

17.237/H/02



**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN  
STABILIZED UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY  
1 FASA DENGAN DAYA MAKSIMUM 50 VA**

**TUGAS AKHIR**



RSF  
621.381 044  
Rid  
p-1  
2002

Oleh :

**NUR KHOZIN RIDWAN**  
NRP. 2496 030 043

**PROGRAM STUDI D III TEKNIK INSTRUMENTASI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA**

2002

PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	6-3-2002
Terima Dari	H
No. Agenda Prp.	215 204

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN  
STABILIZED UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY  
1 FASA DENGAN DAYA MAKSIMUM 50 VA**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

**NUR KHOZIN RIDWAN**  
NRP. 2496 030 043

Surabaya, 11 Januari 2002

Mengetahui / Menyetujui :  
Pembimbing

*Ridwan*

**Ir. RONNY DWI N, MS.**  
131 409 099

*RSF*  
*621.381044*  
*Rid*  
*p-1*  
*2002*

Ketua Jurusan  
Teknik Fisika FTI-ITS



**Ir. YA'UMAR, MT**  
130 937 708

Ketua Program Studi  
D III Teknik Instrumentasi

*Syamsul Arifin*

**Ir. SYAMSUL ARIFIN, MT.**  
131 835 487

## ABSTRAK

Catu daya yang baik diperlukan untuk melindungi peralatan-peralatan elektronik dari kerusakan agar peralatan elektronik dapat bekerja terus dengan baik. Pada tugas akhir ini dirancang suatu sistem catu daya yang bisa digunakan sebagai catu daya cadangan apabila terjadi listrik padam.

Pada perancangan ini digunakan sebuah baterai sebagai sumber tegangan apabila terjadi listrik padam. Pada saat listrik menyala terjadi proses pengisian baterai agar kondisi baterai tetap penuh apabila selesai digunakan. Tegangan dari baterai diubah menjadi tegangan bolak balik oleh inverter. Pada inverter digunakan transistor 2N2102 sebagai pembangkit sinyal dan transistor 2N3055 sebagai penguat sinyal yang kemudian masuk pada transformator step up untuk menghasilkan tegangan 220 Volt.

Dalam pengukuran yang telah dilakukan diperoleh tegangan keluaran sebesar 270,4 Volt untuk tegangan baterai sebesar 12 Volt Pada saat beban terpasang sebesar 50 VA. Catu daya ini bisa digunakan selama 3,3 jam . Sedangkan frekuensi yang dihasilkan pada rangkaian inverter sebesar 55,26 Hz.

## KATA PENGANTAR

Segala puji kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunianya sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Perancangan dan Pembuatan Stabilizer Uninterruptible Power Supply 1 Fasa dengan Daya Maksimum 50 VA”.

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi syarat untuk menyelesaikan pendidikan program D III Teknik Instrumentasi Jurusan Teknik Fisika. Laporan tugas akhir ini diharapkan dapat digunakan sebagai media pengalaman dan penyempurnaan bagi mahasiswa terhadap hal-hal yang berkenaan dengan perkuliahan dan dapat menjadikan pengetahuan praktis pada lapangan pekerjaan nantinya.

Penyusun menyadari dengan kemampuan, pengetahuan dan waktu yang terbatas maka laporan tugas akhir ini masih sangat jauh dari sempurna. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati kami mengharapkan segala macam kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak demi kesempurnaan laporan ini.

Dengan selesainya tugas akhir ini, tidak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Ya'umar, MT., selaku ketua jurusan Teknik Fisika
2. Bapak Ir. Syamsul A. MT, selaku ketua program studi D III Teknik Instrumentasi Jurusan Fisika.
3. Ibu Ir. Ronny DN, Msc, selaku dosen pembimbing

4. Ayah, Ibu dan kakak tercinta
5. Rekan-rekan mahasiswa yang telah banyak membantu sehingga terselesaikannya laporan tugas akhir ini.

Kami berharap semoga laporan tugas ini dapat bermanfaat bagi civitas akademika dan yang membutuhkan.

Penyusun

## DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Abstrak .....	iii
Kata Pengantar.....	iv
Daftar Isi.....	vi
Daftar Gambar.....	viii
Daftar Tabel.....	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan .....	2
1.3. Pendekatan Masalah .....	2
1.4. Tujuan dan Manfaat-Manfaat .....	2
BAB II DASAR TEORI	
2.1. Transformator.....	3
2.2. Resistor .....	9
2.3. Kondensator .....	12
2.4. Transistor .....	14
2.5. Dioda .....	17
2.6. Relay .....	21
2.7. Baterai .....	21
2.7.1. Prinsip dan Reaksi Elektrokimia .....	21

2.7.2. Karakteristik Baterai .....	23
2.7.3. Kapasitas dan Rating Arus .....	23
2.8. Rectifier (Penyearah) .....	25
2.9. Inverter .....	27

### BAB III PERANCANGAN, PEMBUATAN DAN ANALISA SISTEM

3.1. Perancangan dan Pembuatan Alat .....	28
3.1.1. Rangkaian Catu Daya .....	28
3.1.2. Rangkaian Pengisi Baterai .....	29
3.1.3. Rangkaian Inverter .....	30
3.1.4. Rangkaian Kontrol .....	31
3.2. Analisa Sistem .....	31

### BAB IV PETUNJUK OPERASI DAN PEMELIHARAAN SISTEM

4.1. Petunjuk Operasi .....	42
4.2. Pemeliharaan Sistem .....	43

### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan .....	44
5.2. Saran .....	44

Daftar Pustaka

Data Sheet Komponen

Hasil Perancangan

## DAFTAR GAMBAR

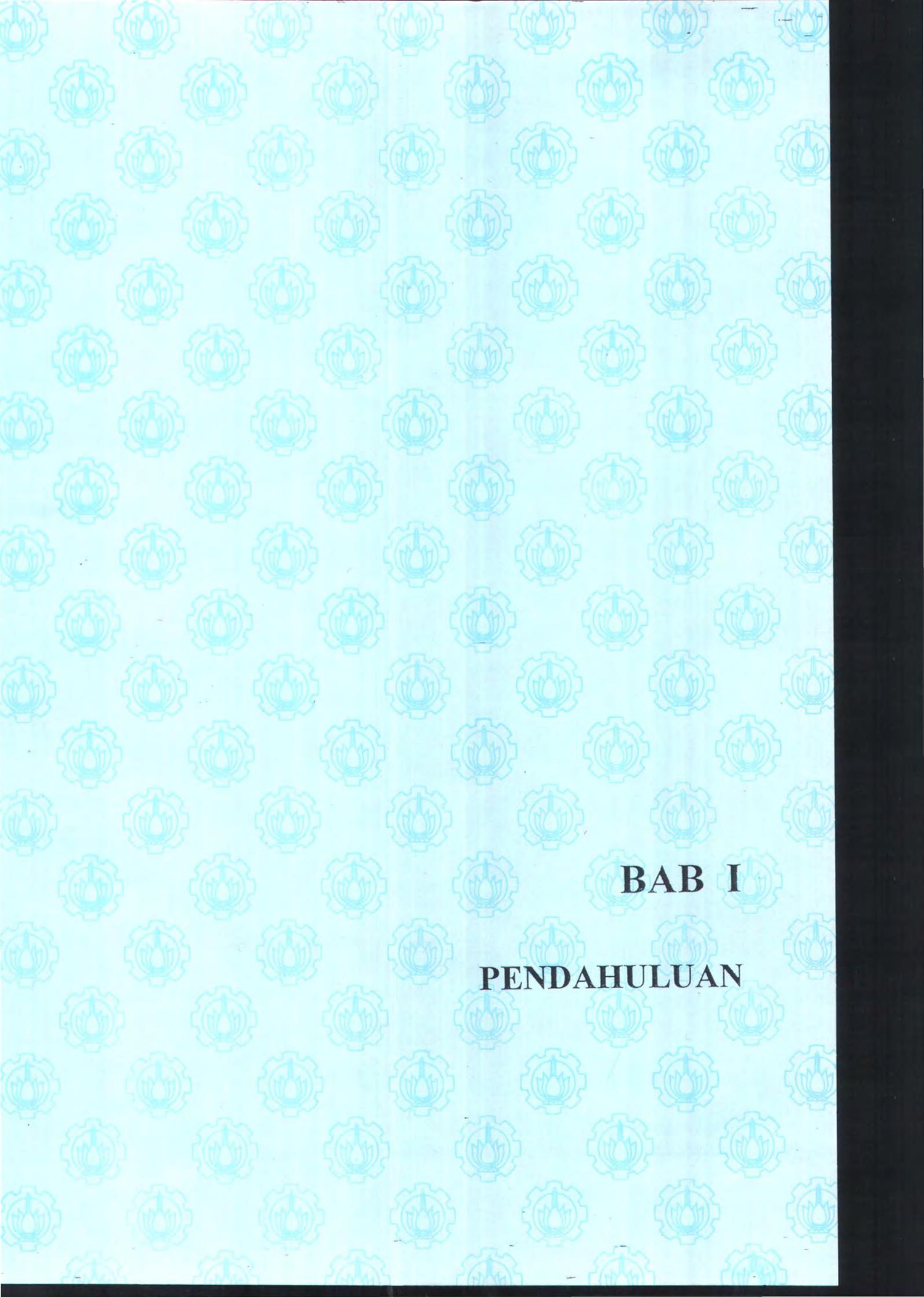
Gambar 2.1. Simbol sebuah transformator .....	4
Gambar 2.2. Transoformator dengan beban .....	5
Gambar 2.3. Tumpukan lembaran besi kern bentuk E .....	7
Gambar 2.4. Cincin sandi warna pada resistor .....	10
Gambar 2.5. Kapasitor jenis keramik dan elektrolit .....	13
Gambar 2.6. Transistor .....	14
Gambar 2.7. Transistor .....	15
Gambar 2.8. Simbol diagram transistor .....	16
Gambar 2.9. Transistor sebagai saklar .....	16
Gambar 2.10. Simbol sirkuit untuk dioda .....	18
Gambar 2.11. Beberapa bentuk dioda umum .....	19
Gambar 2.12. Beberapa simbol dioda zener .....	19
Gambar 2.13. Karakteristik dioda zener .....	20
Gambar 2.14. Relay .....	21
Gambar 2.15. Operasi kecil elektro kimia .....	22
Gambar 2.16. Rangkaian percobaan .....	24
Gambar 2.17. Penyearah jembatan dioda dengan penapis masukan kapasitor.....	25
Gambar 3.1. Diagram blok rangkaian .....	28
Gambar 3.2. Rangkaian catu daya .....	28
Gambar 3.3. Rangkaian pengisi baterai .....	29

Gambar 3.4. Rangkaian inventer ..... 30  
Gambar 3.5. Rangkaian kontrol ..... 31



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Beberapa besi kern dan tenaganya, jumlah gulungan per volt, serta tebal kawat email untuk gulungan primer. ....	8
Tabel 2. Diameter (tebal) kawat email yang dipergunakan pada gulungan sekunder .....	9
Tabel 3. Warna dari besar suatu resistor .....	11
Tabel 4. Hasil pengukuran tegangan keluaran .....	38
Tabel 5. Perhitungan data percobaan pertama.....	38
Tabel 6. Hasil ralat dan keseksamaan dari data pengukuran .....	39
Tabel 7. Tabel hasil perhitungan akurasi .....	40



**BAB I**

**PENDAHULUAN**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi begitu pesat, mengakibatkan banyak jenis peralatan bermunculan dalam bidang industri. Hal ini sangat berpengaruh dalam perkembangan industri di tanah air. Peralatan-peralatan tersebut ditunjukkan untuk mempermudah pekerjaan yang dilakukan oleh manusia dimana peralatan-peralatan tersebut harus mempunyai kepekaan dan presisi yang tinggi. Salah satu peralatan yang vital adalah sebuah catu daya. Sebuah catu daya secara efektif digunakan untuk mengoperasikan sistem dan instrumen elektronik sehingga praktis segala instrumen elektronik memerlukan suatu sumber daya. Catu daya yang baik diperlukan untuk melindungi peralatan elektronik dari kerusakan agar peralatan elektronik dapat bekerja dengan baik. Catu daya yang baik adalah yang stabil dalam pengoperasiannya. Pada umumnya catu daya listrik dari PLN tegangan keluarannya naik turun secara mendadak sehingga dapat merusak peralatan elektronik yang tidak dilengkapi dengan Autovoltage. Untuk itu diperlukan suatu catu daya yang stabil dan dapat mengurangi gangguan tegangan yang secara mendadak naik turun dari PLN.

## **1.2. Permasalahan**

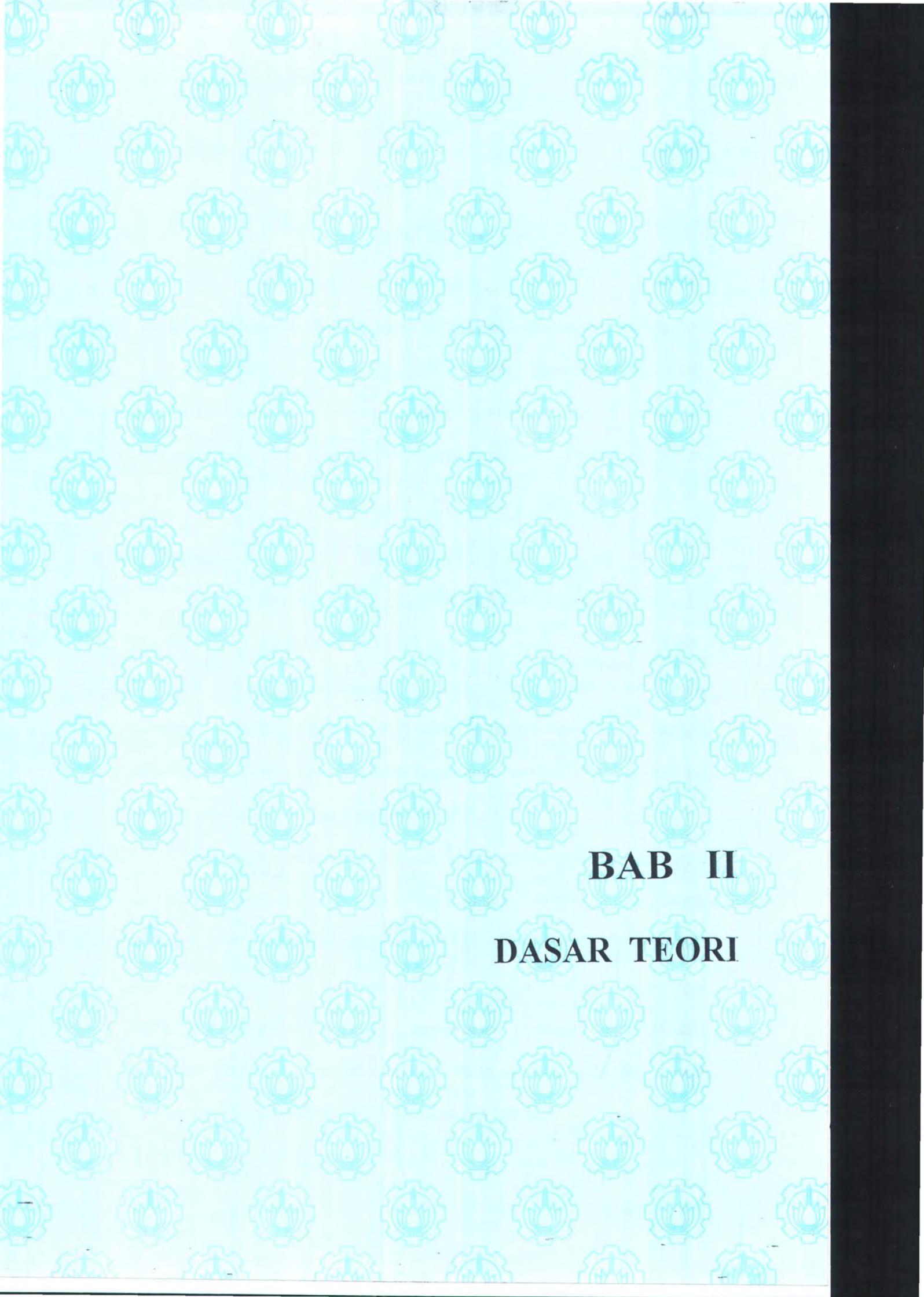
Timbulnya tegangan naik turun secara mendadak pada suatu catu daya listrik dari PLN merupakan suatu masalah yang dapat mengakibatkan rusaknya peralatan elektronik. Oleh karena itu akan dicoba merancang suatu catu daya stabil dan dapat bekerja pada saat terjadi pemadaman listrik.

