 0 V, maka penyetelan tegangan akan linier dari 0 hingga  $(R_A/R_B) U_r$  Volt. Penurunan tegangan pada resistor pengindera arus R12 disesuaikan dengan harga setelan awal oleh P3.

Jika arus keluaran melampaui harga yang sudah ditetapkan, IC3 berubah (taraf keluaran rendah), jadi mengecilkan tegangan pada jalan

masuk kisaran (strabel), pena 8, di IC2. Akibatnya tegangan basis T5 rendah dan peranti akan bekerja sebagai sumber arus konstan. LED pembatas arus akan menyala. Dioda D4 dan D5 merupakan fungsi OR.

Jadi rangkaian T3-T4 juga dapat mengemudikan kisaran pada IC2 dan tegangan keluaran menjadi kecil. Bagian ini membuat tegangan keluaran rendah sampai potensial pada C8 naik sampai di atas 8 V. Hal ini untuk mencegah timbulnya sisa tegangan oleh pencatu daya selama beberapa milidetik yang pertama tak kala pengoperasiannya belum stabil, setelah daya dihidupkan.

Untuk melindungi pencatu daya dari penerimaan tegangan negatif DA dihubungkan pada terminal-terminal jalan keluar. Pengecekan terhadap arus balik yang akan mengalir ke seksi regulator diatas, yang terdapat pada bagian-bagian pra-regulator. Arus balik dapat terjadi kalau pencatu daya terhubung pada kondensator besar bermuatan atau kepada perangkat daya lain dengan tegangan keluaran lebih besar.

#### **3.4. Peragaan (Displaysment)**

Ada dua peraga 3 digit saling terpisah dan identik untuk menunjukkan tegangan atau arus keluaran. Konvertor/multiplekser A/D tipe 3162 mengemudikan dengan langsung penggerak penampil 7-segmen type 3161.

Perhatikan bahwa seluruh rangkaian ini memiliki tegangan catu sendiri yang diperoleh dari gulungan 8 V terpisah di trafo daya.

Pilihan akan tegangan (V) atau arus (A) dilakukan dengan sakelar dua kutub S2 MOSFET T7. Posisi 'A' seksi S2b di sakelar memilih titik desimal

dipenampilan kiri LD3. Dalam posisi ini gerbang T7 adalah positif sehingga piranti menghantar penghubung dalam keadaan terhubung singkat berhubungan dengan masukan TINGGI IC, yaitu titik B yang ada di kanan resistor pengindera arus R12 masukan RENDAH dihubungkan kepada C yang membuat IC5 mengukur tegangan pada R12.

Hal ini adalah ukuran bagi arus keluaran rangkaian. Resistor pengindera arus membangkitkan tegangan 1 mV pada setiap arus keluaran 10 mA, sehingga resolusi perangkat penampilan adalah 10 mA. Tipe 3162 menerima tegangan masukan maksimum 999 mV.

Jika S2 pada posisi "V", terminal gerbang dan sumber T7 dihubungkan untuk membuat resistansi sumber tinggi. IC5 mengukur tegangan pada pembagi tegangan R23-P4 yang berbanding langsung dengan tegangan keluaran. Diberi sinyal arus/tegangan agar membagi tegangan di A dengan 100, sehingga resolusi penampilan dalam posisi "V" sama dengan 100 mV.

Tegangan jepit pada resistor R24 tinggi, arus pada P4 menjadi kecil, sehingga memungkinkan arus dengan P5, baik untuk penunjukan tegangan maupun penunjukan arus.



#### IV. PENGUJIAN KERJA SISTEM

Sistem ini terbagi menjadi 3 bagian yakni pertama, penyetelan penurunan tegangan pada kedua transistor T5 dan T5' (P1, P1'), kedua, penyetelan awal untuk pengalibrasian di bagian peraga digit (P4, P4', P5, P5'), (P6, P6'). Untuk mengalibrasikan dengan cepat dan tepat digunakan multimeter digit (DMM) dan diatur ada posisi 2 A DC.

