



**PENSTABIL FLUKTUASI TEGANGAN  
CHARGER HANDPHONE TENAGA SURYA**

**SKRIPSI**

Disusun dalam rangka penyelesaian studi strata 1  
Untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan

Disusun oleh:

Nama : Darmoyo  
N I M : 5314000019  
Program Studi : Strata 1 Pendidikan Teknik Elektro  
Jurusan : Teknik Elektro

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2007**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul *Penstabil Fluktuasi Tegangan Charger Handphone Tenaga Surya*, telah dipertahankan dihadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 20 Februari 2007

Ketua

Sekretaris

Drs. Djoko Adi Widodo, M.T.  
NIP. 131 570 064

Drs. Agus Murnomo, M.T.  
NIP. 131 616 610

Pembimbing I

Penguji I

Drs. Slamet Seno Adi, M. Pd, M.T.  
NIP. 131 474 227

Drs. Slamet Seno Adi, M. Pd, M.T.  
NIP. 131 474 227

Pembimbing II

Penguji II

Dra. Dwi Purwanti, Ah.T, M.S.  
NIP. 131 876 224

Dra. Dwi Purwanti, Ah.T, M.S.  
NIP. 131 876 224

Penguji III

Dhidik Prastiyanto, S.T, M.T.  
NIP. 132 307 268

Dekan FT

Prof. Dr. Soesanto  
NIP. 130 875 753A

## ABSTRAK

Darmoyo (2007): **Penstabil Fluktuasi Tegangan Charger Handphone Tenaga Surya**, Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Penelitian ini berlatar belakang perlunya energi alternatif yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi peralatan komunikasi yaitu handphone di daerah-daerah yang belum ada persediaan listrik maupun sumber listrik pembangkit yang bersifat alternatif dan emergency. Masalah yang dikaji adalah bagaimanakah merancang penstabilan tegangan dan membuat charger handphone tenaga surya. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang penstabil fluktuasi tegangan charger handphone tenaga surya.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian deskriptif prosentase. Data yang diperoleh adalah besaran-besaran dari hasil penstabilan kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan. Dengan metode penelitian tersebut dapat dicari rata-rata tegangan keluaran serta perbedaan nilai tegangan sebelum penstabilan tegangan dan nilai tegangan sesudah penstabilan dengan nilai tegangan yang diharapkan yaitu sebesar 4,5 volt.

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diperoleh penstabilan tegangan rata-rata 4,48 volt dan prosentase penurunan tegangannya sebesar 36,3%. Tegangan keluaran penstabilan yang sebesar 4,48 volt mendekati tegangan yang diharapkan untuk melakukan pengisian handphone yaitu sebesar 4,5 volt.

Simpulan dari penelitian ini adalah perencanaan charger dengan menggunakan modul sel surya. Sel surya ini yang berfungsi untuk membangkitkan tenaga listrik dari sinar matahari. Tegangan keluaran dari sel surya ini belum stabil sehingga digunakan regulator untuk menstabilkan tegangan. IC LM 317 digunakan sebagai regulator dengan penambahan resistor untuk pembagian tegangan. Pengisian baterai handphone dapat dilakukan dari pukul 17.00 sampai dengan pukul 16.00 dengan keadaan cuaca cerah. Pada cuaca mendung atau hujan pengisian tidak dapat dilakukan. Didalam pengukuran tegangan selalu terjadi perbedaan jika dibandingkan dengan hasil perhitungan. Hal ini disebabkan karena berbagai factor antara lain: faktor dari alat ukur yang digunakan dalam penelitian, faktor kualitas dari komponen yang digunakan ataupun faktor kesalahan manusia.

Saran dari penelitian ini adalah charger handphone tenaga surya ini bersifat alternatif dan emergency. Dalam hal ini charger handphone tenaga surya efektif digunakan dalam keadaan tidak ada sumber listrik baik sumber dari PLN atau sumber dari pembangkit lain dalam penyediaan tenaga listrik Charger handphone ini hanya inovatif dan tidak efektif digunakan dalam masyarakat dikarenakan harga dari solar sel yang relative mahal dan bentuk yang relative besar. Pengembangan charger ini bias digunakan bentuk dari charger handphone tenaga surya yang relative kecil dan efektif.

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### **Motto**

*Duh... Gusti  
Kalau aku menyembah Engkau  
Hanya karena takut neraka-Mu  
Masukkan-lah saja aku ke neraka*

*Kalau aku menyembah Engkau  
Karena ingin surga-Mu  
Bakar saja surga itu untukku*

*Tapi kalau aku menyembah  
Karena ridho-Mu maka terimalah aku*

### **Persembahan**

*Syukurku  
kepada Allah SWT dan Muhammad SAW*

*Pengabdianku  
Bagimu Nusa dan bangsa tercinta*

*Yang kusembahkan  
Bapak Ibu yang tulus mendidikku dengan kasih sayangnya*

*Yang kusayangi  
Istriku Siti Yulia dan anakku yang manis dan lucu*

*Sejatiku  
Temen-temen PTE 2000 begitu indah persahabatan ini  
Keluarga Besar Sumber Belajar dan Media UNNES  
Keluarga Besar Biro Administrasi, Perencanaan dan Sistem Informasi UNNES*

*Yang kuharapkan  
Semoga dapat berguna dalam menjalani kehidupan-Mu*

## PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga dapat terselesaikan skripsi ini dengan baik yang berjudul “**Penstabil Fluktuasi Tegangan Charger Handphone Tenaga Surya**”.

Skripsi ini disusun dalam rangka menyelesaikan tugas akhir yang merupakan syarat dalam menempuh studi strata-1 Pendidikan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak **Drs. Slamet seno Adi, M.Pd, M.T** pembimbing I, yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mendorong saya dalam penyelesaian skripsi ini. Saya menyampaikan terima kasih kepada Ibu **Dra. Dwi Purwanti, Ah.T, M.S** pembimbing II yang memberikan perhatian dan berupaya untuk memberikan bahan-bahan serta petunjuk-petunjuk dengan dorongan intelektualnya. Juga disampaikan terima kasih kepada Bapak **Drs. Djoko Adi Widodo, M.T** ketua jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang dan seluruh teman-teman yang telah memberikan bantuannya kepada saya.

Atas segala bantuan dan amal baik dari semua pihak, semoga mendapat balasan pahala dari Allah SWT, dengan harapan skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, Februari 2007

Peneliti

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Permasalahan .....	2
C. Batasan Masalah .....	3
D. Penegasan Istilah .....	3
E. Tujuan Penelitian .....	4
F. Manfaat Penelitian .....	5
G. Sistematika Penulisan Skripsi .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Sel Surya .....	7
B. Bahan Pembentuk sel Surya .....	16
C. Sistem Pengumpulan Sel Surya .....	18
D. Karakteristik Sel Surya .....	18

E. Penstabil Tegangan Dan Penguat .....	25
F. Baterai .....	28
<b>BAB III PERENCANAAN ALAT</b>	
A. Desain Alat .....	30
B. Bahan .....	32
C. Gambar Rangkaian Penstabilan Tegangan .....	33
D. Cara Kerja Rangkaian .....	33
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	
A. Metode Penelitian .....	35
B. Teknik Analisis Data .....	35
C. Pengujian Alat .....	36
D. Hasil Pengukuran yang Digunakan .....	37
E. Pengumpulan Data .....	37
<b>BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Hasil Penelitian .....	38
B. Pembahasan .....	44
<b>BAB VI SIMPULAN DAN SARAN</b>	
A. Simpulann .....	46
B. Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>47</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikatan kovalen kristal silikon .....	8
2. Kekosongan pada ikatan kovalen .....	9
3. Pemberian ketidakmurnian valensi lima .....	11
4. Pemberian ketidakmurnian valensi tiga .....	12
5. Sambungan p-n .....	13
6. Keseimbangan aliran penyinaran matahari .....	15
7. Karakteristik sel surya .....	20
8. Karakteristik arus tegangan sel surya .....	21
9. Karakteristik respon spektral .....	22
10. Pengaruh temperatur sel surya .....	23
11. Pemasangan panel sel surya .....	25
12. Pemasangan IC regulator .....	26
13. Pemasangan transistor penguat .....	27
14. Diagram blok .....	30
15. Rangkaian penstabil tegangan .....	33
16. Pengujian penstabilan tegangan charger .....	36
17. Hubungan intensitas cahaya dengan tegangan sebelum penstabilan .....	39
18. Hubungan intensitas cahaya dengan tegangan setelah penstabilan .....	41

## **DAFTAR TABEL**

Tabel	Halaman
1. Daftar alat aksperimen .....	37
2. Tabel pengukuran .....	37
3. Data pengukuran sebelum penstabilan tegangan .....	38
4. Data pengukuran setelah penstabilan tegangan .....	40

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Kemajuan teknologi didorong oleh kemajuan dalam bidang teknologi energi listrik. Kimia, fisika, dan matematika mendasari ini semua. Ilmu pengetahuan dan teknologi tidak akan banyak gunanya bila tidak dapat dipakai untuk meningkatkan kesejahteraan umat manusia.