## **1.3. Pendekatan Masalah.**

Agar dalam penulisan tugas akhir ini tidak terlalu luas pembahasannya dan dapat dicapai sasaran pembahasan yang tepat maka diberikan batasan masalah mengenai perancangan dan pembuatan alat yaitu dengan menggunakan transistor 2N2102 sebagai pembangkit signal untuk menghasilkan arus bolak-balik dan transistor 2N3055 sebagai penguat signal. Pada perancangan beban maksimum yang dipakai adalah 50VA.

## **1.4. Tujuan**

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah merencanakan dan membuat Stabilized Uniteruptible Power Supply 1 fasa dengan daya terbeban maksimum 50 Va yang dapat bermanfaat untuk catu daya cadangan apabila ada pemadaman listrik.



**BAB II**

**DASAR TEORI**

## **BAB II**

### **TEORI PENUNJANG**

Suatu perencanaan akan berhasil dengan baik apabila didasari dengan teori yang mendukung karena semua komponen yang akan digunakan dalam perencanaan agar sesuai dengan diskripsi yang diinginkan.

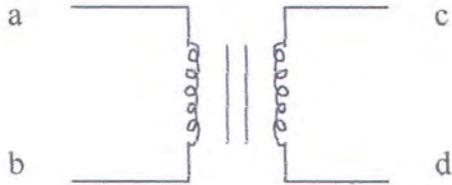
Adapun teori dasar yang menunjang dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut :

#### **2.1. Transformator**

Trasnformator adalah alat yang terdiri dari 2 gulungan kawat (koil) yang dirangkai berdekatan (disebut gulungan primer dan sekunder). Tegangan AC yang diberikan pada gulungan primer akan muncul pada gulungan sekunder dengan perlipatan tegangan sebanding dengan perbandingan lilitan transformator. Arus yang melalui transformator ini tentunya akan mendapatkan hambatan besar.

Salah satu kegunaan transformator adalah untuk menaikkan tegangan dan untuk menurunkan tegangan. Transformator menjalankan 2 fungsi penting dalam instrumen elektronik, yaitu mengubah tegangan jaringan AC pada suatu nilai tegangan tertentu (biasanya lebih rendah) untuk dapat dipakai oleh rangkaian dan untuk “mengisolasi” peralatan elektronik dari hubungan sebenarnya dengan jaringan daya, karena gulungan kawat transformator secara elektris terisolasi satu sama lain.

Untuk lebih jelasnya, simbol transformator dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



a-b disebut gulungan primer

c-d disebut gulungan sekunder

Gambar 2.1. Simbol Sebuah Transformator<sup>3)</sup>

Perbandingan transformator dapat dilihat dibawah ini :

$$n = \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p} \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

n = Perbandingan

$V_p$  = Tegangan Primer ( Volt )

$V_s$  = Tegangan Sekunder (Volt)

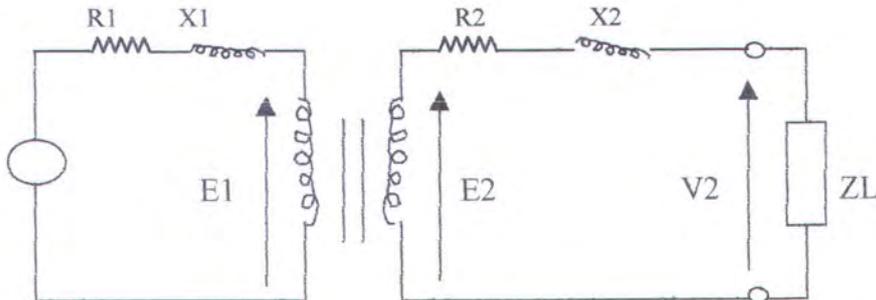
$N_p$  = Banyaknya lilitan primer

$N_s$  = Banyaknya lilitan sekunder

$I_s$  = Arus pada lilitan (Ampere)

$I_p$  = Arus pada lilitan primer (Ampere)

Perhatikan transformator yang dibebani oleh tahanan pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.2. Transformator dengan Beban <sup>3)</sup>

Keterangan gambar 2.2. :

$R_1$  = Resistensi belitan primer ( ohm )

$X_1$  = Reaktansi bocor induktif dari lilitan primer

$R_2$  = Resistensi belitan sekunder

$X_2$  = Reaktansi bocor induktif dari lilitan sekunder

Impedansi lilitan primer dinyatakan :

$$Z_1 = R_1 + jX_1 \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

Impedansi belitan sekunder :

$$Z_2 = R_2 + jX_2 \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

Tegangan induksi pada belitan primer :

$$E_1 = V_1 - (I_1 \cdot Z_1) \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Tegangan induksi pada belitan sekunder :

$$E_2 = V_2 - (I_2 \cdot Z_2) \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

Perbandingan transformasi  $E_1 : E_2$  dan perbandingan transformasi tegangan  $V_1 : V_2$ .

Didalam praktek menggulung transformator, pada pemakaian rumus di atas sering terjadi penyimpangan. Kenyataan praktek membuktikan bahwa tidak semua medan elektromagnetis yang dibangkitkan oleh gulungan primer dipindahkan ke gulungan sekunder, hal ini terjadi karena adanya kerugian pada transformator.

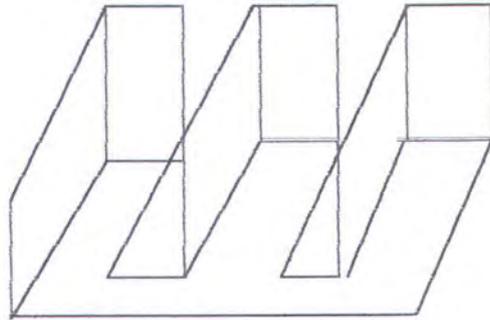
Untuk transformator kecil sampai 150 Watt, tenaga gulungan yang berhasil dipindahkan ke gulungan sekunder sekitar 70 % - 80 %. Jadi bagian yang tidak berhasil dipindahkan merupakan kerugian karena panas besi. Kerugian ini sekitar 20 % sampai 30 % dari tenaga gulungan primer. Oleh sebab itu jika kita ingin merencanakan gulungan sekunder sebesar 100 watt, maka tenaga primernya harus lebih besar 20 % - 25 % dari tenaga sekundernya. Hal ini dilakukan agar transformator yang dibuat tahan terhadap panas.

Dinegara kita tenaga listrik berfrekuensi sekitar 50 Hz-60 Hz. Oleh sebab itu untuk menghitung gulungan per volt kita dapat menggunakan rumus :

$$\text{Gulungan per volt} = \frac{\text{Circle per second}}{\text{Keliling besi kern}} \times l \text{ gulungan} \dots\dots\dots (2.6)$$

Rumus ini dapat kita gunakan untuk menghitung gulungan per volt pada tranformator tenaga atau tranformator step up atau step down.

Rumus ini dapat kita gunakan untuk menghitung gulungan per volt pada tranformator tenaga atau tranformator step up atau step down.



Gambar 2.3. Tumpukan lembaran besi kern bentuk E\* <sup>5)</sup>

Keterangan gambar 2.3 :

Dimana :  $2 ( T + L )$  adalah keliling besi kern (cm)

$T$  = Tebal tumpukan lembaran besi kern (cm)

$L$  = Lebar lembaran besi kern (cm)

$C$  = Celah kern

Prosedur perencanaan transformator adalah sebagai berikut :

Jumlah gulungan per volt =  $[56/\text{keliling besi kern}] \times 1$  gulungan.

Sedangkan jumlah gulungan sekunder per volt biasanya lebih banyak dari pada jumlah gulungan primer per volt.

Untuk memperbaiki tranformator tenaga yang rusak sehingga berfungsi dengan baik. Dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 1.\*)

Beberapa besi kern dan tenaganya, jumlah gulungan per volt transformator tenaga, serta tebal kawat email untuk gulungan primer.

No	Tenaga gulungan primer dalam VA (watt)	Besi Kern			Jumlah Gulungan per volt (N/V)		Tebal kawat email gulungan primer
		Ukuran Tebal Dalam lebar (cm)		Keliling (cm)	Primer (gul)	Sekunder (gul)	
		T	L				
1	100	2,8	2,8	11,2	5	5,25	0,60
2	75	2,6	2,6	10,4	5,38	6,65	0,50
3	50	2,4	2,4	9,6	5,8	6,09	0,48
4	40	2,2	2,2	8,8	6,36	6,68	0,45
5	25	2,0	2,0	8	7	7,35	0,35
6	15	1,7	1,7	6,8	8,24	8,65	0,30
7	6	1,4	1,4	5,6	10	10,5	0,20

\*) Sumisjokartono, Elektronika praktis, Penerbit PT. Elex Media Komputindo kelompok Gramedia, Jakarta.

Sedangkan untuk menentukan diameter kawat email gulungan sekunder dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2\*)

Diameter (tebal) Kawat Email Yang Dipergunakan Pada Gulungan Sekunder

Tebal kawat email yang dipergunakan	Membangkitkan arus sebesar
1,30 mm	5 Ampere
1,10 mm	4 Ampere
1,00 mm	3 Ampere
0,90 mm	2 Ampere
0,60 mm	1 Ampere
0,45 mm	0,5 Ampere
0,35 mm	0,3 Ampere
0,30 mm	0,2 Ampere
0,30 mm	0,15 Ampere
0,25 mm	0,125 Ampere
0,20 mm	0,1 Ampere
0,20 mm	0,075 Ampere
0,15 mm	0,05 Ampere
0,15 mm	0,025 Ampere

\*) Sumisjokartono, Elektronika praktis, Penerbit PT. Elex Media Komputindo kelompok Gramedia, Jakarta.

## 2.2. Resistor

Resistor merupakan komponen pasif yang dibuat untuk mendapatkan hambatan tertentu. Resistor yang paling banyak digunakan terbuat dari karbon yang dilapiskan pada sebarang keramik. Resistor semacam ini disebut resistor film karbon.

Resistor karbon menggunakan sandi warna yang dicatkan pada badan untuk menyatakan nilai hambatan. Untuk resistor dengan toleransi 10 % dan

5 % digunakan 4 buah cincin, seperti yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.4. Cincin sandi warna pada resistor <sup>5)</sup>

Cincin A adalah yang paling dekat dengan ujung resistor. Warna cincin A, B, dan C menyatakan nilai hambatan resistor, sedangkan warna cincin D menyatakan toleransi. Untuk cincin D hanya ada dua warna, yaitu perak untuk toleransi 10 % dan emas untuk toleransi 5 %. Untuk cincin A, B dan C tiap warna mempunyai nilai seperti tertera pada tabel berikut ini.

Tabel 3.

Warna Dari Besar Suatu Resistor.

Warna	Angka ke 1,2	Faktor Perkalian	Toleransi
Hitam	0	1	
Coklat	1	10	
Merah	2	100	
Jingga	3	1000	
Kuning	4	10000	
Hijau	5	100000	
Biru	6	1000000	
Ungu	7	10000000	
Abu-abu	8	100000000	
Putih	9	1000000000	
Emas	-	0,1	5 %
Perak	-	0,01	10 %
Non warna	-	-	20 %

Nilai hambatan dapat dibaca dengan menggunakan rumus :

$$R = (A) (B) \times 10^2 \text{ ohm} \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

(A) adalah nilai warna cincin A, (B) adalah nilai warna cincin B, dan C adalah nilai warna cincin C. Khusus cincin C ada warna emas yang mempunyai nilai 0,1.

Resistor dibuat dengan ukuran badan yang mencerminkan kemampuan bertahan terhadap daya lesap yang diterimanya jika dialiri arus listrik suatu resistor dengan hambatan ( $R$ ) yang dilalui arus ( $I$ ) akan menerima daya lesap sebesar  $P = I^2 \cdot R$ . Daya ini akan menaikkan suhu resistor dan jika melebihi kemampuannya daya (power rating) yang ditentukan dapat menyebabkan kerusakan yang permanen, berupa perubahan nilai hambatan ataupun membuat resistor menjadi hangus.

### 2.3. Kondensator.

Kondensator adalah suatu alat yang mempunyai kemampuan untuk menyimpan elektron-elektron selama waktu yang tidak tertentu. Kemampuan untuk menyimpan elektron-elektron disebut kapasitas.

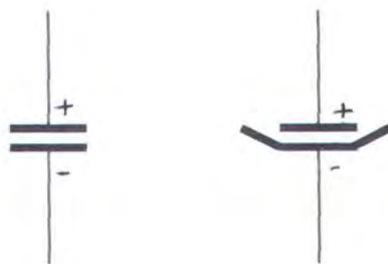
Penyimpanan elektron-elektron oleh kondensator tidak disertai proses kimia, berbeda dengan akumulator yang dipakai pada mobil yang juga menyimpan elektron tetapi mengalami proses kimia.

Tiap-tiap kondensator mempunyai daya tampung elektron dan daya tahan terhadap tegangan tertentu. Pemberian tegangan (Volt) melebihi batas tegangan yang ditetapkan akan mengakibatkan kondensator tersebut rusak, kondensator yang dapat rusak biasanya kondensator elektrolit yang disingkat elco.

Kapasitas kondensator biasanya dicantumkan pada kondensator tersebut dengan ukuran  $\mu\text{F}$  dan  $\text{pF}$ . Nilai kapasitor yang besar biasanya

diberikan dalam satuan mikro farad ( $\mu\text{F}$ ), sedangkan nilai yang terkecil adalah piko farad (pF).

Parameter kedua dari kapasitor yang sangat penting adalah tegangan kerjanya. Tegangan kerja biasanya tertera pada kapasitor. Kapasitor elektrolit mempunyai polaritas yang berarti harus dipasang pada rangkaian dengan cara yang tepat. Tanda + dan - juga tertera pada kapasitor.