P1 dan P1' maksimum berlawanan jarum jam untuk memperoleh tegangan maksimum pada kedua transistor regulator. Kemudian DMM dihubungkan langsung pada terminal keluaran pencatu yang akan ditera. Pengatur tegangan diatur agar tegangan keluaran rendah. P3 (pembatas arus) diputar maksimum searah jarum jam dan perlu diperhatikan apakah DMM menunjukkan arus hubung singkat kira-kira 1,25 A.

Harga ini perlu dikoreksi, mungkin nilai R11 perlu dirubah. Kemudian diatur perlahan-lahan searah jarum jam hingga arus keluaran mencapai nol. P1 diputar berlawanan jarum jam agar arus sebanding dengan penurunan tegangan 8 V pada T5. Pengaturan P1 agak kritis dan cara pengalibrasian sebaiknya diulang beberapa kali.

Pengalibrasian perangkat tampilan dilakukan sebagai berikut yaitu S2 pada posisi 'A' hubungan dengan DMM diputuskan. P5 diatur untuk memperoleh bacaan nol (0.00) pada tampilan. P6 diatur untuk mendapatkan bacaan 1.00 A di perangkat tampilan.

Pengalibrasian tegangan dilakukan sebagai berikut yaitu tegangan catu dialur untuk memperoleh bacaan 10.0 V di DMM, S2 pada 'V' dan P4 dialur untuk mendapatkan tegangan yang sama pada tampilan. Tampilan lainnya dilakukan dengan cara yang sama. Tegangan keluaran maksimum dapat dialur tepat pada 20.00 V dengan cara mengubah harga pembagi tegangan R14 - R16 dan R14' - R16'.

Membandingkan tampilan dengan hasil pengukuran (lihat halaman berikutnya) menggunakan voltmeter digital, terdapat selisih antara tampilan dan hasil pengukuran yang disebabkan karena voltmeter menimbulkan efek pembebanan ( *loading effect* ) terhadap rangkaian.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Besarnya Tegangan

Percobaan	Besar Tegangan pada alat	Multitester Digital (Volt)	$\Delta$ Volt
I	1	0,95	0,05
II	2	1,57	0,43
III	3	2,82	0,18
IV	4	3,94	0,06
V	5	4,61	0,39
VI	6	5,51	0,49
VII	7	6,72	0,28
VIII	8	7,93	0,07
IX	9	8,46	0,54
X	10	9,59	0,41
XI	11	10,55	0,45
XII	12	11,95	0,05
XIII	13	12,77	0,23
XIV	14	13,62	0,38
XV	15	14,84	0,16
JUMLAH :			4.17

Persentasi Kesalahan :

$$= \frac{\sum \Delta (\text{data hasil pengukuran})}{15} \times 100\%$$

$$= 27,85\%$$



Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Besarnya Arus, R beban = 10 OHM

Percobaan	Volt	Perhitungan (Amp)	Terukur (Amp)
I	1	0,1	1,05
II	2	0,2	1,07
III	3	0,3	1,09
IV	4	0,4	1,11
V	5	0,5	1,13
VI	6	0,6	1,16
VII	7	0,7	1,20
VIII	8	0,8	1,25
IX	9	0,9	1,28
X	10	1,0	1,30
XI	11	1,1	1,35
XII	12	1,2	1,35
XIII	13	1,3	1,35
XIV	14	1,4	1,35
XV	15	1,5	1,35

## V. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan yang dilakukan beberapakali diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kesalahan alat yang dibuat dengan alat lain yang dipakai sebagai acuan dengan standart kesalahan sebesar 27,85% ini terjadi pada pengukuran dengan volt.
2. Adapun pengukuran arus dengan beban sebesar 10 Ohm bergerak naik dan pada saat 12 volt terlihat arus mulai stabil.