Energi listrik yang berperan penting dalam pemanfaatan teknologi belum mampu untuk mencukupi kebutuhan peralatan komunikasi masyarakat yang ada di daerah pelosok, hal ini disebabkan karena factor geografis. Untuk mengatasi kebutuhan akan energi listrik guna menunjang kebutuhan peralatan komunikasi masyarakat terutama di daerah terpencil atau di daerah-daerah yang belum ada persediaan energi listrik maka energi listrik yang berasal dari tenaga surya merupakan salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan peralatan telekomunikasi masyarakat. Hal ini ditunjang dengan letak negara Indonesia yang berada di daerah khatulistiwa memungkinkan pemanfaatan energi matahari untuk diubah menjadi energi listrik sebagai *charger* peralatan telekomunikasi seperti *handphone*, karena sinar matahari bersinar sepanjang tahun.

Komponen utama *charger handphone* dengan tenaga surya adalah sel surya. Sel surya adalah suatu alat yang berguna untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik secara langsung. Energi listrik yang

dibangkitkan oleh sel surya berupa energi listrik arus searah atau DC (*Direct Current*).

Dalam kerjanya sel surya memakai prinsip persambungan p-n yang terbuka (Milman dan Halkias, 1992). Sel surya biasanya dibuat dari bahan semikonduktor. Jenis semikonduktor yang dipergunakan adalah silikon dan germanium. Salah satu komponen elektronika yang menggunakan semikonduktor dan memakai prinsip persambungan p-n adalah transistor persambungan bipolar atau *Bipolar Junction Transistor (BJT)*.

Tegangan yang dihasilkan oleh sel surya belum stabil untuk digunakan langsung sebagai *charger handphone*. Hal ini disebabkan karena tegangan yang dihasilkan sel surya dipengaruhi oleh kapasitas cahaya matahari yang diterima sel surya. Fluktuasi ini perlu distabilkan sehingga bisa menghasilkan tegangan yang konstan dan tetap. Untuk menjawab masalah yang telah diuraikan diatas maka penulis bermaksud merealisasikan suatu alat *charger handphone* dengan tenaga surya tersebut dengan mengambil judul skripsi “ **Penstabil Fluktuasi Tegangan Charger Handphone Dengan Tenaga Surya**”.

## **B. Permasalahan**

Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan suatu masalah yang relevan dengan judul yang ada yaitu:

1. Bagaimana membuat alat *charger handphone* sebagai pembangkit energi listrik dengan menggunakan tenaga surya?

2. Bagaimana menstabilkan fluktuasi tegangan hasil sel surya yang digunakan sebagai *charger handphone*?

### C. Batasan Masalah

Supaya masalah yang akan dikaji tidak meluas, maka dalam penyusunan skripsi ini perlu diuraikan batasan-batasan masalah sebagai berikut:

1. Sel surya yang digunakan dalam penelitian ini adalah sel surya berukuran 10 cm x 6 cm.
2. Penstabil tegangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Integrated Circuit (IC)* regulator LM 317.
3. Jenis *handphone* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *handphone* merk Nokia tipe 3105.

### D. Penegasan Istilah

Penegasan istilah berkenaan dengan judul penelitian ini dapat diperinci sebagai berikut:

1. Penstabil

Penstabil adalah suatu peralatan listrik yang bekerjanya menstabilkan suatu masukan sehingga didapatkan suatu keluaran yang tetap dan konstan (Malvino, 1996).

2. Fluktuasi

Fluktuasi adalah naik-turunnya suatu nilai dari objek yang disebabkan oleh gejala-gejala tertentu (Jeff Madura, 1997).

### 3. Tegangan

Menurut (AS Hornby, 1989:1426) tegangan diartikan sebagai tenaga atau energi listrik yang dinyatakan dalam satuan volt. Yaitu energi listrik DC yang dihasilkan oleh sel surya untuk digunakan sebagai charger handphone.

### 4. Charger

*Charger* adalah suatu alat pengisi daya baterai. Baterai yang telah kosong atau dikosongkan (*discharge*) harus diisi kembali (*recharged*) sebesar kapasitas baterai (PT. PLN P3B, 1998).

### 5. Handphone

*Handphone* dapat diartikan sebagai telepon genggam. Menurut (Chris Timoteus, 1986) *handphone* adalah suatu alat penyampaian informasi melalui jarak jauh dengan berbasis seluler.

### 6. Tenaga Surya

Tenaga surya adalah energi sinar matahari. Sinar matahari ini diubah menjadi tenaga listrik secara langsung dengan menggunakan sel surya (*sel fotovoltaik silikon*) (Warsito S, 1996).

Penstabil fluktuasi tegangan *charger handphone* dengan tenaga surya adalah suatu alat *charger handphone* dengan menggunakan energi surya yang dilengkapi dengan komponen penstabil tegangan.

## **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang hendak ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Merealisasikan suatu alat *charger handphone* alternatif dengan menggunakan tenaga matahari.
2. Menstabilkan fluktuasi tegangan hasil sel surya yang akan digunakan untuk mengisi baterai *handphone*.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk:

1. Dapat memberikan energi listrik alternatif dengan memanfaatkan cahaya matahari menjadi energi listrik.
2. Dapat memberikan suatu alat *charger handphone* dengan tenaga surya

#### **G. Sistematika Penulisan Skripsi**

Menurut Westra (1991), sistematika penulisan skripsi memungkinkan penulis mengumpulkan data dan penyumbangan gagasan didalam sebuah tulisan yang bersikap logis dan sekwensial.

Sehingga penulis dapat mensistemati dan menyusun pemikirannya (berupa pokok-pokok pikiran) dalam satu kesatuan yang jelas, sekaligus memungkinkan pembaca dapat menginterpretasikan hasil tulisan secara tepat.

Sistematika penulisan ini terdiri dari 3 bagian utama yaitu bagian pendahuluan, bagian isi dan bagian akhir.

##### **1. Bagian pendahuluan**

Bagian ini berisi halaman judul, halaman pengesahan, abstraksi, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi dan daftar gambar.

## 2. Bagian isi

Bagian ini terdiri dari 6 bab yang meliputi:

BAB I : Pendahuluan, pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang masalah, permasalahan, tujuan penelitian dan manfaat penelitian.

BAB II : Landasan teori, pada bab ini diuraikan mengenai teori-teori dasar sel surya, penstabilan tegangan dan baterai *handphone*.

BAB III : Perencanaan alat, pada bab ini diuraikan tentang perencanaan dan pembuatan alat.

.BAB IV : Metode penelitian, pada bab ini diuraikan tentang cara penelitian dan teknik analisis data.

BAB V : Hasil penelitian dan pembahasan, pada bab ini akan membahas tentang analisis data dan pembahasan.

BAB VI : Penutup, pada bab ini berisi kesimpulan dan saran yang perlu dikemukakan berkaitan dengan penelitian ini.