(a)

(b)

Gambar 2.5. (a) Kapasitor jenis keramik

(b) Kapasitor elektrolit.<sup>5)</sup>

Dalam pembuatan komponen kapasitor diperlukan bahan yang berfungsi menyekat diantara dua bahan konduktor. Bahan yang berfungsi sebagai penyekat itu disebut bahan dielektrikum. Apabila kita membuka sebuah kapasitor elektrolit bekas dengan menggunakan sebuah pisau tipis, maka didalamnya terlihat 2 buah lapisan tipis.

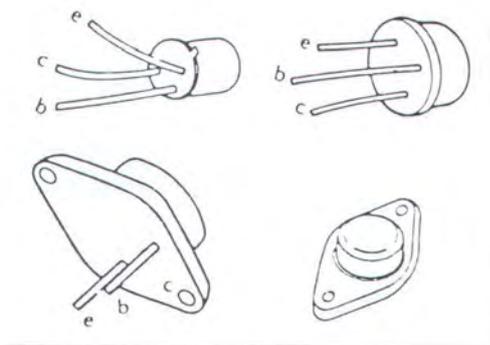
Seperti juga halnya resistor pemasangan kapasitor dalam sebuah rangkaian elektronika mempunyai maksud dan tujuan diataranya :

- Sebagai penghubung / Coupling yang menghubungkan masing-masing bagian dalam rangkaian.

- Memisahkan arus bolak balik dari arus searah.
- Sebagai filter yang dipakai pada rangkaian catu daya.
- Sebagai pembangkit frekwensi dalam rangkaian pemancar.
- Menghilangkan loncatan api dalam rangkaian saklar.
- Menghemat daya listrik dalam rangkaian lampu TL.

#### 2.4. Transistor

Nama transistor berasal dari kata transfer dan resistor yang artinya adalah merubah bahan dari bahan yang tidak dapat menghantar aliran listrik menjadi bahan penghantar atau setengah penghantar (semikonduktor).



Gambar 2.6. Transistor <sup>5)</sup>

Keterangan gambar 2.6 :

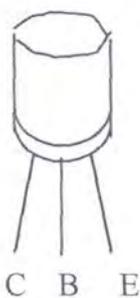
e = Emitor

c = Colector

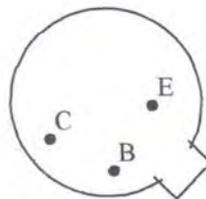
b = Basis

Transistor harus dihubungkan dengan tepat dalam rangkaian, sebab apabila keliru dapat merusak transistor untuk memastikan kaki-kaki transistor yaitu collector, emitor, basis maka perlu dilihat dari sisi bawahnya. Simbol diagram rangkaian dari transistor beserta pandangan dari sisi bawahnya dipakai untuk menentukan kaki-kaki transistor.

Apabila pada sisi bawahnya tidak tertera yang mana basis, emitor serta collector maka untuk menentukannya yaitu dengan menggunakan multimeter. Pada gambar dibawah ini salah satu transistor yang dapat ditentukan antara basis, emitor, collector tanpa menggunakan multimeter. Walaupun demikian untuk lebih yakin dalam pemasangan transistor tersebut lebih baik kita periksa ulang antara kaki-kaki tersebut dengan multimeter.



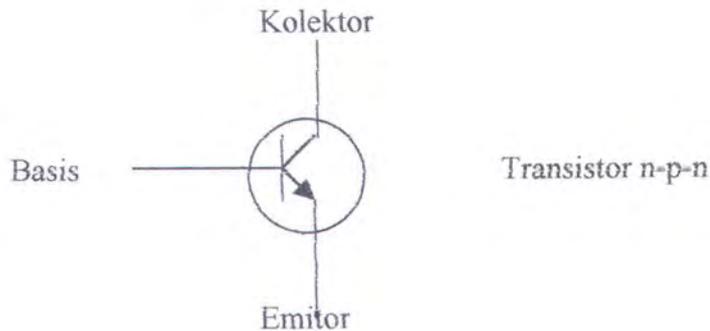
Gambar 2.7. (a) Transistor



(b). Sisi bawah transistor <sup>5)</sup>

Gambar 2.8. menunjukkan situasi simbol diagram rangkaian dari transistor. Tidak semua transistor memiliki sisi bawah seperti ini, karena letak kaki emitor, collector dan basis bervariasi dari satu transistor yang satu dengan transistor yang lain.

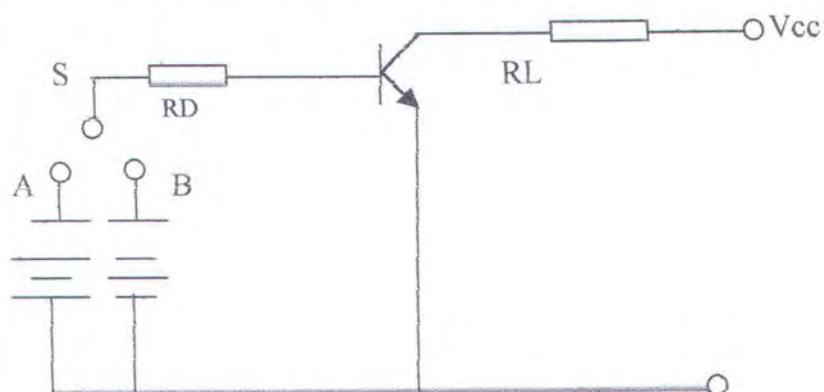
Gambar dibawah adalah gambar simbol diagram rangkaian untuk jenis transistor NPN. Arus masuk transistor lewat kaki kolektor dan keluar lewat kaki emitor. Arus yang lewat transistor ini diatur hubungannya pada kaki basis.



Gambar 2.8. Simbol Diagram Transistor <sup>4)</sup>

Pada umumnya transistor mempunyai sifat dapat membuka dan menutup. Adapun maksud dari membuka dan menutup disini artinya transistor pada keadaan sturasi dan pada keadaan cut off. Oleh karena itu transistor dapat digunakan sebagai saklar pengganti saklar mekanik.

Untuk memahami pengertian saklar dari transistor ini dapat diperhatikan seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2.9. Transistor sebagai saklar <sup>6)</sup>

Keterangan gambar 2.9.:

S = Saklar A = Kutub negatif baterai

B = Kutub positif baterai

R = Resistor

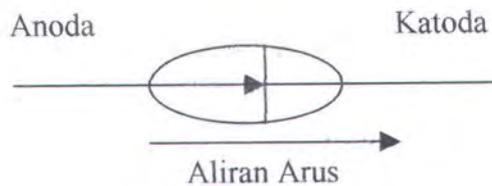
Dari gambar diatas dapat kita lihat pada saklar S pada posisi A, maka transistor diberi tegangan reverse yaitu tutup negatif baterai A dihubungkan ke basis transistor. Dengan demikian transistor tidak menghantar, sehingga transistor dikatakan pada keadaan cut off.

Sekarang jika posisi saklar S dipindahkan dari posisi A ke posisi B, maka transistor akan menghantar karena basis dari transistor diberi tegangan forward atau positif batterai diberikan ke basis transistor sehingga transistor pada keadaan saturasi. Jadi dengan pemberian tegangan dengan arah maju (tegangan forward) dan tegangan arah balik (tegangan reverse) tersebut dapat disimpulkan bahwa transistor dapat bekerja atau berfungsi sebagai saklar.

## 2.5. Dioda

Dioda modern dibuat dari bahan semi konduktor. Pada mulanya dioda dibuat dari bahan germanium karena bahan ini lebih mudah dipakai untuk memurnikan bahan dasar bila dibandingkan dengan silikon. Namun semua peralatan germanium mengalami kelemahan, yaitu akan rusak bila suhu naik setelah mencapai tingkat yang dibutuhkan, peralatan silikon mulai muncul. Sekarang pasaran semi konduktor diskrip benar-benar dikuasai oleh

silikon. Dioda merupakan alat dengan dua terminal dan terbentuk dengan dua jenis semikonduktor (silikon jenis N dan jenis P) yang tersambung. Alat ini mampu dilalui oleh arus secara relatif mudah dalam satu arah, tetapi akan sukar dalam arah sebaliknya.



Gambar 2.10 Simbol sirkuit untuk dioda <sup>6)</sup>

Dioda dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran serta amat berguna. Beberapa bentuk umum terlihat pada gambar 2.11. Perhatikanlah tanda pita pada ujung katoda dalam gambar pertama dan dioda berbentuk peluru yang menunjuk ke arah aliran arus.

Apabila sebuah dioda dipasang pada suatu rangkaian, maka akan terjadi periode positif dari tegangan input akan memberikan bias forward pada dioda sehingga dioda akan konduksi selama setengah periode positif, tetapi untuk periode negatif, diode dibias reverse kecil yang mengalir.

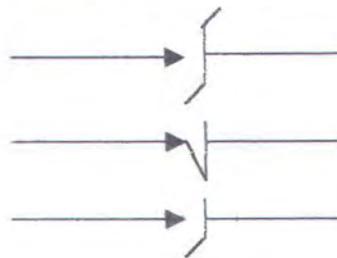
Dioda yang dibias forward konduksinya baik sedang yang dibias reverse kondisinya jelek. Jika arus konvensional searah dengan anak panah dioda artinya dioda bias forward sedangkan bila arus konvensional berlawanan arah dengan anak panah dioda dibias reverse.

Dioda yang lebih besar yang mampu untuk daya yang lebih besar, dapat dibuat dengan suatu knop sebagai salah satu terminalnya. Oleh karena itu, dioda dapat dihubungkan langsung ke alat penyerap panas. Karena terdapat berbagai cara untuk memasang dioda, kadang-kadang katoda seluruh dioda dan anoda dari dioda lain bersama-sama dihubungkan ke sebuah penyerap panas. Dengan begitu terbentuklah jenis knop katoda dan anoda. Bila simbol tidak terlihat ujilah dioda itu untuk memastikan jenisnya sebelum terpasang dalam sirkuit.



Gambar 2.11. Beberapa bentuk Dioda umum <sup>5)</sup>

Dioda zener adalah dioda silikon yang bekerja pada reverse bias yang didaerah breakdown. Dioda zener ini bertugas sebagai alat penstabil tegangan atau alat stabilisator yang bertegangan konstan walaupun arusnya berubah-ubah sampai batas tertentu. Beberapa simbol dioda zener dapat dilihat seperti gambar dibawah ini :

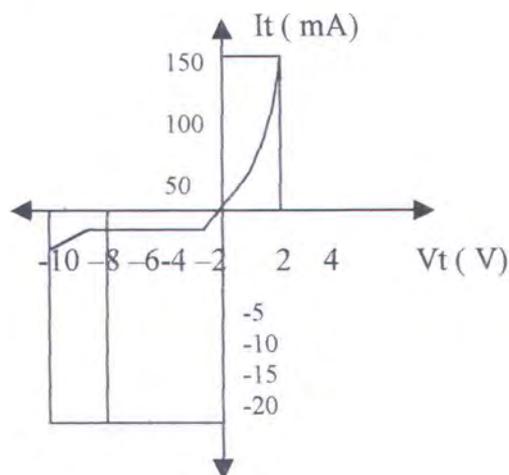


Gambar 2.12. Beberapa simbol dioda zener <sup>4)</sup>

Dioda zener diberi nama sesuai dengan penemunya. Pengaruhnya terbatas hanya sampai dioda 6V, dioda ini mempunyai karakteristik normal, yaitu dilalui oleh arus seperti dioda biasa kalau dibiaskan secara forward bias. Jika dibiaskan secara terbalik, dioda akan bekerja dengan cara yang sama, tetapi turun secara drastis dengan mendadak pada saat tegangan zener tercapai.

Perbedaan antara penurunan drastis ini dengan penurunan pada dioda normal bahwa pada dioda ini akan bertahan jika arus terbalik tadi dibatasi oleh tahanan eksternal sampai kurang dari suatu batas ukuran yang telah ditetapkan. Karakteristik dioda zener yang baik hampir membentuk sudut siku-siku karena tegangannya konstan hal ini menjadikannya berguna sebagai dioda referensi.

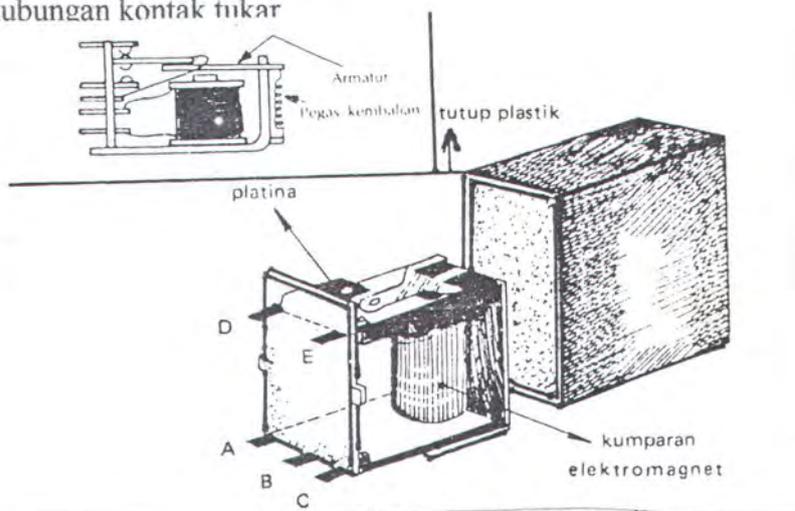
Untuk lebih jelasnya, karakteristiknya dapat dilihat pada gambar berikut dibawah ini :



Gambar 2.13. Karakteristik Dioda Zener <sup>4)</sup>

## 2.6. Relay

Salah satu komponen yang banyak dipergunakan dalam rangkaian modern seperti sekarang ini adalah komponen yang disebut relay. Relay adalah jenis saklar atau switch yang dapat bekerja secara otomatis dengan menggunakan aliran listrik. Fungsi dari relay adalah untuk menghubungkan dan memutuskan suatu hubungan rangkaian dan prinsip kerjanya adalah menggunakan sistem elektromagnetis yang berasal dari sebuah kumparan yang berisikan besi lunak. Apabila kumparan diberi muatan listrik maka pada kumparan tersebut akan terjadi medan elektromagnetik yang mengakibatkan ini besi akan menjadi magnet yang menarik lengan amatur atau menggeser hubungan kontak tukar



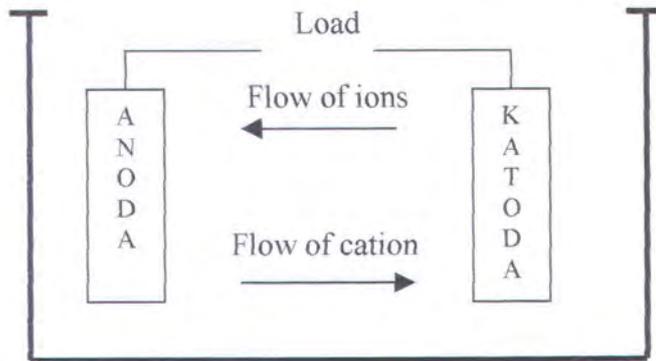
Gambar 2.14. Gambar Relay <sup>1)</sup>

## 2.7. Baterai

### 2.7.1. Prinsip dan reaksi elektrokimia.

Batterai adalah suatu device yang mampu mengubah kimia yang terdapat di dalam bahan aktifnya secara langsung menjadi energi listrik dengan jalan reaksi elektrokimia.