## DAFTAR PUSTAKA

1. Jacob Millman, terjemahan Sutanto; Mikroelektronika Sistem Digital Analog; Penerbit Erlangga, Jilid 1 dan 2; 1987.
2. Fredrick. W. Hughes; Panduan Op-Amp; PT.Elex Media Komputindo; 1990.
3. A.E Fitzgerald, David. C. Hginbotham, Arvin Grabel, terjemahan Pantur Silaban Phd; Edisi kelima; Dasar-dasar Elektroteknik, Jilid 1 dan 2, Penerbit Erlangga-Jakarta; 1984.
4. TD. Tower, MBE, MA, BSC. C, ENG Miere and NS Towers BA (CAYAB), Op-Amp linier-IC Selector; Penerbit Binatronika, Jakarta, 1983.
5. Malvino; Terjemahan Hanafi Gunawan; Prinsip-prinsip Elektronika; Penerbit Erlangga-Jakarta; Edisi kedua; 1985.
6. William H.Hayt,Jr, Jack E. Kemmerly, terjemahan Pantur Silaban; Rangkaian Listrik; Penerbit Erlangga; Jilid 1 dan 2; 1991.
7. Wasito S; Vademekum Elektronika; Penrbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.



# LAMPIRAN

## LM 78XX Regulator Tegangan Positif dengan 3-terminal (3-terminal Positive Voltage Regulator)

### Penjelasan Umum

Seri LM 78XX adalah regulator dengan tiga terminal. Dapat diperoleh dengan berbagai tegangan tetap, jadi demikian dapat digunakan dalam rangkaian penerapan yang lebar. Salah satu penerapan adalah regulasi tegangan tanpa terbalik dalam perantara-perantara yang menyangkut regulasi ti-  
VA tunggal.  
Tegangan tegangan yang diperoleh dari padanya memungkinkan regulator untuk dipakai dalam sistem-sistem seperti instrumentasi, Hi-Fi, dan kelengkapan elektronik jalapadat lain. Meskipun semula dirancang sebagai regulator tegangan tetap, namun akan dapat juga diperoleh tegangan-tegangan dan arus-arus yang dapat distel-stel dengan tambahan komponen ekstern.

### LM 78XXC

Seri LM 78XXC dapat diperoleh dalam kemasan TO-3 aluminium, yang boleh mengeluarkan arus lebih dari 1.0 A asalkan dilengkapi pembenam panas (*heat sink*) yang berpadanan. Disertai pula pembatas arus guna membatasi arus keluaran puncak pada harga yang aman. Juga dilengkapi pengamanan bagi daerah aman untuk transistor akhir, guna membatasi borosan (*disipasi*) daya intern. Kalau borosan daya intern menjadi terlampau tinggi bagi benaman panas yang dikenakan, maka rangkaian penindas termik mengambil-alih dan mencegah IC menjadi terlampau panas.

Sudah cukup diusahakan agar regulator seri LM 78XXC mudah dipakai, dan meminimalkan komponen-komponen tambahan ekstern. Tidaklah perlu memintas (*bypass*) jalankeluar, meskipun ini akan memperbaiki tanggapan kilasan (*transient res-*

*ponse*). Pemintasan jalan masuk diperlukan hanya kalau regulator berada jauh dari kondensator tapis pen-catu daya.

### Sifat-sifat

- Arus keluaran melebihi 1 A
- Pengamanan pembebanan lebih termik secara intern
- Tidak diperlukan komponen ekstern tambahan
- Ada pengamanan daerah aman untuk transistor keluaran
- Pembatas arus hubung singkat intern
- Dapat diperoleh dalam kemasan TO-3 aluminium

### Karakteristik Elektrik

Type	U <sub>out</sub> (V)	78XXC	I <sub>out</sub> (A)		U <sub>in</sub> (V)	
			78LXX	78MXX	min.	max.
7805	5	1	0,1	0,5	7,5	20
7806	6	1	0,1	0,5	8,6	21
7808	8	1	0,1	0,5	10,6	23
7810	10	1	0,1	0,5	12,7	25
7812	12	1	0,1	0,5	14,8	27
7815	15	1	0,1	0,5	18	30
7818	18	1	0,1	0,5	21	33
7824	24	1	0,1	0,5	27,3	38

National hanya tipe-tipe 5 V, 12 V dan 15 V.