## 3. Bagian akhir

Bagian ini terdiri dari daftar pustaka dan lampiran.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Sel Surya

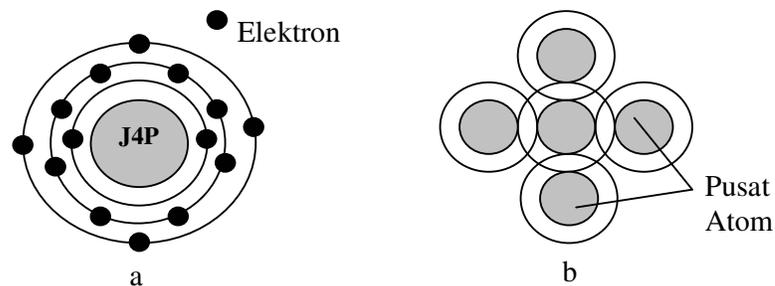
Sel surya adalah suatu elemen aktif yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm, yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan kutub negatif. Prinsip dasar pembuatan sel surya adalah memanfaatkan efek *fotovoltaik*, yaitu suatu efek yang dapat mengubah langsung cahaya matahari menjadi energi listrik. Prinsip ini pertama kali ditemukan oleh **Bacquere**, seorang ahli fisika berkebangsaan Perancis tahun 1839. Apabila sebuah logam dikenai suatu cahaya dalam bentuk foton dengan frekwensi tertentu, maka energi kinetik dari foton akan menembak ke atom-atom logam tersebut. Atom logam yang iradiasi akan melepaskan elektron-elektronnya. Elektron-elektron bebas inilah yang mengalirkan arus dengan jumlah tertentu.

Sel surya adalah semikonduktor dimana radiasi surya langsung diubah menjadi energi listrik. Material yang sering digunakan untuk membuat sel surya adalah silikon kristal. Pada saat ini silikon merupakan bahan yang banyak digunakan untuk pembuatan sel surya. Agar dapat digunakan sebagai bahan sel surya, silikon dimurnikan hingga satu tingkat yang sangat tinggi.

Atom merupakan partikel pembentuk suatu unsur. Atom terdiri dari inti dengan muatan positif yang disebut proton dan neutron yang bermuatan netral. Inti atom dikelilingi sejumlah elektron yang bermuatan negatif. Sebuah atom silikon terdiri dari sebuah inti yang berisi 14 proton dan dikelilingi 14

elektron yang beredar dalam lintasan tertentu. Jumlah maksimum elektron dalam masing-masing lintasan mengikuti pola  $2n^2$ , dengan n adalah nomor lintasan dari atom (Mallvino, 1986:3).

Apabila atom-atom silikon bergabung membentuk zat padat, maka atom-atom itu akan membentuk suatu pola teratur yang disebut kristal. Setiap atom silikon mempunyai 4 buah elektron valensi dan mempunyai 4 atom tetangga. Setiap atom tetangga memberikan sebuah elektron untuk dipakai bersama-sama dengan atom yang berada ditengah. Atom yang ditengah mendapat tambahan 4 elektron dari tetangga sehingga jumlah elektron valensi menjadi 8 buah, karena inti atom yang berdekatan memiliki muatan positif mereka akan menarik elektron-elektron yang dipakai bersama dan menciptakan gaya yang sama besar tetapi berlawanan arah. Penarikan dalam arah yang berlawanan ini menyebabkan atom-atom terikat dalam ikatan kovalen (Malvino, 1986:21).

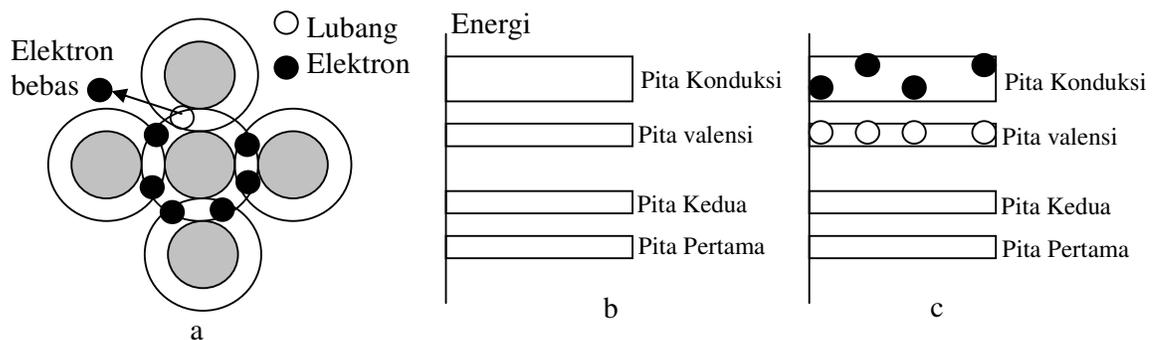


Gambar 1  
Ikatan kovalen kristal silikon  
(Malvino, 1986: 21)

Keterangan gambar 1:

- a. Silikon
- b. Ikatan kovalen

Pada suhu nol absolut ( $0^{\circ}\text{K}$ ) semua ikatan kovalen berada dalam keadaan utuh dan lengkap. Apabila suhu naik, beberapa ikatan kovalen akan putus karena adanya energi panas yang diberikan pada kristal. Hal ini akan mengakibatkan adanya elektron-elektron valensi yang terlepas dari pita valensi memasuki pita konduksi sebagai elektron bebas dan meninggalkan kekosongan tempat (*hole*). Keadaan kekosongan (*hole*) ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2  
Kekosongan pada ikatan kovalen  
(Malvino, 1986:23)

Keterangan gambar 2:

- Sebuah lubang dan elektron bebas karena panas
- Jalur energi kristal silikon pada suhu  $0^{\circ}\text{K}$
- Jalur energi kristal silikon diatas  $0^{\circ}\text{K}$

Pemutusan ikatan kovalen juga dapat terjadi karena pengaruh radiasi elektromagnetik yang datang dari luar. Jika foton dari radiasi yang masuk memiliki banyak energi, maka didalam ikatan akan timbul suatu pasangan

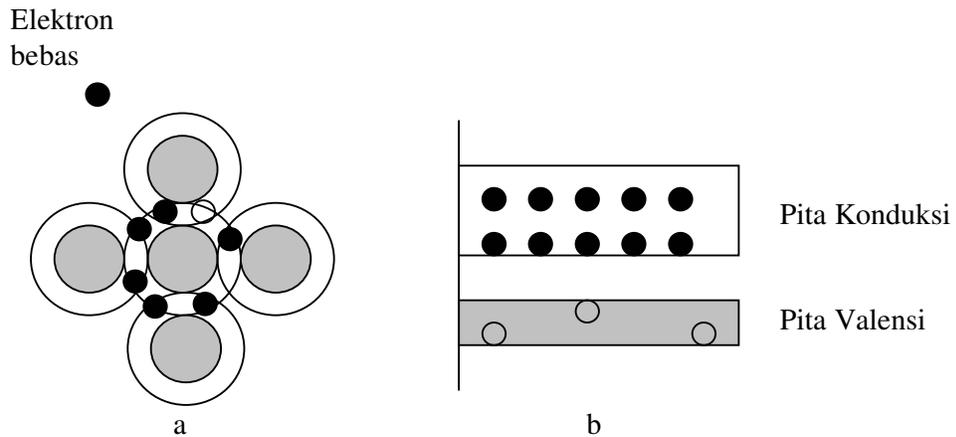
elektron dan lubang. Energi yang diperlukan untuk pemutusan ikatan adalah sebesar 1,1 eV bagi silikon pada suhu ruangan (Kadir, 1995:199).