Terjadinya elektro kimia pada baterai bisa dilihat seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.15. Operasi kimia <sup>5)</sup>

Pada gambar diatas bagian baterai terdiri atas :

Elektro negatif (Anoda) :komponen yang mampu memberikan elektron pada saat baterai dioksidasi selama proses reaksi.

Elektro positif (Katoda) : Merupakan komonen yang mampu menerima elektron operasinya sebagai berikut :

Elektron yang mengaloi pemindahan yang terjadi dalam tangkaiian luasr. Aliran dari elektron ini diperokeh dengan cara menghubungkan kedua terminal melalui suatu beban. Didalam cairan elektrolit mengalir elektron-elektron sebagai caian tersebut berasyik sebagai ionis.

Baterai dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu :

#### 1. Baterai Primer

Baterai primer adalah baterai yang sangat sulit sekali bila diisi secara listrik setelah isinya habis terpakai.

## 2. Baterai sekunder

Baterai yang dapat diisi secara elektrik setelah isinya habis terpakai (kosong). Cara pengisian ini dilaksanakan dengan cara mengalirkan arus DC kedalam baterai dengan arah yang berlawanan dengan arah arus pengosongan. Baterai ini merupakan suatu device yang bisa menyimpan energi listrik yang biasanya dikenal dengan sebagai accumulator.

### 2.7.2. Karakteristik baterai

Baterai mempunyai elemen yang disebut sebagai sel. Sel ini dapat digunakan atau dikelompokkan secara seri, paralel dan seri paralel. Akan tetapi sistem penyambungan yang sering dipakai adalah secara seri, karena untuk mendapatkan tegangan output yang cukup besar, selain itu juga tergantung dari bahan yang dipakai.

### 2.7.3. Kapasitas dan Rating Arus.

Baterai mempunyai rating arus dalam arti untuk mengetahui berapa besar arus discharge yang biasanya dikeluarkan secara kontinue selama selang waktu tertentu dengan tegangan out put tetap dipertahankan diatas level minimum. Kapasitas baterai dinyatakan dalam Ah (ampere hour) sehingga untuk pemakaiannya hanya sebentar.

Untuk mencegah jangan sampai baterai rusak karena panas yang berlebihan, maka dalam hal ini kita harus mengetahui rating arus maksimumnya.

Persamaan umumnya adalah :

$$C = A \cdot h \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

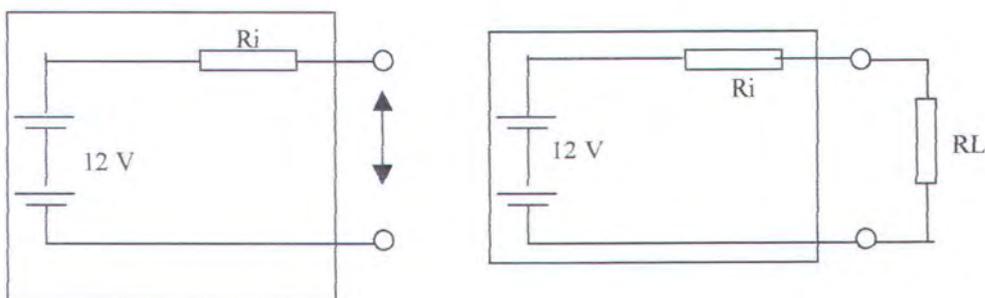
Dimana :

C = Kapasitas baterai (Ah)

A = Ampere

H = Hour

Resistensi dalam suatu baterai sangat perlu diketahui karena mempengaruhi tegangan terhadap beban. Resistensi dapat diukur dengan mengukur drop tegangan pada beban, seperti pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.16 Rangkaian Percobaan <sup>5)</sup>

Maka didapat persamaan :

$$V_{ri} = V_{\text{baterai}} - V_b \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

$$R_i = V_{ri} / Ah \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :  $V_{\text{baterai}}$  = Drop tegangan baterai (Volt )

$R_i$  = Tahanan dalam ( ohm )

$V_{tb}$  = Tegangan pengukuran tanpa beban (volt )

$V_b$  = Tegangan pengukuran berbeban (volt)

$R_l$  = Beban (ohm)

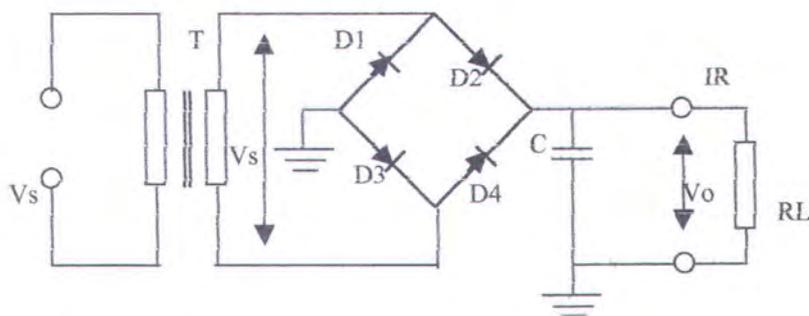
Untuk memperoleh kemampuan kerja yang baik harus kerja pada temperatur  $20^{\circ}\text{C}$  dan  $40^{\circ}\text{C}$  sebab temperatur yang lebih tinggi akan menyebabkan penurunan mutu reaksi kimia, yang akan mengakibatkan kerugian pada kapasitas baterai.

## 2.8. Rectifier (Penyearah)

Penyearah mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC, ini merupakan pemakaian dioda yang paling sederhana dan penting. Apabila dioda dianggap sebagai konduktor satu arah, maka tidak mendapatkan kesulitan dalam memahami cara kerja suatu rangkaian. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar rangkaian penyearah sistem jembatan dibawah ini. Dimana memperlihatkan output yang memakai bentuk gelombang input seluruhnya.

$$V_{dc} = 2 \cdot V_p / \pi \quad \dots\dots\dots(2.11)$$

$$\text{Dimana : } V_p = \sqrt{2} \cdot V \quad \dots\dots\dots(2.12)$$



Gambar 2.17 Penyearah jembatan dioda dengan penapis masukan kapasitor. <sup>4)</sup>

Dari rangkaian diatas kita dapat memulai membuat suatu penyearah rangkap dengan jembatan dioda. Namun sebelum itu kita perlu mengetahui harga  $V$  efektif, harga  $V$  puncak dan daya dari bahan yang akan dibuat. Untuk semua hal itu, kita dapat melihat rumus seperti dibawah ini :

Tegangan keluaran searah ,  $V_o$  :

$$V_o = 1,3 V_s \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

Travo : tegangan sekunder ,  $V_s$

$$V_s = V_o / 1,3 \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

Arus beban,  $I_r$  :

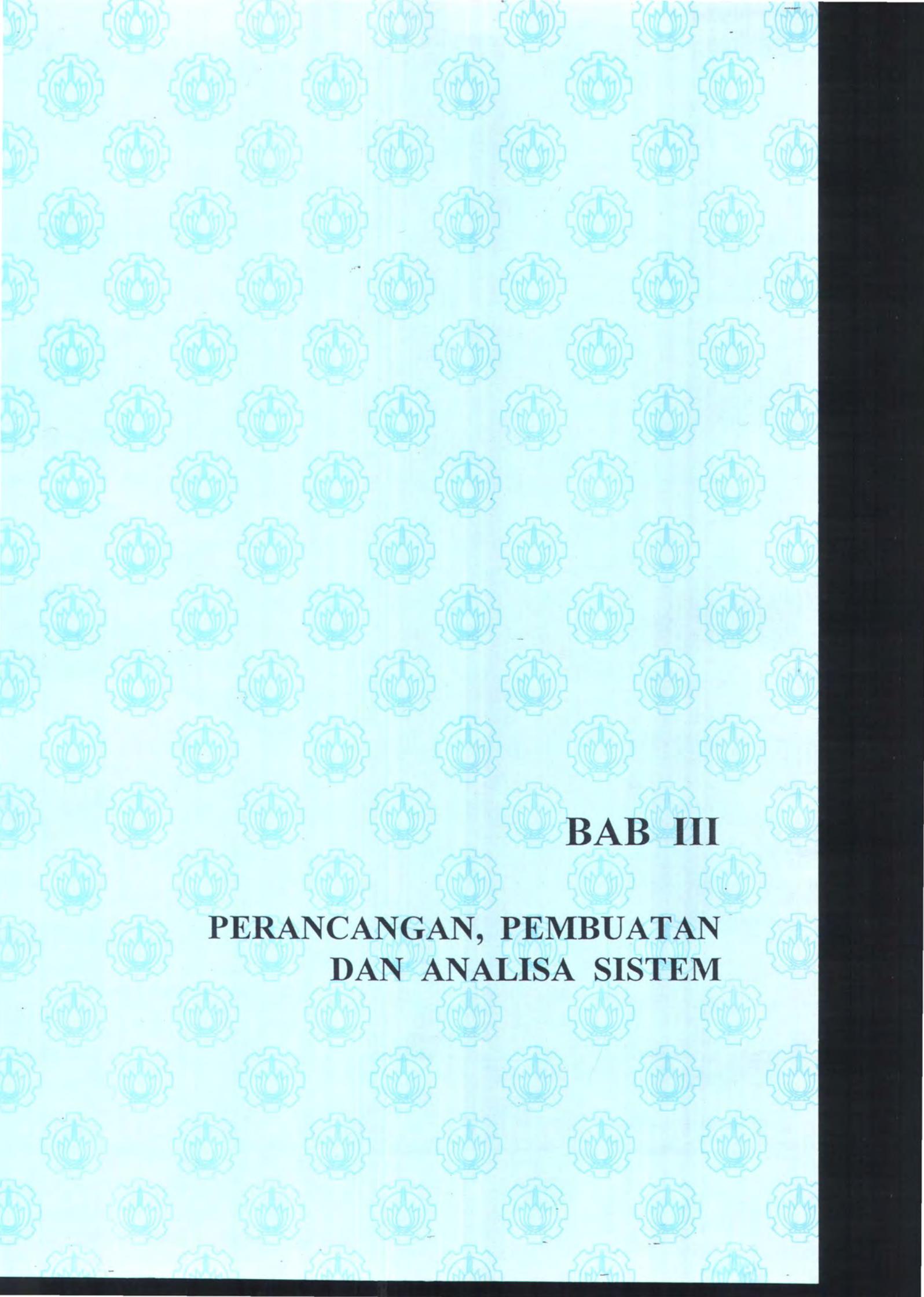
$$I_r = V_r / R_1 \quad \dots\dots\dots(2.15)$$

Penyearah dengan sistem jembatan ini paling banyak digunakan sebagai sumber daya untuk rangkaian-rangkaian elektronik. Adapun cara kerja dari rangkaian penyearah tersebut sewaktu ujung gulungan primer dimasukkan gelombang yang berbentuk sinus. Kemudian tegangan primer menginduksi pada gulungan sekunder sehingga pada kumparan sekunder, gelombang outputnya adalah berbentuk sinus.

Pada waktu setengah gelombang positif yang pertama maka arus yang mengalir dari  $V-D_1-R_1-D_3$  dan kembali ke  $W$  ( arus anoda  $I_1$ ) sedangkan pada waktu setengah gelombang negatif yang pertama maka arus mengalir dari  $W-D_4-R_1$  dan  $D_2$ . Dari cara kerja dioda sistem jembatan diatas maka dikatakan penyearah jembatan sebagai penyearah gelombang penuh tanpa memakai center tap pada kumparan sekundernya.

## 2.9. Inverter

Inverter adalah suatu rangkaian yang mengubah tegangan DC menjadi AC. Kerja dari sebuah inverter adalah seperti sebuah flip-flop dimana keluaran dari flip-flop mempunyai keadaan yang saling bergantian. Bagian dari rangkaian inverter yang terpenting adalah bagian pembangkit signal yang berfungsi sebagai pembangkit signal bolak-balik yang kemudian diperlukan sebuah penguat untuk menguatkan signal tegangan yang menuju transformator.



**BAB III**  
**PERANCANGAN, PEMBUATAN**  
**DAN ANALISA SISTEM**

## BAB III

### PERANCANGAN PEMBUATAN DAN ANALISA SISTEM

#### 3.1. Perancangan dan Pembuatan Alat

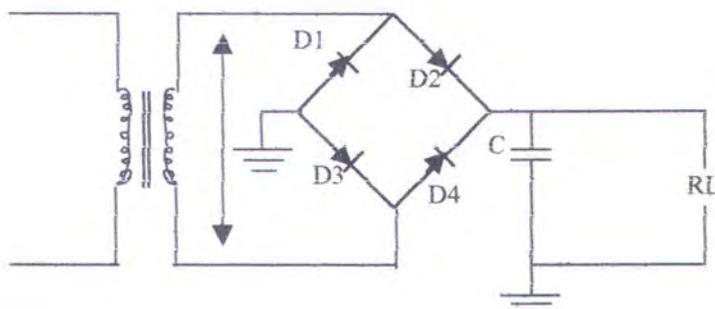
Untuk mempermudah perancangan alat maka perlu dijelaskan dari masing-masing blok rangkaian dari diagram blok rangkaian dibawah ini.



Gambar 3.1. Blok diagram rangkaian

##### 3.1.1. Rangkaian Catu Daya

Suatu pesawat elektronika memiliki catu daya yang berbeda-beda tergantung dari besarnya daya yang dibutuhkan oleh pesawat elektronika itu sendiri. Rangkaian catu daya yang dipakai adalah sesuai dengan gambar dibawah ini.

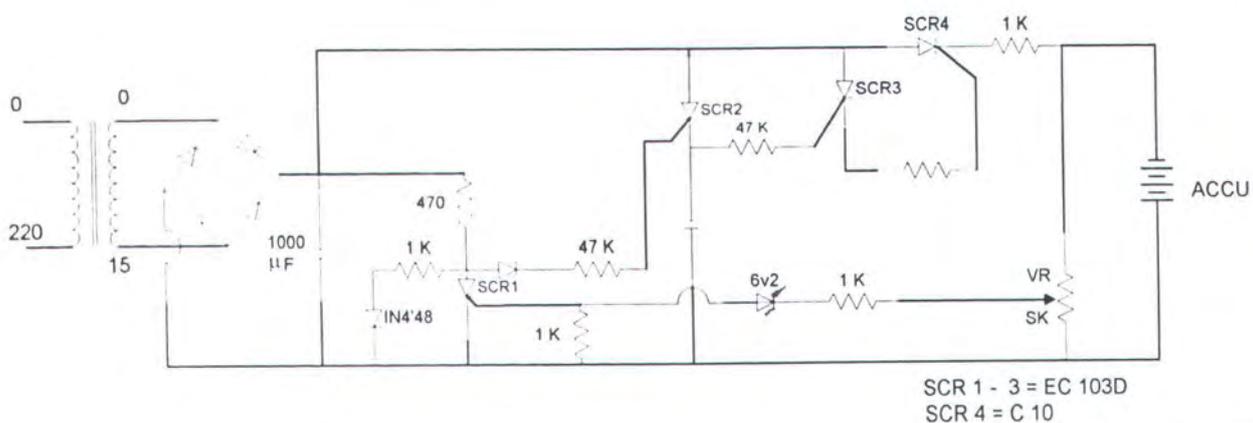


Gambar 3.2. Rangkaian Catu Daya<sup>5)</sup>

Penyearah arus terdiri dari dioda, dimana dioda tersebut mempunyai sifat hanya dapat dialiri arus pada satu arah saja. Dengan demikian arus yang dihasilkan menjadi arus searah (DC) dari arus bolak-balik yaitu arus yang dihasilkan oleh pembangkit listrik. Dioda penyearah arus yang dipakai adalah dioda kiprok.