# IC LINIER

National Semiconductor

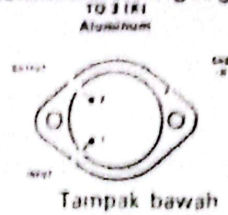
## LM 78LXX

LM 78LXX dapat diperoleh dalam kemasan logam 3 kawat TO-39(1) dan kemasan plastik TO-92 (2). Kalau dilengkapi benaman panas yang memadai, regulator dapat mengeluarkan arus 100 mA. Disertai pembatas arus guna membatasi arus keluaran puncak pada harga yang aman. Pengamanan daerah aman bagi transistor keluaran juga disertakan guna membatasi borosan daya. Kalau borosan daya intern menjadi terlampau tinggi bagi benaman panas yang disertakan, maka rangkaian penindas termik intern mengambil-alih dan mencegah IC menjadi terlampau panas.

### Sifat-sifat

- Toleransi tegangan tegangan keluaran adalah  $\pm 5\%$  (LM 78LXXAC) dan  $\pm 10\%$  (LM 78LXXC)
- Arus keluaran 100 mA
- Pengamanan pembebanan lebih termik secara intern
- Pengamanan daerah aman bagi transistor akhir
- Pembatas arus hubung-singkat intern
- Dapat diperoleh dalam kemasan TO-92 plastik dan TO-39 logam

### Kemasan kaleng logam



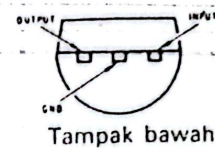
### Kemasan plastik



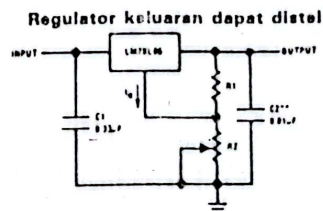
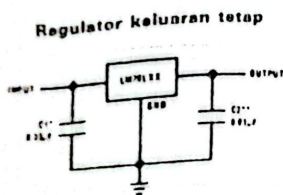
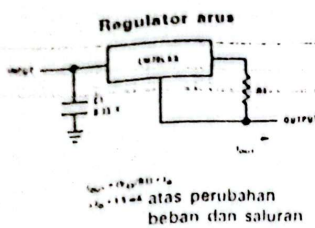
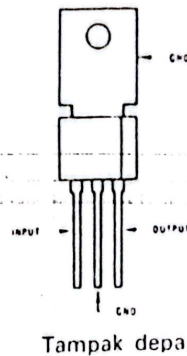
### Kemasan kaleng logam



### Kemasan plastik



### Kemasan plastik



$$V_{out} = 1.25 \left( 1 + \frac{R2}{R1} \right) + I_{adj} R2$$

atas perubahan beban (R1 = 100Ω, R2 = 10kΩ)

\* Diperlukan bila regulator berada jauh dari kondensator tapis pencatu daya  
\*\* Lihat Catatan 3 dalam tabel karakteristik elektrik



## LM 78MXX

Seri LM 78MXX dapat diperoleh dalam kemasan TO-202 plastik. Kemasan ini membolehkan peranti untuk mengeluarkan arus melebihi 0,5 A apabila dilengkapi be-naman panas yang memadai. Disertai pembatas arus guna membatasi arus ke-luaran puncak pada harga yang aman. Pengamanan daerah aman bagi transistor akhir diberikan pula, guna membatasi borosan daya intern. Kalau borosan daya intern menjadi terlampau besar ba-gi benaman panas yang

dikenakan, maka rangkaian penindas termik mengamb-ilalih guna mencegah IC menjadi terlampau panas. Sudah sangat diusahakan untuk memudahkan pema-kaian seri LM 78MXX, dan meminimkan penggunaan komponen-komponen eks-tern tambahan. Tidakkah per-lu memintasi jalankeluar, meskipun ini akan memper-baiki tanggapan kilasan. Pe-mintasan jalanmasuk diper-lukan hanya kalau regulator berada jauh dari kondensa-tor tapis pencatu daya.

### Sifat-sifat

- Arus keluaran melebihi 0,5 A
- Pengamanan intern terha-dap pembebanan lebih termik
- Tidak memerlukan tam-bahan komponen ekstern
- Pengamanan daerah a-man bagi transistor ke-luaran
- Pembatas arus hubung-singkat intern
- Dapat diperoleh dalam kemasan TO-202 plastik
- Ada rangkaian-rangkaian khusus untuk menganjak (*start*), meskipun keluaran tertarik ke tegangan nega-tif (pencatu !)