Dalam keadaan murni (*intrinsic*) dimana setiap atomnya adalah silikon atau germanium saja, semikonduktor tidak dapat dimanfaatkan. Untuk dapat dimanfaatkan dalam piranti elektronika maka daya hantar listriknya dinaikkan dengan menambahkan ketidakmurnian (*dopping*). Semikonduktor yang sudah diberi ketidakmurnian disebut ekstrinsik (Malvino, 1986:25).

a. Jenis semikonduktor negatif (N)

Penambahan ketidakmurnian dengan atom bervalensi lima, misalnya Arsen, Antimon dan Fosfor pada semikonduktor intrinsic akan menjadi semikonduktor jenis n. Atom bervalensi lima diantara empat atom tetangga seperti pada gambar 3.a setelah membentuk ikatan kovalen masih memiliki sebuah elektron yang akan beredar dalam jalur konduksi.

Elektron yang berlebihan beredar dalam jalur konduksi ini disebut atom donor. Semikonduktor jenis n banyak terdapat elektron bebas pada jalur konduksi yang disebabkan adanya atom-atom bervalensi lima. Diantara atom-atom bervalensi empat dan elektron-elektron bebas yang disebabkan energi termal. Sedangkan pada jalur valensi hanya ada sedikit lubang yang jumlahnya sama dengan elektron bebas yang dihasilkan energi termal. Karena jumlah elektron bebas jauh lebih banyak dari pada lubang maka elektron bebas menjadi pembawa mayoritas dan lubang menjadi pembawa minoritas.

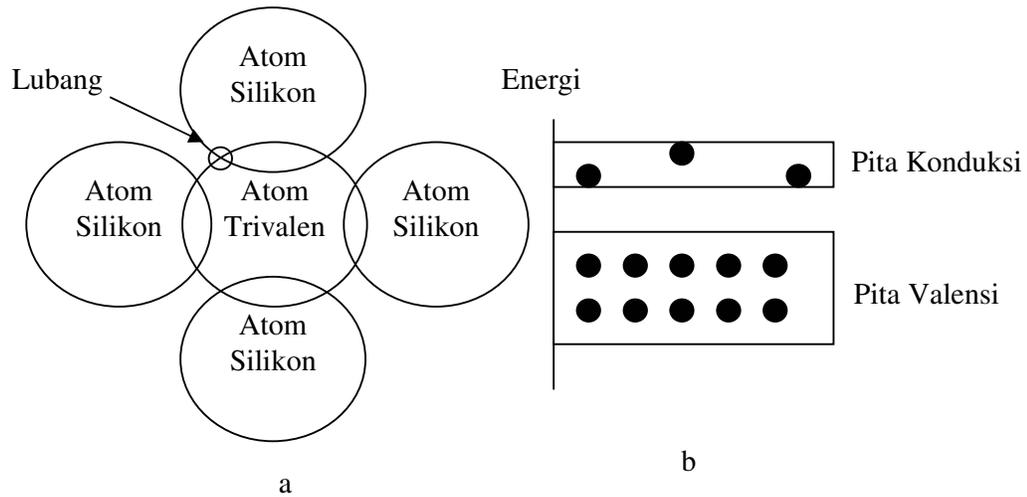


Gambar 3  
 Pemberian ketidakmurnian valensi lima  
 (Malvino, 1986:260)

Keterangan gambar 3:

- a. Pemberian ketidakmurnian bervalensi lima
  - b. Elektron-elektron bebas ada jalur konduksi
- b. Semikonduktor jenis positif (P)

Penambahan ketidakmurnian dengan atom-atom bervalensi tiga, misalnya Galium, Boron dan Aluminium akan menghasilkan semikonduktor jenis p. Setiap atom trivalent dikelilingi oleh empat atom tetangga seperti pada gambar 4.a. Kekosongan satu elektron ini menyebabkan terjadinya lubang yang dapat menerima sebuah elektron sehingga semikonduktor positif disebut sebagai penerima (*akseptor*). Seperti pada gambar 4.b pada jalur valensi jumlah lubang jauh lebih banyak dari pada elektron bebas pada jalur konduksi. Dengan demikian lubang pahlawan mayoritas dan elektron bebas menjadi pembawa minoritas.



Gambar 4  
Pemberian ketidakmurnian valensi tiga  
(Malvino, 1986:26)

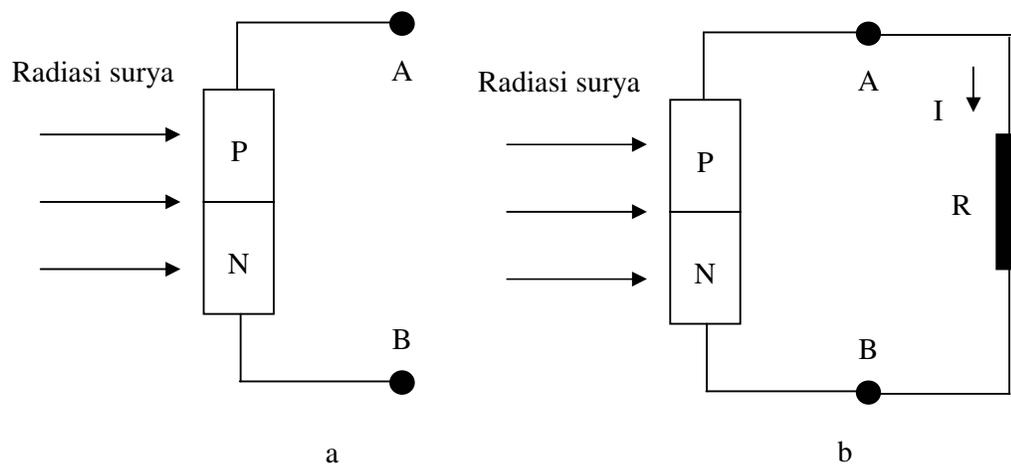
Keterangan gambar 4

- a. Pembawa ketidakmurnian bervalensi tiga
- b. Lubang-lubang pada jalur valensi

Foton yang mengenai sel surya akan membebaskan “pembawa minoritas” dalam wilayah sambungan p, yang dipaksa melintasi sambungan oleh medan listrik statis. Apabila suatu tahanan beban dihubungkan melintang pada sel surya tersebut, maka akan mengalir arus listrik dalam sirkuit yang disebut arus *fotovoltaik*.

Cara kerja sel surya dapat diterangkan seperti prinsip kerja dioda yang digambarkan pada gambar 5. Sambungan p-n yang terkena radiasi matahari dengan energi lebih dari 1,1 eV akan menghasilkan satu pasangan elektron-elektron lubang dalam hablur silikon. Gambar 5.a menunjukkan bahwa

pasangan-pasangan elektron lubang agak terpisah-pisah letaknya sedemikian hingga daerah p akan memiliki muatan positif terhadap daerah n, dan terdapat beda potensial antara kedua apitan pada gambar 5. Jika kedua apitan dipasang beban R seperti gambar 5.b akan mengalir arus I. Dengan demikian terdapat secara langsung suatu konversi elektronika antara radiasi surya yang masuk dan energi listrik yang dihasilkan antara kedua apitan A dan B (Kadir, 1995:201).



Gambar 5  
Sambungan p-n  
(Kadir, 1995: 201)

Bagian terkecil energi yang dapat dipindahkan disebut kuantum. Cahaya merupakan bentuk energi dan kuantum cahaya disebut foton. Besarnya energi foton sebanding dengan frekuensi radiasinya, dinyatakan dalam persamaan:

$$E = h \cdot \nu \quad \text{Joule}$$

(Beiser, 1983:44)

Dimana:

E = energi foton (joule)

h = tetapan Planck ( $6,624 \times 10^{-34}$  Joule.detik)