### 3.1.2. Rangkaian Pengisi Baterai.

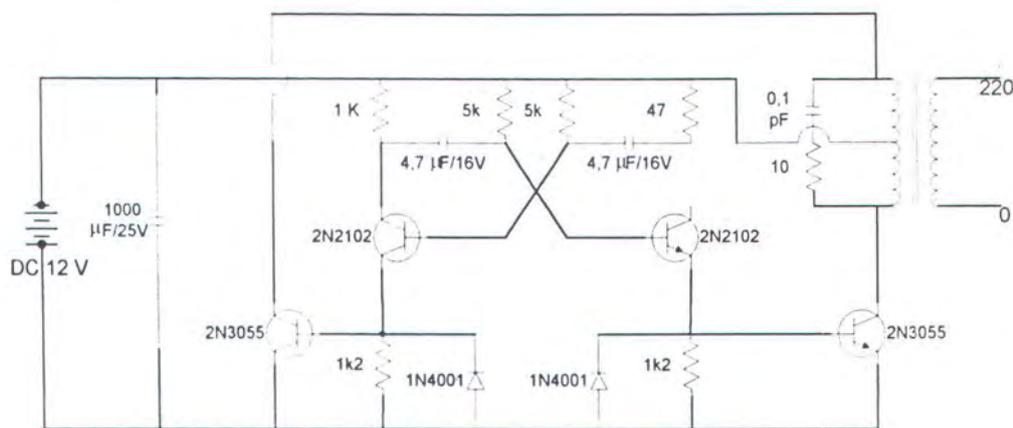
Pada rangkaian ini SCR, berfungsi sebagai pengontrol arus pengisian baterai. Jika tegangan baterai melebihi taraf maksimal yang telah disetel sebelumnya, maka SCR akan menghentikan arus pengisian. Jika tegangan baterai turun setelah dipakai maka SCR akan berfungsi kembali sehingga memungkinkan arus pengisian masuk kembali. Proses pengisian baterai berlangsung pada saat listrik menyala sehingga pada saat tegangan baterai sudah penuh maka arus pengisian secara otomatis akan berhenti.



Gambar 3.3. Rangkaian pengisi baterai<sup>2)</sup>

### 3.1.3. Rangkaian Inverter

Inverter adalah suatu rangkaian yang mengubah tegangan DC menjadi tegangan AC. Bagian terpenting terletak pada bagian yang berfungsi sebagai oscilator. Pada perancangan rangkaian inverter ini digunakan transistor 2N2102 sebagai oscilator dan transistor 2N3055 sebagai penguat tegangan keluaran dari transistor 2N2102.

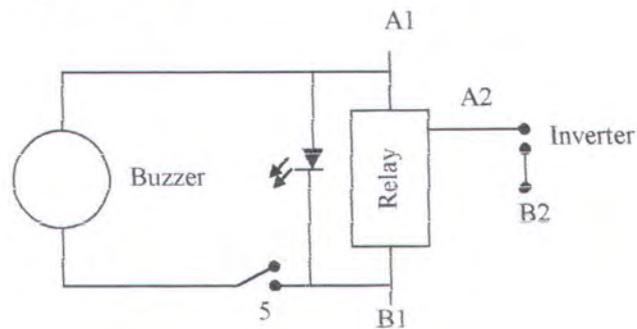


Gambar 3.4. Rangkaian Inverter<sup>2)</sup>

### 3.1.4. Rangkaian Kontrol

Rangkaian kontrol dari alat ini berupa sebuah relay yang dihubungkan dengan accu dan rangkaian inverter dan dilengkapi dengan switch. Apabila listrik padam maka relay akan berfungsi untuk mengalirkan arus dari baterai ke inverter sekaligus membunyikan alarm. Bunyi alarm dapat dimatikan dengan mengubah posisi switch dari keadaan semula. Pada saat listrik kembali hidup relay berfungsi untuk memutuskan

tegangan dari baterai ke inverter sekaligus mengaktifkan fungsi dari rangkaian pengisi baterai.



Gambar 3.5 Rangkaian kontrol<sup>2)</sup>

### 3.2. Analisa Sistem

Dalam perencanaan ini digunakan transformator step down dan step up sebesar 5 A. Fungsi dari transformator step down pada rangkaian adalah untuk menurunkan tegangan AC 220 V menjadi 18 V.

Jadi puncak tegangan sekunder adalah :

$$\begin{aligned}
 V_p &= V_{\text{eff}} \sqrt{2} \\
 &= 18 \cdot \sqrt{2} \\
 &= 25,5 \\
 V_{\text{dc}} &= \frac{2 V_p}{\pi} \\
 &= \frac{2 \cdot 25,5}{3,14} \\
 &= 16,2 \text{ V}
 \end{aligned}$$

dimana :  $V_{\text{dc}}$  = Tegangan rata-rata

$V_p$  = Tegangan puncak

$V_{\text{ef}}$  = Tegangan efektif (tegangan sekunder trafo)

Karena sumber arus searah (DC) diperlukan konstan maka digunakan kapasitor pada rangkaian penyearah sebagai pelapis (filter). Kita ketahui bahwa frekuensi output adalah :

$$\begin{aligned} f_{\text{out}} &= 2 f_{\text{in}} \\ &= 2 \cdot 50 \\ &= 100 \text{ Hz.} \end{aligned}$$

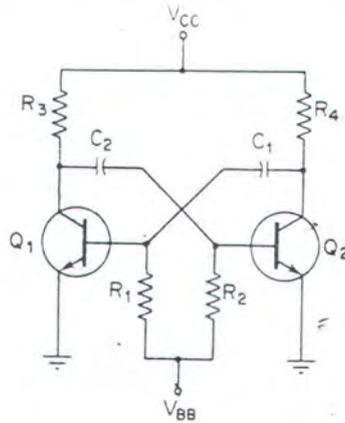
$$\begin{aligned} I_{\text{dc}} &= (V_p - V_{\text{dc}}) / 2 f \cdot C \\ &= (25,5 - 16,2) / 100 \cdot 1000 \cdot 10^{-6} \\ &= 0,93 \text{ A} \end{aligned}$$

Pada proses pengisian baterai kontrol arus pengisian dilakukan oleh SCR. Dengan menggunakan prinsip pembagi tegangan akan dapat menghitung batas tegangan maksimum untuk menjadikan SCR on dan memutuskan arus pengisian ke baterai.

$$\begin{aligned} V_{\text{maksimum}} &= \frac{5 \text{ K} + 1 \text{ K}}{1 \text{ K} + 5 \text{ K} + 1 \text{ K}} V_{\text{cc}} \\ &= \frac{6 \text{ K}}{7 \text{ K}} \cdot 12 \\ &= 10,28 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Dari hasil ini bisa dibandingkan dengan tegangan acuan yang diberikan tegangan Zener sebesar 6,2 volt, maka ketika tegangan lebih kecil dari  $V_{\text{acuan}}$ , operasi akan rendah sehingga SCR bekerja tidak ON. Pada saat tegangan lebih besar dari  $V_{\text{acuan}}$ , 10,2 volt lebih besar dari 6,2 volt operasi akan tinggi sehingga menjadikan SCR ON dan akan memutuskan arus pengisian.

Pada rangkaian inverter terdiri dari rangkaian dari rangkaian pembangkit sinyal dan rangkaian penguat. Rangkaian pembangkit sinyal dan rangkaian penguat. Rangkaian pembangkit sinyal berupa rangkaian Multivibrator tak stabil seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.6. Multivibrator tak stabil <sup>6)</sup>

Untuk mendapatkan spesifikasi dari alat catu daya ini diperlukan pengukuran untuk mengetahui kondisi sebenarnya dari alat. Pengukuran yang diperlukan adalah pengukuran tegangan keluaran dari inverter dengan tegangan masukan dari baterai. Dari hasil pengukuran didapat data-data sebagai berikut :

Analisa kualitatif yang lazim terhadap rangkaian ini dilakukan sebagai berikut : Bila mula-mula daya dimasukkan ke rangkaian, kedua transistor mulai konduksi. Karena perbedaan karakteristik operasi antara keduanya adalah kecil, salah satu transistor akan mengkonduksi sedikit lebih cepat dari yang lain. Ini memulai sederetan kejadian. Misalkan bahwa  $Q_1$  mula-mula mengkonduksilebih dulu dari  $Q_2$ . Ini berarti bahwa tegangan

kolektor dari  $Q_1$  (yaitu  $e_{c1}$ ) turun lebih cepat dari tegangan kolektor  $Q_2$  (yaitu  $e_{c2}$ ). Penurunan dalam  $e_{c1}$  dihubungkan ke jaringan  $R_2C_2$ , dan karena muatan pada  $C_2$  tidak dapat berubah secara seketika, perubahan penuh menuju negatif terjadi pada  $R_2$ . Ini mengurangi arus maju (forward bias) pada  $Q_2$  yang pada gilirannya menurunkan arus kolektor  $Q_2$  (yaitu  $e_{c2}$ ), dan menyebabkan kenaikan pada tegangan kolektor  $Q_2$ . Kenaikan dalam tegangan kolektor  $Q_2$  ini dihubungkan menyalur jaringan  $R_1C_1$  menuju basis  $Q_1$ , memperbesar arus majunya. Dengan demikian,  $Q_1$  mengonduksi malah lebih berat dan tegangan kolektornya turun masih lebih cepat. Perubahan yang menuju negatif ini digandengkan ke basis  $Q_2$  yang selanjutnya menurunkan arus kolektornya. Proses keseluruhan adalah kumulatif sampai  $Q_2$  dihentikan (cut off) seluruhnya dan  $Q_1$  mengonduksi secara berat (bawah).

Dengan  $Q_2$  cut-off, tegangan kolektornya praktis sama dengan tegangan suplai  $V_{cc}$  dan kapasitor  $C_1$  mengisi dengan cepat menuju  $V_{cc}$  melalui lintasan yang tahannya rendah dari emitter menuju basis transistor pembuat konduksi ( $Q_1$ ). Bila tindakan rangkaian membuat  $Q_1$  bekerja penuh, potensial kolektornya turun mendekati 0 V, dan karena muatan pada  $C_2$  tidak bisa berubah seketika, basis  $Q_2$  berada pada potensial  $V_{cc}$ , mengemudikan  $Q_2$  lebih jauh menuju cut-off.

Sekarang tindakan penyakelaran dimulai  $C_2$  mulai mengosongkan muatan secara eksponensial melalui  $R_2$ . Bila muatan pada  $C_2$  mencapai 0 V,  $C_2$  berusaha mengisi sampai nilai  $+V_{BB}$  yaitu tegangan suplai bagi basis.

Tetapi tindakan ini secara cepat menempatkan suatu catu maju pada  $Q_2$  dan transistor ini mulai konduksi. Begitu  $Q_2$  mulai konduksi, arus kolektornya menyebabkan penurunan tegangan kolektor  $e_{c2}$ . Perubahan yang menuju negatif ini digandengkan terhadap basis  $Q_1$  yang mulai mengkonduksi lebih pelan, yakni dia keluar dari satu rasi. Tindakan kumulatif ini berulang sampai akhirnya  $Q_1$  menjadi "cut-off" dan  $Q_2$  memproduksi secara berat. Pada saat ini, tegangan kolektor dari  $Q_1$  mencapai nilai maksimalnya sebesar  $V_{cc}$ . Kapasitor  $C_2$  mengisi ke nilai penuh sebesar  $V_{cc}$ , dan siklus operasi lengkap telah selesai.

Evaluasi analitik dari operasi rangkaian dilakukan sebagai berikut :  
selama periode konduksi, tegangan kolektor dari  $Q_1$  adalah,

$$e_{c1} = V_{cc} (1 - e^{-t/\tau_3}) \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

dimana  $\tau_3 = R_3 C_2$

Bila  $Q_1$  dibuat bekerja, tegangan kolektornya berada pada potensial tanah dan tegangan basis  $Q_2$  menjadi  $-V_{cc}$  dibandingkan terhadap tanah. Kenaikan berikutnya pada tegangan basis  $Q_2$  melalui rangkaian pengisi  $R_2 C_2$  dinyatakan oleh

$$e_{b2} = (V_{BB} + V_{CC}) (1 - e^{-t/\tau_2}) - V_{CC} \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

dimana  $\tau_2 = R_2 C_2$

$Q_2$  tetap cut off sampai  $e_{c2}$  mencapai nilai 0 V (melalui pendekatan yang baik) dan selang waktu tidak bekerja (off) dari  $Q_2$  yaitu  $T_2$  dapat ditentukan dengan membuat  $e_{b2}$  dalam persamaan (3.2) menjadi nol dan menyelesaikannya untuk  $t_1$ , sehingga diperoleh

$$0 = (V_{BB} + V_{CC}) (1 - e^{-t/\tau_2}) - V_{CC} \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

atau 
$$T_2 = \tau_2 \ln\left(\frac{V_{BB}}{V_{BB} + V_{CC}}\right) \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

Dengan cara sama, bila  $Q_2$  tidak bekerja (off) dan  $Q_1$  berada di dasar, tegangan kolektor dari  $Q_2$  dapat dinyatakan oleh

$$e_{c2} = V_{CC} (1 - e^{-t/\tau_4}) \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

dimana  $\tau_4 = R_4 C_1$

Bila sekarang  $Q_2$  dibuat bekerja (on), tegangan kolektornya turun menjadi 0 V dan tegangan basis  $Q_1$  diberikan oleh

$$e_{b1} = (V_{BB} + V_{CC}) (1 - e^{-t/\tau_1}) \quad \dots\dots\dots (3.6)$$

dimana  $\tau_1 = R_1 C_1$

Selesaikan untuk interval waktu "off"  $T_1$  dari  $Q_1$  dengan membuat  $e_{b1}$  dalam persamaan (3.6) sama dengan nol, diperoleh

$$0 = (V_{BB} + V_{CC}) (1 - e^{-t/\tau_1}) - V_{CC} \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

atau 
$$T_1 = \tau_1 \ln\left(\frac{V_{BB}}{V_{BB} + V_{CC}}\right) \quad \dots\dots\dots (3.8)$$

Perioda total osilasi menjadi  $\rightarrow T = T_1 + T_2 \quad \dots\dots\dots (3.9)$

Dari persamaan di atas dapat diketahui perioda total osilasi :

$$\begin{aligned} T_1 &= \tau_1 \ln\left(\frac{V_{BB}}{V_{BB} + V_{CC}}\right) \\ &= 5 \cdot 10^3 \cdot 4,7 \cdot 10^{-6} \ln\left(\frac{12}{12+12}\right) \\ &= 16,3 \cdot 10^{-3} \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_2 &= \tau_2 \ln\left(\frac{V_{BB}}{V_{BB} + V_{CC}}\right) \\
 &= 5 \cdot 10^3 \cdot 4,7 \cdot 10^{-6} \ln\left(\frac{12}{12+12}\right) \\
 &= 16,3 \cdot 10^{-3} \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$T = T_1 + T_2$$

$$T = 32,6 \cdot 10^{-3} \text{ detik}$$

Jadi frekuensi yang dihasilkan adalah :

$$\begin{aligned}
 f &= \frac{1}{T} \\
 &= \frac{1}{32,6 \cdot 10^{-3}} \\
 &= 30,7 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

Pada transistor 2 N 3055 adalah berfungsi sebagai penguat yang mempunyai penguatan frekuensi sebesar 1,8.

Jadi frekuensi yang dihasilkan rangkaian inverter adalah

$$\begin{aligned}
 f_{\text{out}} &= 1,8 f_{\text{in}} \\
 &= 1,8 \cdot 30 \cdot 7 \\
 &= 55,26 \text{ Hz}
 \end{aligned}$$

Dari pengukuran tegangan keluaran rangkaian inverter yang telah dilakukan dimana beban maksimum sebesar 50 VA dan kondisi baterai dalam keadaan maksimum diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil pengukuran tegangan keluaran

No.	Vin DC (Volt)	Vout AC (Volt)									
		1	12,4	280	282	280	281	280	280	281	283
2	12	270	270	271	270	271	270	270	271	270	270
3	11,5	260	262	262	261	260	260	260	260	260	260
4	11	250	250	249	250	250	251	251	251	250	250
5	9	215	217	216	215	215	216	216	216	216	215

Dari data diatas dapat diperoleh ralat mutlak ralat nisbi dan keseksamaan dari data pengukuran sebagai contoh digunakan data percobaan pertama seperti dibawah ini.

- Ralat Mutlak  $\Delta = \sqrt{\frac{\sum (i - \bar{i})^2}{n(n-1)}}$
- Ralat Nisbi  $I = \frac{\Delta}{\bar{i}} \times 100 \%$
- Keseksamaan  $= 100 \% - I$

Tabel 5. Perhitungan Data Percobaan Pertama

No.	I	$i - \bar{i}$	$(i - \bar{i})^2$
1.	280	- 0,8	0,64
2.	282	- 2,8	7,84
3.	280	- 0,8	0,64
4.	281	- 1,8	3,24
5.	280	- 0,8	0,64
6.	280	- 0,8	0,64
7.	281	- 1,8	3,24
8.	283	- 3,8	14,44
9.	281	- 1,8	3,24
10.	280	- 0,8	0,64
	$\bar{i} = 280,8$		$\sum (i - \bar{i})^2 = 35,2$

Jadi

- Ralat Mutlak  $= \sqrt{\frac{35,2}{90}}$   
 $= 0,625$
- Ralat Nisbi I  $= \frac{0,625}{280,8} \times 100 \%$   
 $= 0,23 \%$
- Keseksamaann  $= 100 \% - 0,23 \% = 99,87 \%$

Setelah melakukan perhitungan dari data pengukuran maka data hasil perhitungan untuk semua data dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil ralat dan keseksamaan dari data pengukuran.

Vin DC(volt)	12,4	12	11,5	11	9
Vout rata-rata AC(volt)	280,8	270,4	260,5	250,2	215,6
$\Delta$	0,625	0,312	0,428	0,258	0,457
I %	0,23	0,012	0,016	0,01	0,02
K %	99,77	99,98	99,98	99,99	99,98

Untuk menghitung akurasi dan tegangan keluaran digunakan persamaan sebagai berikut :

- Akurasi berdasarkan percobaan

$$\text{Akurasi \%} = \frac{V_{rm} - V_r}{V_a} \times 100 \%$$

$V_{rm}$  = Menunjukkan maksimum atau minimum

$V_r$  = Harga rata-rata pengukuran

$V_a$  = Harga sebenarnya

$$- \text{Kesalahan} = V_{\text{rm}} - V_r$$

Dengan menggunakan persamaan diatas didapatkan hasil perhitungan akurasi seperti pada tabel 7.

Tabel 7. Tabel hasil perhitungan akurasi

Vin DC (volt)	Data Pengukuran (V out AC) (volt)			Kesalahan	Akurasi
	Max	Min	Rata-rata		
12,4	283	280	280,8	2,2	1
12	271	270	270,4	0,6	0,27
11,5	262	260	260,5	1,5	0,68
11	251	249	250,2	0,8	0,36
9	217	215	215,6	2,6	1,1

Dari data-data yang didapatkan dapat dilihat bahwa tegangan keluaran melebihi tegangan yang diharapkan pada tegangan 220 V. Hal ini sesuai dengan keadaan dimana pada umumnya rangkaian inverter keluaran tegangan melebihi pada keadaan keluaran dari transformator.

Tegangan keluaran juga dipengaruhi oleh tegangan masukan dan baterai dimana tegangan keluaran ikut turun pada saat tegangan lanjut dari baterai juga turun.

Untuk perhitungan kemampuan alat ini dalam memikul beban maksimum adalah sebagai berikut :

$$\text{Beban maksimum} = 50 \text{ VA}$$

$$\text{Tegangan out put} = 220 \text{ V}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan maksimum (Vp) output} &= V_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2} \\ &= 12 \cdot \sqrt{2} \\ &= 16,97 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{\text{maksimum out put}} &= \frac{P}{V} \\
 &= \frac{50}{16,97} \\
 &= 2,95 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$I_p (\text{maks}) = 2,95 \text{ A}$$

$$\begin{aligned}
 I_{DC} &= \frac{2 \cdot i_p}{\pi} \\
 &= \frac{2 \cdot 2,95}{3,14} \\
 &= 1,9
 \end{aligned}$$

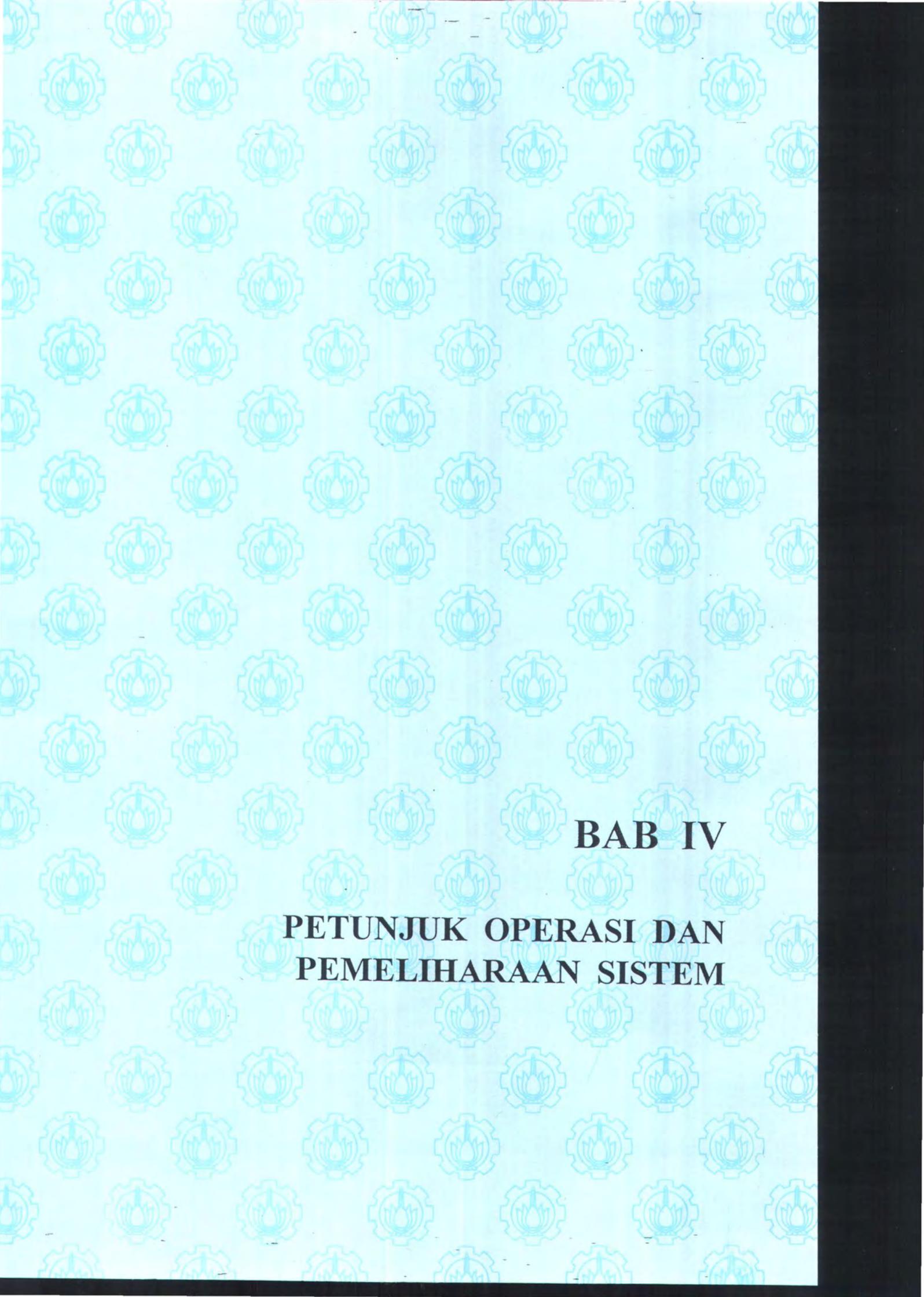
Batterai yang digunakan adalah 15 AH

Adapun maksud dari AH adalah menyatakan kemampuan kapasitas accu, yang artinya adalah accu akan habis selama satu jam bila digunakan sebesar 15 A selama kontinue.

Jadi kemampuan alat ini dalam memikul beban maksimum adalah

$$\frac{AH}{I_{dc}} = \frac{15}{1,9} = 7,8 \text{ jam}$$

Dari pengukuran data yang telah dilakukan pada lampiran 7 bahwa kemampuan alat untuk bekerja maksimum adalah selama 3,3 jam, sedangkan pada perhitungan diketahui bahwa kemampuan alat untuk memikul beban maksimum adalah selama 7,8 jam. Hal ini dimungkinkan karena adanya kehilangan daya pada saat rangkaian bekerja dan kondisi baterai kurang baik.



**BAB IV**

**PETUNJUK OPERASI DAN  
PEMELIHARAAN SISTEM**

## BAB IV

### PETUNJUK OPERASI DAN PEMELIHARAAN SISTEM

#### 4.1. Petunjuk Operasi

Alat ini digunakan pada saat terjadi pemadaman listrik. Jadi pada saat listrik menyala alat ini hanya berfungsi sebagai pengisi baterai. Operasi alat dimulai dari tegangan PLN yang masuk pada transformator dengan tegangan 220 V menjadi 18 V.

Tegangan 18 V masuk pada rangkaian penyearah yang terdiri dari dioda kiprok dan kapasitor sebagai penapis gelombang penuh. Kemudian tegangan dari penyearah masuk pada rangkaian pengisi baterai dengan arus maksimum pengisian adalah 0,2 A.

Arus pengisian baterai akan berhenti pada saat tegangan dari baterai sudah penuh. Pengisian baterai diatur oleh SCR. Jadi pada saat tegangan baterai melebihi batas maksimum yang telah ditentukan sebelumnya, SCR akan menghentikan arus pengisian. Jika tegangan baterai turun maka SCR akan berfungsi kembali sehingga memungkinkan arus pengisian masuk kembali.

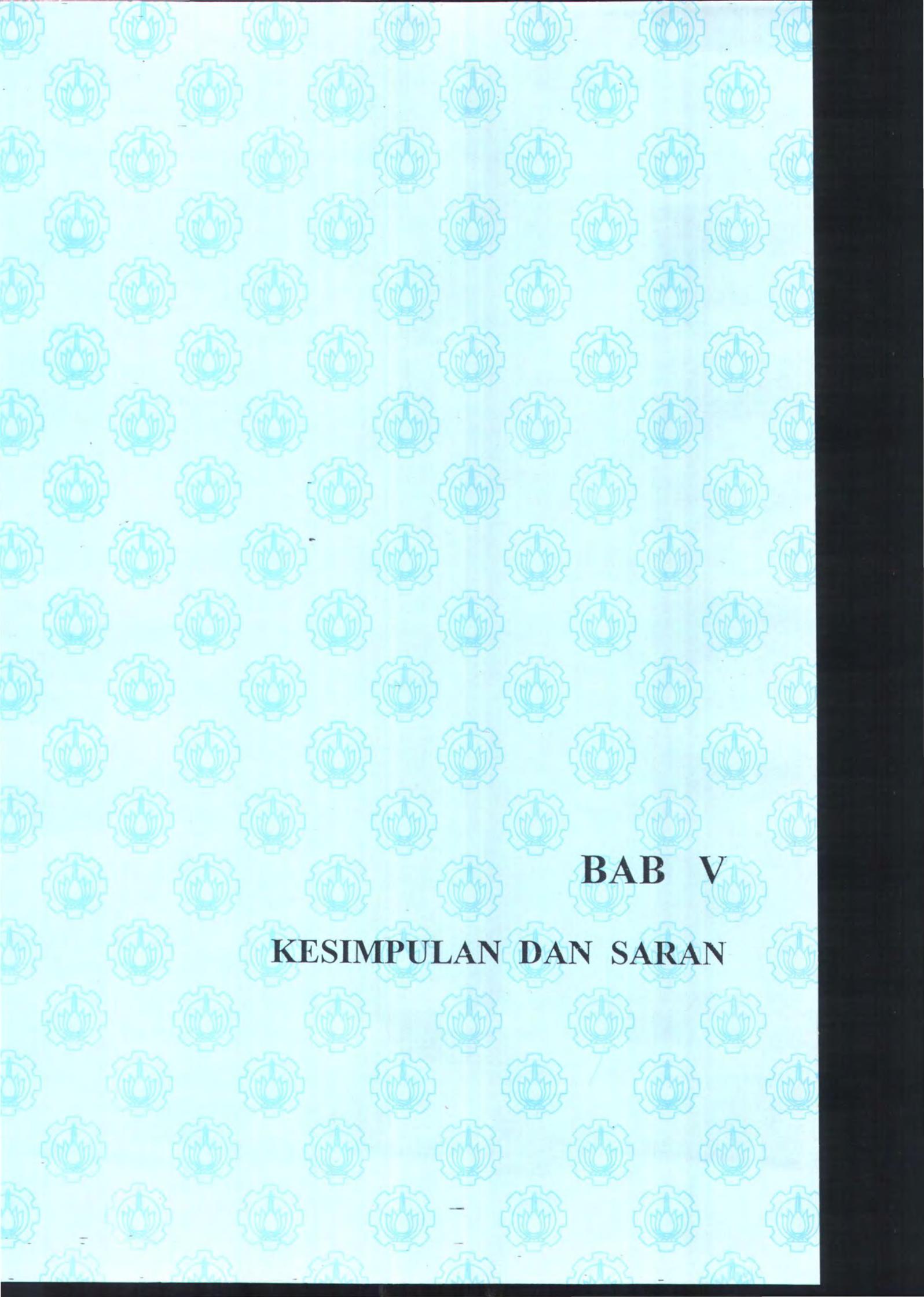
Pada saat terjadi pemadaman listrik relay akan berfungsi sehingga akan memunyikan alarm yang menandakan terjadinya pemadaman listrik. Alarm dapat dimatikan dengan mengubah posisi switch dari posisi semula. Pada saat terjadi pemadaman listrik ini, baterai akan berfungsi sehingga mengalirkan tegangan 12 V pada rangkaian inverter.