$\nu$  = frekuensi cahaya dalam Hz

Persamaan diatas menyatakan bahwa untuk frekuensi tertentu panjang gelombangnya tertentu pula, karena terdapat persamaan:

$$\nu = \frac{C}{\lambda} \text{Hz}$$

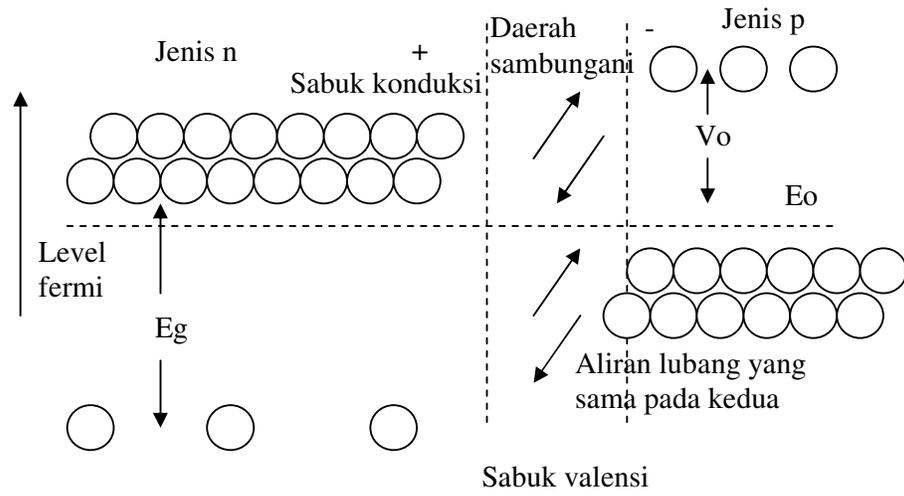
(Kadir, 1995:81)

Dimana:

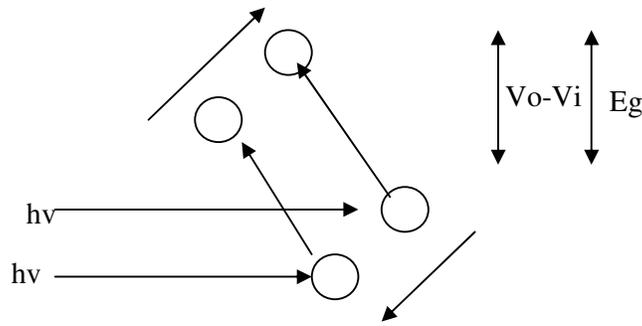
C = kecepatan cahaya dalam ruang hampa ( $3 \times 10^8$  meter/detik)

$\lambda$  = panjang gelombang dalam meter.

Energi radiasi dari sinar ultraviolet sampai inframerah dapat mengupas elektron valensi dari silikon kristal sehingga dapat membangkitkan energi listrik. Dalam keadaan tanpa penyinaran kondisi sel surya seperti sambungan p-n tanpa bias dan terjadi kesetimbangan aliran-aliran pembawa pada kedua arah sehingga tidak akan dihasilkan arus listrik bila dihubungkan dengan beban, seperti terlihat pada gambar 6.



a



b

Gambar 6  
Keseimbangan aliran tanpa penyinaran dan penyinaran matahari  
(Culp, 1989:416)

Keterangan gambar 6

- Keseimbangan aliran pada kondisi tanpa penyinaran matahari
- Keseimbangan aliran pada kondisi penyinaran matahari

Bila sel surya mendapat penyinaran maka foton-foton akan bereaksi dengan elektron valensi di dekat sambungan p-n dan menimbulkan efek yang

sama dengan pemberian bias mundur. Foton-foton yang diserap sel surya akan masuk ke lapisan tipis dari semikonduktor dan diubah menjadi energi panas. Energi panas ini akan menghasilkan pembawa-pembawa minoritas berupa lektron bebas disisi p dan lubang disisi n. kedua jenis pembawa minoritas ini akan berdifusi melintasi sambungan dan membentuk pasangan ion yang akan mengurangi medan listrik di sambungan dan membentuk aliran arus.

## **B. Bahan Pembentuk Sel Surya**

### 1. Sel surya silikon monokristal

Sel surya ini dibentuk dari bahan dasar monokristal. Bahan outputnya adalah  $\text{SiO}_2$  dalam bentuk kwarsa atau kristal kwarsa. Bentuk kwarsa ini dalam suatu open melalui reduksi dengan arang baru dibentuk bahan mentah silikon, yang terdiri dari 98% silikon dan 2% kotoran.

### 2. Sel surya silikon polykristal

Pembuatan sel surya silikon sebagai sumber arus konstan, tidaklah sesederhana pembuatan silikon untuk bahan semikonduktor. Secara kuantitatif sel surya polykristal menduduki tempat kedua. Efisiensinya terletak antara 10-13% lebih rendah dari sel monokristal.

### 3. Sel surya a-silikon (a-Si)

Sel surya a-silikon susunan atomnya tidak beraturan, bahwa sel surya ini pada dasarnya lebih produktif, dimana absorpsi a-silikon terhadap cahaya hampir 40 kali lebih baik dari silikon kristal.

Keuntungan sel surya a-silikon antara lain:

- a. Daya absorpsi besar
- b. Daerah band tinggi
- c. Kebutuhan bahan lebih sedikit
- d. Kemungkinan cara pembuatannya dapat secara otomatis

Kelemahannya adalah efisiensinya masih rendah, akibat tahanan dalamnya besar dan arus foto yang ditimbulkannya sangat kecil.

4. Sel surya banyak lapisan

Sel surya ini mempunyai lapisan lebih tipis dari yang lain, sehingga cahaya yang mengenai sel kedua pas setengah dari cahaya di atasnya.

5. Sel surya galiumarsenid

Bahan ini mempunyai sifat:

- a. Daya listriknya meningkat bila dilakukan pemusatan sinar
- b. Pengurangan daya pada suatu kenaikan temperatur lebih kecil dari bahan silikon.
- c. Dapat beroperasi pada temperatur yang tinggi.

Kelemahan utamanya adalah penyediaan bahan mentah gallium dan arsen sangat mahal.

Penelitian pembuatan charger handphone ini, sel surya yang digunakan adalah sel surya a-silikon (a-Si) yang mempunyai produktifitas absorpsi cahaya matahari besar dan mempunyai daerah band yang tinggi.

### C. System Pengumpulan Sel Surya

System pengumpulan sel surya secara umum dapat dibagi kedalam tiga kategori utama yakni, system-sistem yang menghasilkan energi termal temperatur rendah (lebih kecil dari  $150^{\circ}$ ) untuk pemanas dan pendingin bangunan, system konversi sel surya yang menghasilkan listrik langsung dari energi elektromagnetiknya matahari, dan sistem-sistem yang menghasilkan energi termal bertemperatur tinggi berguna membangkitkan energi listrik.

System pemanas pendingin surya bertemperatur rendah biasanya menggunakan kolektor pelat pipih yang dilapisi dengan plastik atau kaca. Kaca atau plastik dapat menjebak radiasi surya berpanjang gelombang pendek secara efektif. Panas yang dibangkitkan pada kolektor dikeluarkan oleh udara atau oleh suatu larutan air-glycol ethylene. Sel surya banyak dipakai dalam program ruang angkasa oleh karena angka perbandingan daya beratnya yang tinggi.

### D. Karakteristik Sel Surya

Karakteristik dari sel surya dapat diperoleh berdasarkan tiga parameter yaitu tegangan hubung singkat ( $I_{sc}$ ) dan factor isi. Besarnya factor isi dapat diketahui dari persamaan berikut ini:

$$Ff = \frac{I_m p.U_{mp}}{I_{sc}.U_o}$$

(Karmon Sigalingging, 1994:17)

Dimana:

$F_f$  = Faktor isi

$I_{mp}$  = Arus maksimum (Ampere)

$U_{mp}$  = Tegangan maksimum (Volt)

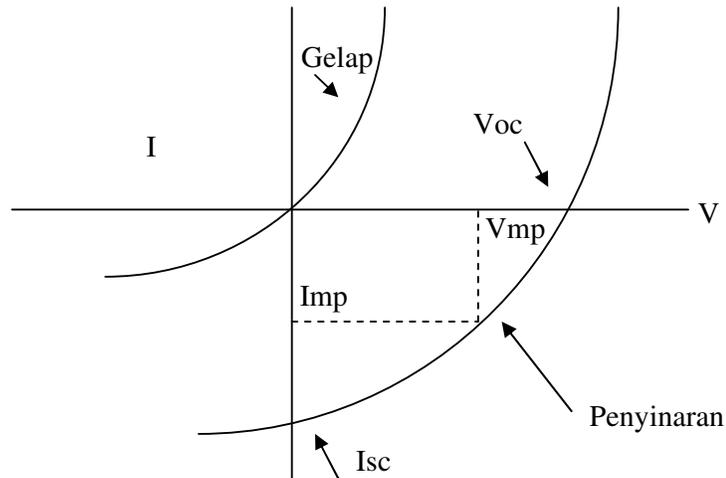
$I_{sc}$  = Arus hubung singkat (Ampere)

$U_o$  = Tegangan hubung terbuka (Volt)

Bila sel surya tak berbeban maka dapat ditemukan suatu arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ) dan suatu titik karakteristik sel surya. Dengan mengatur beban sampai harga tertentu maka akan didapatkan kurva karakteristik arus dan tegangan sel surya. Bila bebannya sangat besar maka tidak ada arus yang melewatinya, kondisi ini sama dengan memutus penghubung pada amperemeter dan hasil penunjukan voltmeter merupakan tegangan tanpa beban ( $V_{oc}$ ).