Pada rangkaian inverter yang berfungsi sebagai pembangkit signal / oscilator adalah transistor 2N2102 yang kemudian dilewatkan pada transistor 2N3055 sebagai penguat signal yang akan masuk pada transformator step up dari 12 V menjadi 220 V. Apabila tegangan dari PLN sudah menyala alarm tanda listrik sudah menyala, alarm dimatikan dengan mengubah posisi switch pada posisi sebelumnya.

#### 4.2. Pemeliharaan Sistem

Dalam pemakaian alat ini perlu diperhatikan beberapa hal yang bisa membuat operasi alat tidak maksimal. Hal-hal yang perlu diperhatikan diantaranya adalah sebagai berikut :

- Penurunan tegangan keluaran dari inverter yang disebabkan oleh tegangan masukan yang turun sehingga alat tidak bekerja secara maksimal.
- Pemakaian beban harus disesuaikan dengan kapasitas beban yang diterima oleh alat karena setiap inverter terbeban maka tegangan keluaran dari inverter akan turun.
- Untuk mengetahui kemampuan maksimum dari alat ini maka masukan dari batterai harus maksimum.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

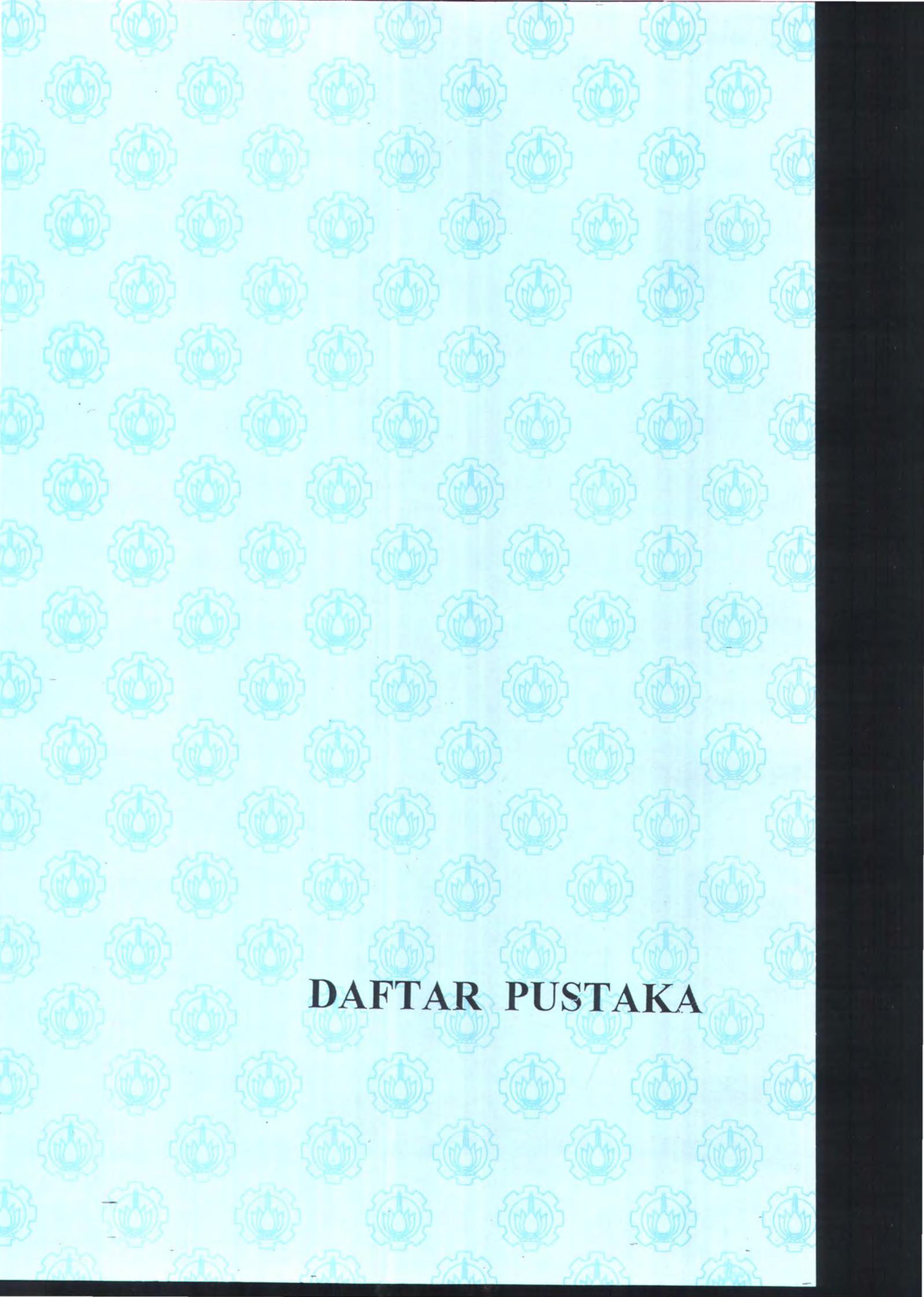
Setelah alat catu daya cadangan ini dibuat maka diperlukan beberapa pengukuran untuk mengetahui spesifikasi dari alat ini. Dari hasil pengukuran maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Dari hasil pengukuran didapatkan bahwa untuk tegangan masukan dari baterai sebesar 12 V maka tegangan keluaran dari inverter sebesar 270,4 V dengan keakurasian sebesar 0,27 %, kesalahan 0,6 dan keseksamaan 99,98 %.
- Perbedaan hasil pengukuran tegangan keluar dari inverter disebabkan adanya perubahan pada tegangan masukan dari baterai.
- Untuk beban sebesar 50 VA, catu daya ini bisa mensuplay daya selama 3,3 jam.
- Frekuensi yang dihasilkan pada rangkaian inverter adalah sebesar 55,26 Hz

#### 5.2. Saran

Pada tugas akhir ini, beban maksimum yang dipakai adalah 50 VA. Untuk beban yang lebih besar dan penggunaan yang lebih luas maka dibutuhkan daya yang lebih besar untuk memperoleh daya yang lebih besar bisa dengan menambah tegangan masukan atau dengan mengganti transistor

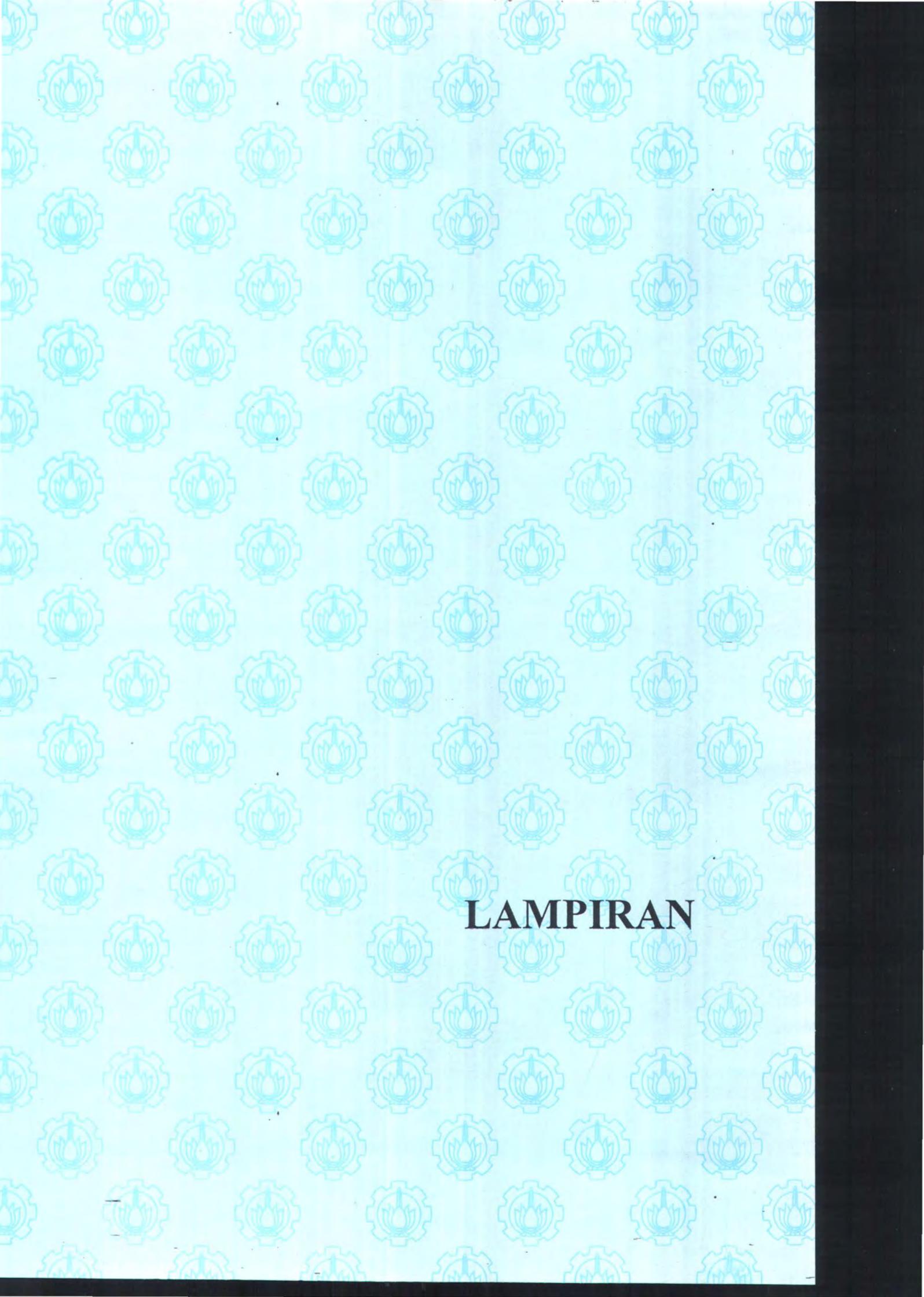
penguat sinyalnya. Di samping itu juga perlu diperhatikan pada saat pengisian baterai berlangsung perlu adanya indikator agar pada saat baterai penuh kita dapat mengetahuinya.



**DAFTAR PUSTAKA**

## DAFTAR PUSTAKA

1. Deddy Rusnardi. **MENGENAL ELEKTRONIKA**, Penerbit Pionir Jaya, Bandung 1997.
2. Elektur, **301 RANGKAIAN ELEKTRONIKA**, PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta 1987.
3. Hamzah Berahim, Ir. **PENGANTAR TEKNIK TENAGA LISTRIK**, Penerbit ANDI OFFSSET, Yogyakarta, 1994.
4. Malvino, **PRINSIP-PRINSIP ELEKTRONIKA**, Edisi kedua, Erlangga, Jakarta 1995.
5. Sumisjokartono, **ELEKTRONIKA PRAKTIS**, Cetakan Ketujuh, PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta 1987.
6. Wasito S, **VADEMEKUM ELEKTRONIKA**, Edisi Kedua, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakartam 1995.
7. Zuhail, **DASAR TEKNIK TENAGA LISTRIK DAN ELEKTRONIKA DAYA**, PT. Gramedia, Jakarta, 1988.



**LAMPIRAN**

## Lampiran 1

### SPESIFIKASI ALAT

1. Transformator = Step Down 5 A  
= Step Up 5 A
2. Resistor 470 ohm  
1 K ohm = 4 buah  
47 Kohm = 2 buah  
5 K ohm = 2 buah  
1 K 2 ohm = 2 buah  
47 ohm  
10 ohm
3. Kapasitor = 1000  $\mu$  F / 25 V  
4,7  $\mu$  F/16 V = 2 buah  
0,1 PF  
1000  $\mu$  F/25 V
4. SCR = C 10  
EC 103 D = 3 buah
5. Dioda
  - Dioda penyearah
  - 1 N 4 148
  - 6 V2
  - 1 N 4001 = 2 buah
6. Relay 12 V
7. Led
8. Acumulator

TRANSISTOR

2N2102

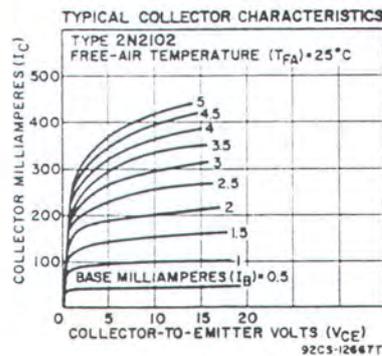
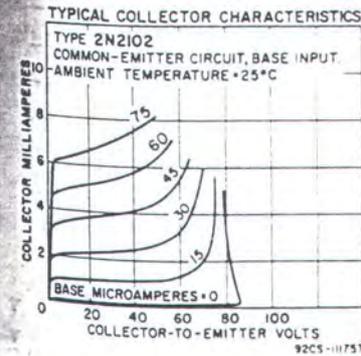
Si n-p-n triple-diffused planar type used in small-signal and medium-power applications in industrial and military equipment. This type features exceptionally low-noise low-leakage characteristics, high switching speed, and high pulse  $h_{FE}$ . JEDEC TO-5, Outline No.3. Terminals: 1 - emitter, 2 - base, 3 - collector and case.