Pada keadaan tanpa penyinaran kondisi sel surya seperti dioda penyearah, dan bila mendapat penyearah akan mengalir arus yang berlawanan dengan arah arus pada dioda. Grafik karakteristik antara tegangan dan arus dari sel surya pada kondisi gelap dan penyinaran terlihat seperti gambar 7.

Dari gambar karakteristik sel surya yang disinari terdapat tiga titik beban ( $V_{oc}$ ), arus hubung singkat ( $I_{sc}$ ) dan titik daya maksimum yang merupakan perkalian antara arus dan tegangan yang menghasilkan daya maksimum.



Gambar 7  
Karakteristik sel surya pada keadaan penyinaran dan gelap  
(Green, 1982:79)

#### 1. Karakteristik efisiensi energi

Efisiensi konversi adalah perbandingan antara daya yang dapat diperoleh sebuah solarsel dengan daya yang diterima dari matahari. Kepadatan daya cahaya matahari yang mencapai bagian luar atmosfer bumi sekitar  $136 \text{ m.W/cm}^2$  tetapi setelah melewati atmosfer sebagian dihamburkan, sedangkan kepadatan daya matahari yang sampai di permukaan bumi pada siang hari yang cerah sekitar  $100 \text{ m.W/cm}^2$  (Kadir, 1982:184-185).

Persamaan untuk efisiensi konversi dirumuskan sebagai berikut:

$$\eta = \frac{V.I}{P.A} \%$$

(Kadir, 1982:184-185)

Dimana:

$\eta$  = efisiensi tegangan

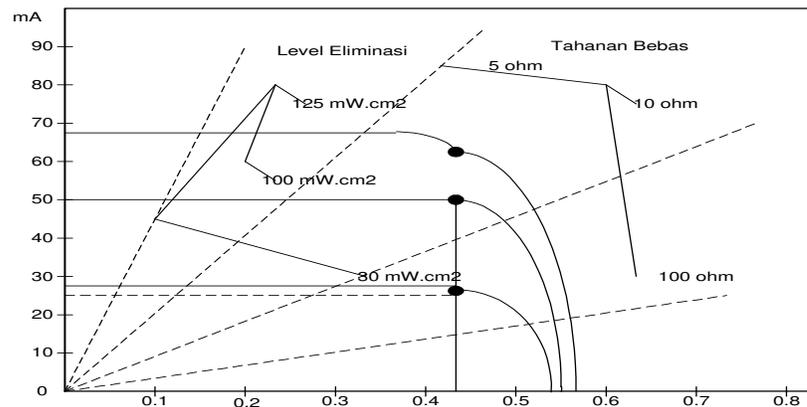
V = tegangan yang dibangkitkan (Volt)

I = arus sel surya

P = rapat daya yang mengenai sel

A = luas penampang solar sel

## 2. Karakteristik tegangan terhadap arus sel surya



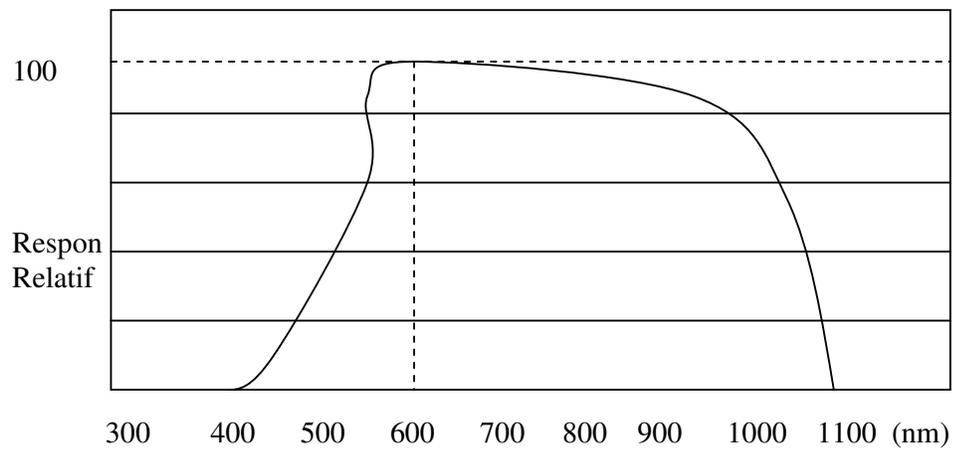
Gambar 8  
Karakteristik arus tegangan suatu sel surya  
(Culp, 1989:416)

Pada gambar 8 tampak bahwa tegangan hubung terbuka (V<sub>oc</sub>) kira-kira konstan, tetapi arus hubung singkat (I<sub>sc</sub>) kan berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya yang mengenainya.

## 3. Karakteristik respon spectral

Pada gambar 9 menunjukkan bahwa sumbu horizontal merupakan panjang gelombang dari cahaya yang mengenai sel surya dan sumbu vertical adalah respon relatif. Panjang gelombang ini mencakup panjang

gelombang ultraviolet sampai inframerah. Hal ini berarti sel surya akan menghasilkan energi listrik pada spectrum yang luas mulai dari panjang gelombang 300 sampai 1.100 nanometer. Respon relatif terbesar diberikan cahaya dengan panjang gelombang sekitar 525 nanometer yaitu pada cahaya hijau.

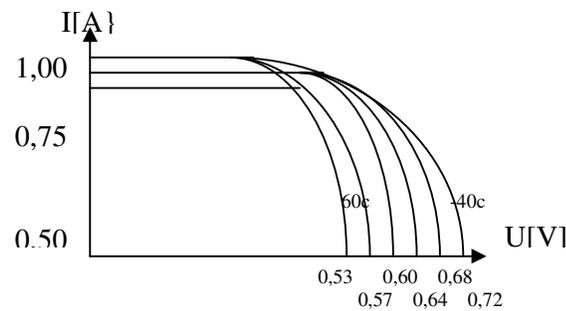


Gambar 9  
Karakteristik respon spektral  
(Solarex: 31)

Sel surya juga menghasilkan energi listrik bila disinari oleh lampu pijar atau sumber cahaya yang lain. Sel surya berguna dalam penerapan fotoelektrik. Terdapat beberapa kemungkinan perbedaan, tentang bagaimana sel surya dibuat dalam pengertian bahwa sel surya adalah hubungan antara bahan-bahan semikonduktor atau bahan semikonduktor dengan bahan metal lainnya, yang pada kenyataannya adalah sel silikon.

#### 4. Pengaruh temperatur terhadap daya solar sel

Dengan penyinaran yang konstan, daya solar sel berkurang sesuai dengan kenaikan temperatur. Hal ini sesuai dengan sifat tegangan beban nol dan berlawanan dengan arus hubung singkat. Tegangan beban nol berkurang sesuai dengan kenaikan temperatur yang besarnya lebih kurang 3 mV/K. Sedangkan arus hubung singkat akan bertambah sesuai dengan naiknya temperatur yang besarnya lebih kurang 0,1%/K. Grafik kenaikan temperatur terhadap daya dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 10  
Pengaruh temperatur terhadap daya solar sel  
(Karmon Sigalingging, 1994:11)

Dari grafik dapat dilihat bahwa penurunan tegangan jauh lebih besar dibandingkan dengan kenaikan arus. Sebaiknya solar sel ditempatkan pada temperatur yang agak dingin agar penurunan tegangan tidak terlalu besar. Walaupun hal ini agak sukar sebab solar sel akan memanaskan sendiri apabila sinar yang jatuh padanya.