MAXIMUM RATINGS

Collector-to-Base Voltage	$V_{CB0}$	120	V
Collector-to-Emitter Voltage:			
$R_{EB} \leq 10 \Omega$	$V_{CE0}$	80	V
Base open	$V_{CE0}$	65*	V
Emitter-to-Base Voltage	$V_{EB0}$	7	V
Collector Current	$I_C$	1	A
Transistor Dissipation:			
$T_A$ up to 25°C	$P_T$	1	W
$T_C$ up to 25°C	$P_T$	5	W
$T_A$ or $T_C$ above 25°C	$P_T$	See curve page 116	
Temperature Range:			
Operating (Junction)	$T_{j(oper)}$	-65 to 200	°C
Storage	$T_{stg}$	-65 to 300	°C
Lead-Soldering Temperature (10 s max)	$T_L$	300	°C

CHARACTERISTICS (At case temperature = 25°C)

Collector-to-Base Breakdown Voltage ( $I_C = 0.1$ mA, $I_B = 0$ )	$V_{CB0(BD)}$	120 min	V
Emitter-to-Base Breakdown Voltage ( $I_E = 0.1$ mA, $I_C = 0$ )	$V_{EB0(BD)}$	7 min	V
Collector-to-Emitter Sustaining Voltage:			
$I_C = 100$ mA, $R_{EB} = 10 \Omega$ , $t_p = 300 \mu s$ , $df = 1.8\%$	$V_{CE(sus)}$	80 min	V
$I_C = 100$ mA, $I_B = 0$ , $t_p = 300 \mu s$ , $df = 1.8\%$	$V_{CE(sus)}$	65* min	V
Collector-to-Emitter Saturation Voltage ( $I_C = 150$ mA, $I_B = 15$ mA, $t_p = 300 \mu s$ , $df = 1.8\%$ )	$V_{CE(sat)}$	0.5 max	V
Base-to-Emitter Saturation Voltage ( $I_C = 150$ mA, $I_B = 15$ mA, $t_p = 300 \mu s$ , $df = 1.8\%$ )	$V_{BE(sat)}$	1.1 max	V
Collector-Cutoff Current:			
$V_{CB} = 60$ V, $I_E = 0$ , $T_A = 25^\circ C$	$I_{CBO}$	0.002 max	$\mu A$
$V_{CB} = 60$ V, $I_E = 0$ , $T_A = 150^\circ C$	$I_{CBO}$	2 max	$\mu A$
Emitter-Cutoff Current ( $V_{EB} = 5$ V, $I_C = 0$ )	$I_{EBO}$	0.005 max	$\mu A$
Static Forward-Current Transfer Ratio ( $V_{CE} = 10$ V, $I_C = 0.01$ mA, $T_C = 25^\circ C$ )	$h_{FE}$	10* min	
Pulsed Static Forward-Current Transfer Ratio:			
$V_{CE} = 10$ V, $I_C = 150$ mA, $T_C = 25^\circ C$ , $t_p = 300 \mu s$ , $df = 1.8\%$	$h_{FE}(pulsed)$	40 to 120	
$V_{CE} = 10$ V, $I_C = 1$ A, $T_C = 25^\circ C$ , $t_p = 300 \mu s$ , $df = 1.8\%$	$h_{FE}(pulsed)$	10* min	
$V_{CE} = 10$ V, $I_C = 10$ mA, $T_C = -55^\circ C$ , $t_p = 300 \mu s$ , $df = 1.8\%$	$h_{FE}(pulsed)$	20 min	
Small-Signal Forward-Current Transfer Ratio:			
$V_{CE} = 5$ V, $I_C = 1$ mA, $f = 1$ kHz	$h_{fe}$	40 to 125	
$V_{CE} = 10$ V, $I_C = 5$ mA, $f = 1$ kHz	$h_{fe}$	45 to 190	
$V_{CE} = 10$ V, $I_C = 50$ mA, $f = 20$ MHz	$h_{fe}$	6 min	



# Lampiran 3

## CHARACTERISTICS (cont'd)

Input Capacitance ( $V_{EB} = 0.5 \text{ V}$ , $I_C = 0$ )	$C_{ibo}$	80 max	NF
Output Capacitance ( $V_{CB} = 10 \text{ V}$ , $I_C = 0$ )	$C_{obo}$	15 max	NF
Input Resistance:			
$V_{CB} = 5 \text{ V}$ , $I_C = 1 \text{ mA}$ , $f = 1 \text{ kHz}$	$h_{ib}$	24 to 34	Q
$V_{CB} = 10 \text{ V}$ , $I_C = 5 \text{ mA}$ , $f = 1 \text{ kHz}$	$h_{ib}$	4 to 8	Q
Small-Signal Reverse-Voltage (Feedback)			
Transfer Ratio:			
$V_{EB} = 5 \text{ V}$ , $I_C = 1 \text{ mA}$ , $f = 1 \text{ kHz}$	$h_{rb}$	$3 \times 10^{-4}$ max	
$V_{EB} = 10 \text{ V}$ , $I_C = 5 \text{ mA}$ , $f = 1 \text{ kHz}$	$h_{rb}$	$3 \times 10^{-4}$ max	
Output Conductance:			
$V_{CB} = 5 \text{ V}$ , $I_C = 1 \text{ mA}$ , $f = 1 \text{ kHz}$	$h_{ob}$	0.1 to 0.5	$\mu\text{mho}$
$V_{CB} = 10 \text{ V}$ , $I_C = 5 \text{ mA}$ , $f = 1 \text{ kHz}$	$h_{ob}$	0.1 to 1	$\mu\text{mho}$
Noise Figure ( $V_{CE} = 10 \text{ V}$ , $I_C = 0.3 \text{ mA}$ , $f = 1 \text{ kHz}$ , $R_G = 510 \Omega$ , circuit bandwidth = 1 Hz)	NF	6 max	dB
Thermal Resistance, Junction-to-Case	$\theta_{J-C}$	35 max	$^{\circ}\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction-to-Ambient	$\theta_{J-A}$	175 max	$^{\circ}\text{C/W}$

\* This value applies only to type 2N2102.

# 2N3055

## POWER TRANSISTOR

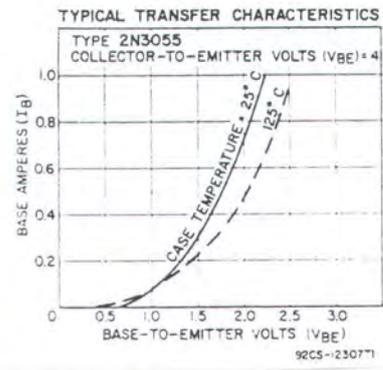
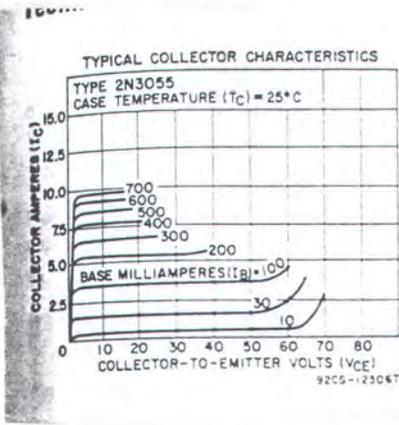
Si n-p-n diffused-junction type used in power-switching circuits, series- and shunt-regulator driver and output stages, and high-fidelity amplifiers in commercial and industrial equipment. JEDEC TO-3, Outline No.2. Terminals: 1 (B) - base, 2 (E) - emitter, Mounting Flange - collector and case.

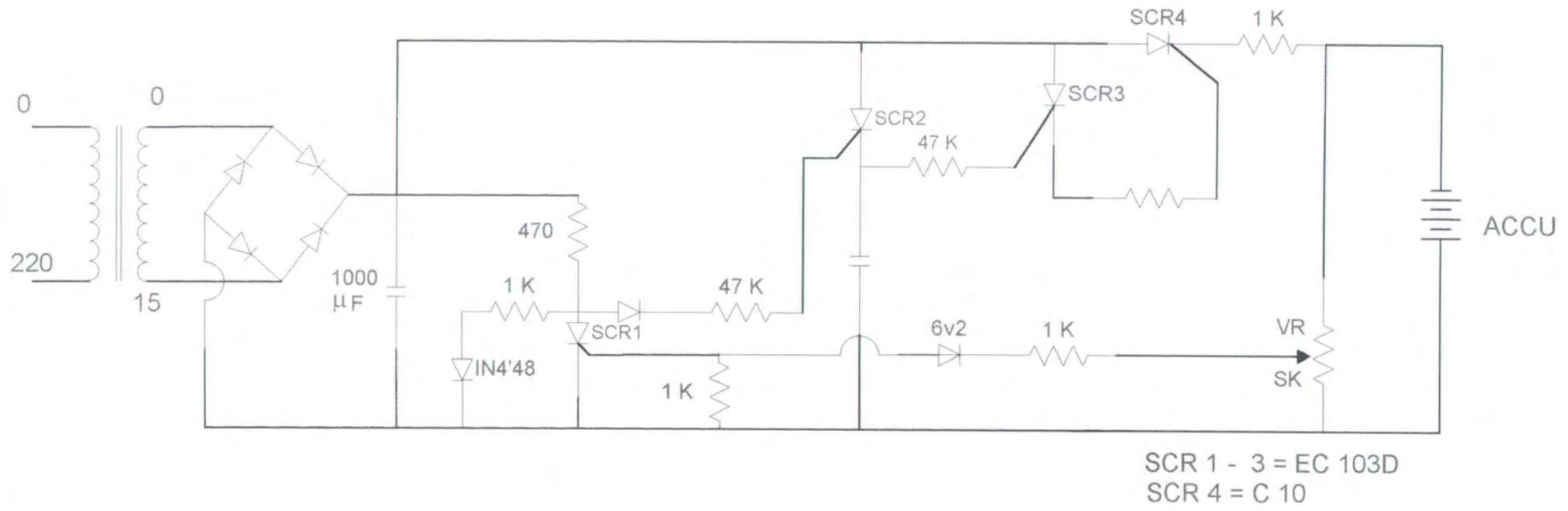
### MAXIMUM RATINGS

Collector-to-Base Voltage	$V_{CB0}$	100	V
Collector-to-Emitter Sustaining Voltage: $V_{CE} = -1.5$ V	$V_{CEV(SUS)}$	100	V
$R_{BK} = 100 \Omega$	$V_{CER(SUS)}$	70	V
Base open	$V_{CEO(SUS)}$	60	V
Emitter-to-Base Voltage	$V_{EB0}$	7	V
Collector Current	$I_C$	15	A
Base Current	$I_B$	7	A
Transistor Dissipation: $T_C$ up to 25°C	$P_T$	115	W
$T_C$ above 25°C	$P_T$	See curve page 116	
Temperature Range: Operating ( $T_C$ ) and Storage ( $T_{STG}$ )		-65 to 200	°C
Pin-Soldering Temperature (10 s max)	$T_P$	235	°C

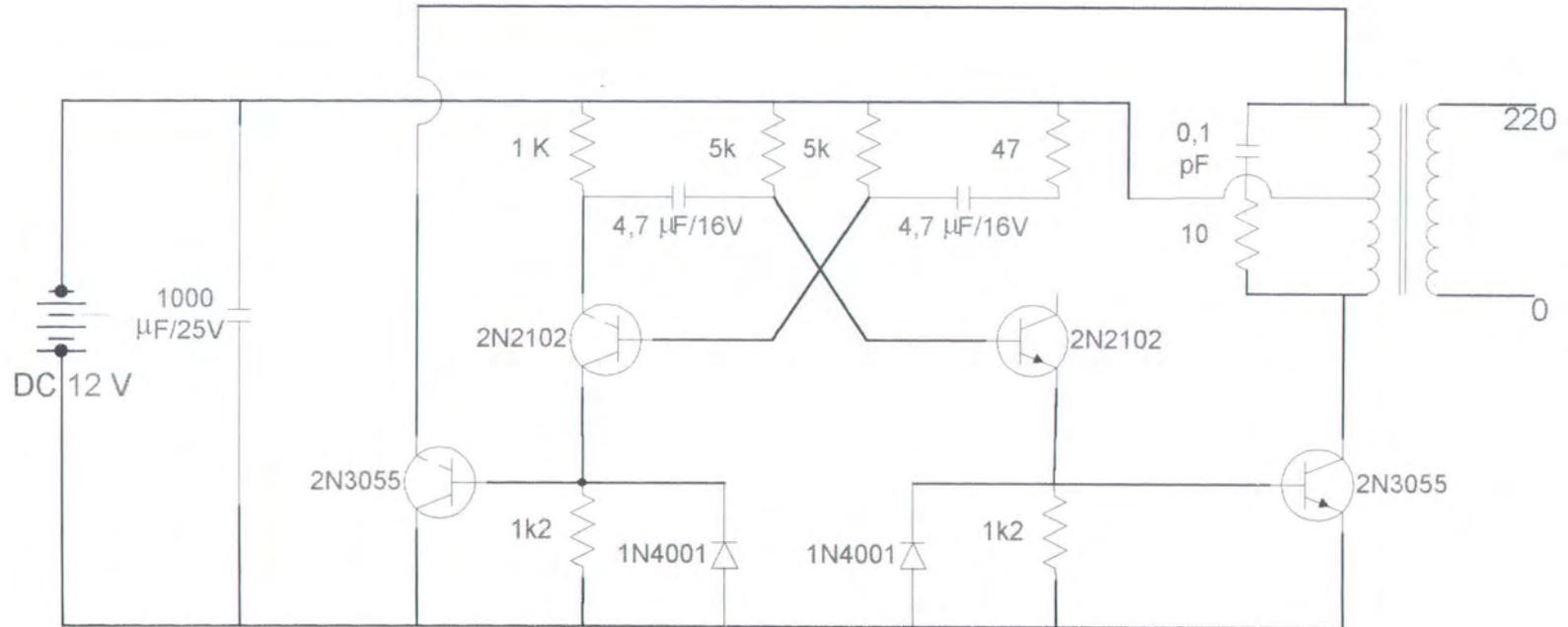
### CHARACTERISTICS (At case temperature = 25°C)

Emitter-to-Base Breakdown Voltage ( $I_E = 5$ mA, $I_C = 0$ )	$V_{EB0EBO}$	7 min	V
Collector-to-Emitter Sustaining Voltage: $I_C = 200$ mA, $R_{BK} = 100 \Omega$	$V_{CER(SUS)}$	70 min	V
$I_C = 200$ mA, $I_B = 0$	$V_{CEO(SUS)}$	60 min	V
Collector-to-Emitter Saturation Voltage ( $I_C = 4$ A, $I_B = 400$ mA)	$V_{CE(sat)}$	1.1 max	V
Base-to-Emitter Voltage ( $V_{CE} = 4$ V, $I_C = 4$ A, $t_p = 300 \mu s$ , $df = 1.8\%$ )	$V_{BE}$	1.8 max	V
Collector-Cutoff Current: $V_{CE} = 100$ V, $V_{BE} = -1.5$ V	$I_{C0V}$	5	mA
$V_{CE} = 60$ V, $V_{BE} = -1.5$ V, $T_C = 150^\circ C$	$I_{C0V}$	10	mA
Emitter-Cutoff Current ( $V_{EB} = 7$ V, $I_C = 0$ )	$I_{E0}$	5 max	mA
Pulsed Static Forward-Current Transfer Ratio ( $V_{CE} = 4$ V, $I_C = 4$ A, $t_p = 300 \mu s$ , $df = 1.8\%$ )	$h_{FE}(pulsed)$	20 to 70	
Power Rating Test ( $V_{CE} = 39$ V, $I_C = 3$ A, $t = 1$ s)		115	W
Thermal Resistance, Junction-to-Case	$\theta_{J-C}$	1.5	°C/W





Gambar Rangkaian Pengisi Baterai



Gambar Rangkaian Inverter

Lampiran 7

Tabel Hasil Pengukuran Lama Alat Bekerja

<b>Vin (volt)</b> <b>DC</b>	<b>Vout (volt)</b> <b>AC</b>	<b>Waktu (menit)</b>
12,4	280	0
11,8	266	60
11,1	254	60
10	231	60
-	-	20