5. Pengaruh luas permukaan solar sel terhadap daya

Luas solar sel mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh solar sel tersebut dalam hal ini hubungannya adalah linier. Misalnya solar sel dengan luas penampang 100 cm dayanya akan dua kali lebih besar dibandingkan dengan solar sel yang luasnya 50 cm (Karmon Sigalingging, 1994:15).

6. Efisiensi solar sel

Daya suatu solar sel dipengaruhi oleh variabel yang lain yaitu:

a. Kerugian refleksi

Kerugian refleksi adalah bagian dari sinar matahari yang melalui permukaan sel direfleksikan dan menghilang. Beban silikon dapat merefleksikan sinar matahari sampai 36%. Untuk mengurangi refleksi ini dimungkinkan dengan penyempurnaan permukaan sel sehingga kerugian refleksi dapat dibatasi  $\pm 4\%$  (Karmon S, 1994:18).

b. Cahaya tak terabsorpsi

Cahaya tak terabsorpsi adalah bagian penyinaran yang hanya mendapatkan energi kecil dan mengakibatkan tidak adanya valensi elektron pada daerah ikatan (Karmon S, 1994:18).

7. Rangkaian seri dan parallel solar sel

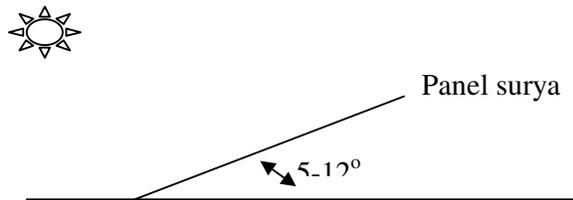
Bila solar sel dihubungkan secara seri maka tegangan yang dibangkitkan akan semakin besar tetapi arus yang dibangkitkan tetap.

Sedangkan jika dihubungkan paralel maka arus yang dibangkitkan akan semakin besar tetapi tegangan yang dibangkitkan tetap (Karmon S, 1994:28).

#### 8. Pengaruh posisi cahaya matahari terhadap daya solar sel

Cahaya matahari yang mengenai permukaan sambungan p-n solar sel akan maksimal bila cahaya yang jatuh pada permukaan solar sel dan tegak lurus, karena matahari terus mengorbit pada lintasan tertentu maka hal ini sulit untuk dilakukan. Hal ini sangat penting untuk pemasangan solar sel agar dapat menangkap sinar matahari secara maksimum.

Untuk wilayah Indonesia pemasangan panel surya dengan kemiringan sampai  $12^\circ$ .



Gambar 11  
Pemasangan panel surya  
(Karmon Sigalingging, 1994:8)

### E. Penstabil Tegangan Dan Penguat

Penstabil tegangan dan penguat adalah dua bagian dari rangkaian charger handphone dengan tenaga surya yang berfungsi sebagai pengaturan fluktuasi tegangan out-put yang dihasilkan oleh sel surya, sedangkan penguat arusnya adalah berfungsi sebagai pelipat gandakan arus.

#### 1. Penstabil tegangan

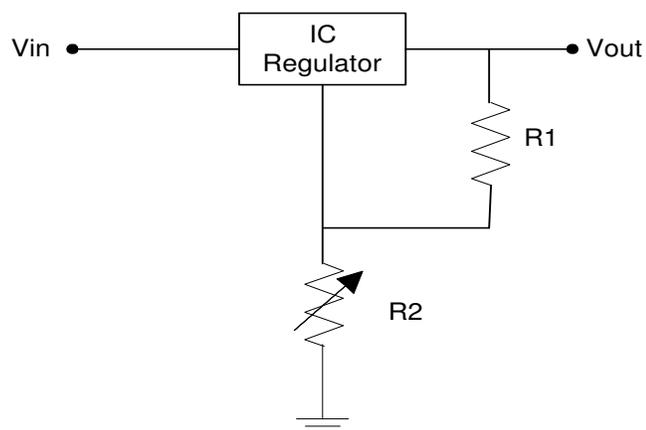
Penstabil tegangan arus searah yang dihasilkan oleh sel surya diperlukan untuk mengatur tegangan out-put dari charger agar stabil dan

konstan. Penstabilan fluktuasi tegangan arus searah yang dihasilkan oleh sel surya dapat dilakukan dengan cara memasang *Integrated Circuit (IC)* regulator yang akan menghasilkan tegangan keluaran tertentu dan konstan sesuai dengan kebutuhan charger handphone yang digunakan. IC regulator ini dipasang sesudah rangkaian sel surya dan sebelum ke rangkaian penguat. Pemasangannya adalah pada in-put IC regulator mendapatkan positif tegangan, sedangkan bagian ground (kaki tengah) mendapatkan negatif dan untuk bagian out-put dihubungkan ke bagian penguat.

Gambar 12 menunjukkan pemasangan IC regulator variabel. IC regulator variabel adalah regulator yang dapat diubah-ubah tegangan keluarannya dengan menerapkan perbandingan nilai R1 dan R2 . Rumus IC regulator variabel adalah sebagai berikut:

$$V_{out} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} (1,25V)$$

(Malvino, 931)



Gambar 12  
Pemasangan IC regulator  
(Wasito S, 1995: 118)

## 2. Penguat arus searah

Pada rangkaian *charger handphone* dengan tenaga surya untuk mendapatkan arus yang lebih besar, dapat menggunakan transistor yang dipasang dengan rangkaian *common emitter* yang terpasang seri dengan beban.

Itulah sebabnya rangkain itu disebut pengatur seri. Keutamaan pada pengatur seri adalah besarnya disipasi daya pada transistor penguat.

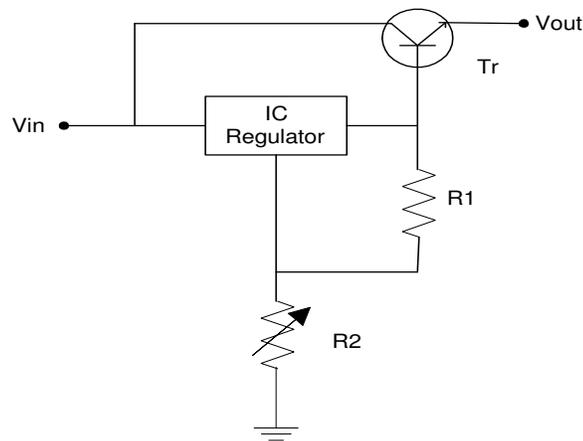
$$P_o = V_{ce} \cdot I_c$$

Dimana:

$V_{ce}$  = tegangan kolektor emitter,  $V_{in}-V_{out}$

$I_c$  = arus beban ditambah arus pembagi

Gambar 13 menunjukkan pemasangan transistor sebagai penguat arus yang dipasang seri dengan IC regulator variabel.



Gambar 13  
Pemasangan transistor penguat  
(Malvino, 935)

## F. Baterai

Baterai merupakan peralatan penting pada *handphone*. Baterai menyimpan energi yang diterimanya dan digunakan sebagai sumber tenaga bagi *handphone*. Baterai yang digunakan *handphone* adalah baterai jenis sekunder yaitu baterai yang dapat diisi dan dikosongkan berulang-ulang.

Hal-hal yang mendapat perhatian dari baterai ini adalah:

### 1. Kapasitas

Satuan kapasitas suatu baterai adalah Ampere Jam (Ah). Biasanya informasi ini terdapat pada label suatu baterai, misalnya suatu baterai dengan kapasitas 100 Ah akan penuh terisi dengan arus 1 Ampere selama (100) jam. Waktu pengisian ini ditandai dengan kode K100 atau C100 pada temperatur 25° C.

Umumnya arus pengisian yang diijinkan maksimum  $\frac{1}{10}$  dari kapasitasnya. Oleh karena itu waktu pengisian yang baik tidak kurang dari 10 jam dan dalam kenyataannya dengan waktu tersebut pengisian baru mencapai 80% (Drs. Karmon Sigalingging, 1990).

### 2. Kepadatan energi

Pada pemakaian tertentu, kepadatan energi sangat penting. Nilainya terletak pada 30 Wh/Kg untuk C10 dan temperatur 25° C.

### 3. Penerimaan arus pengisian yang kecil

Baterai harus dapat diisi dengan arus pengisian yang agak kecil (pada cuaca buruk sekalipun) sehingga tidak ada energi surya yang terbuang begitu saja.

4. Efisiensi Ah ( $\eta_{Ah}$ )

Baterai menyimpan dengan jumlah AmpereJam, dengan suatu efisiensi Ah ( $\eta_{Ah}$ ) dibawah 100%. Efisiensi ini disebut juga dengan istilah efisiensi "*Coulombscher*".

5. Efisiensi Wh ( $\eta_{Wh}$ )

Efisiensi Wh adalah perbandingan energi yang ada dan yang dapat dikeluarkan. Efisiensi Wh selalu lebih rendah dari Ah dan biasanya 80%.

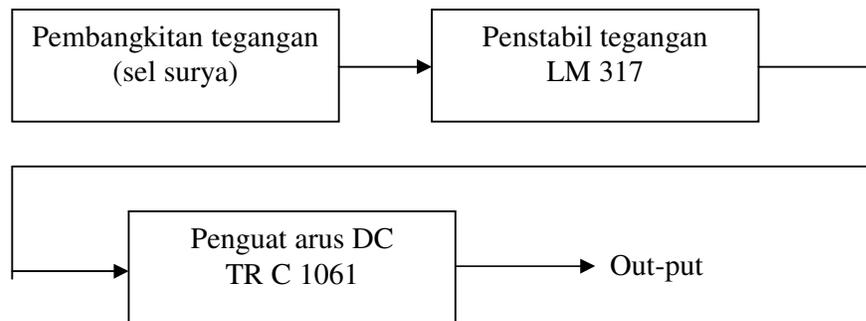
### BAB III

#### PERENCANAAN ALAT

##### A. Desain Alat

Perangkat eksperimen yang diperlukan dalam penelitian ini adalah (a) rangkaian *charger handphone* dengan tenaga surya, (b) perakitan *charger handphone* dengan tenaga surya, (c) pengukuran. Sedangkan perakitan meliputi: (1) persiapan bahan dan alat, (2) pemasangan komponen yang diurutkan dari depan yaitu dari rangkaian sel surya bertahap hingga ke rangkaian penstabil tegangan dan penguat.

Desain pembuatan penstabil fluktuasi tegangan *charger handphone* dengan tenaga surya adalah dimulai dari pembuatan blok diagram rangkaian.



Gambar 14  
Diagram blok rangkaian

Adapun jabaran tiap bagian dari blok adalah sebagai berikut:

a. Pembangkitan tegangan

Pembangkitan tegangan direncanakan dengan menggunakan solar sel dengan jenis sel surya a-Silikon (a-Si) yang bekerja secara langsung

mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Module sel yang digunakan adalah dengan ukuran 10 cm x 6 cm. Sel surya ini mengeluarkan tegangan maksimal sebesar 3,6 volt. Pemasangan sel surya ke dalam rangkaian adalah dengan dipasang seri, sehingga sel surya rangkaian terdiri dari 2 buah module sel surya dan menghasilkan tegangan keluaran maksimal 7,2 volt.

b. Penstabil tegangan

Penstabil fluktuasi tegangan arus searah hasil pembangkitan solar sel direncanakan menggunakan pengaturan otomatis dari IC regulator LM317 yang dipasang dengan penambahan R1 dan R2. Tegangan keluaran dari IC regulator LM 317 ini diatur dengan perbandingan besarnya R1 dan R2. Tegangan keluaran ini direncanakan mengeluarkan out-put sebesar  $\pm 4,5$  volt. IC regulator LM 317 dipasang secara seri sebelum transistor penguat.

Untuk menghasilkan nilai tegangan keluaran IC ini dapat ditentukan dengan rumus:

$$V_o = \frac{R1 + R2}{R1} \cdot 1,25$$

Nilai 1,25 adalah Vref IC LM 317 yang dapat dilihat pada tabel buku data IC. Untuk menetapkan tegangan keluaran sebesar 4,5 Volt dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$V_o = \frac{R1 + R2}{R1} \cdot 1,25$$

$$R2 = \frac{V_o.R1}{1,25} - R1$$

$$R2 = \frac{4,5.2}{1,25} - 2$$

$$R2 = \frac{9}{1,25} - 2 = 5,2K\Omega$$

dengan besarnya nilai R2 diset sebesar 5,2 K $\Omega$ , maka tegangan yang dihasilkan adalah sebesar  $V_o = 4,5$  Volt.

c. Penguat arus DC

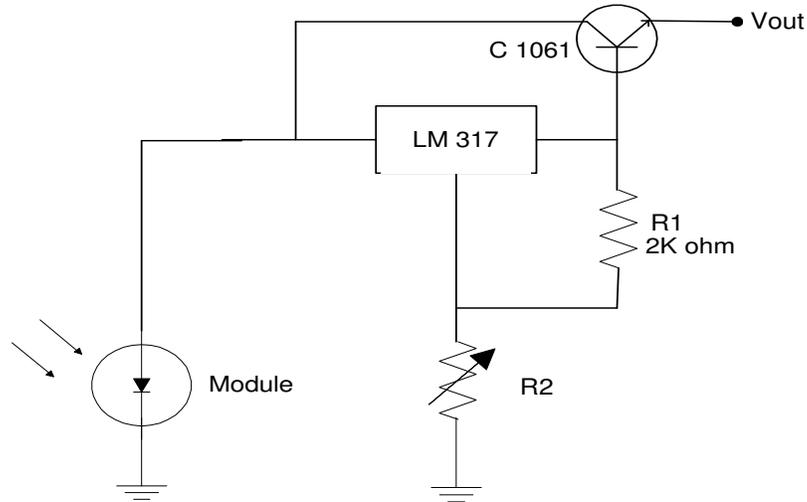
Pendorong arus keluaran regulator direncanakan dengan menggunakan transistor type C1061. Transistor ini berdasarkan buku data dan persamaan transistor mempunyai penguatan arus sebesar 400 kali. Pemasangan transistor C 1061 diseri sesudah rangkaian penstabil tegangan.

## B. Bahan

Dalam penelitian ini bahan-bahan yang digunakan antara lain adalah sebagai berikut:

1. Module surya ukuran 10 cm x 6 cm
2. IC regulator LM 317
3. Transistor C 1061
4. Resistor
5. Variabel Resistor
6. Handpone Merk Nokia

### C. Gambar Rangkaian Penstabil Tegangan



Gambar 15  
Rangkaian penstabil tegangan *charger handphone* dengan tenaga surya

### D. Cara Kerja Rangkaian

Cahaya matahari yang diterima oleh sel surya akan menghasilkan tegangan yang besarnya tertentu. besarnya tegangan dari sel surya ini adalah sebanding dengan jumlah energi foton dari cahaya yang diterima oleh sel surya. Energi cahaya yang telah diubah menjadi energi listrik oleh sel surya ini masih belum stabil

Fluktuasi tegangan keluaran ini akan distabilkan oleh IC regulator LM 317. tegangan yang dihasilkan dari IC regulator ini adalah konstan. Besarnya tegangan dapat ditentukan dengan pengaturan perbandingan R1 dan R2. IC regulator LM 317 mempunyai *droop out voltage* sebesar 2 – 3 volt. Dengan besar *droop out voltage* 2 – 3 volt ini maka tegangan input dari IC regulator

LM 317 harus sebesar 2 volt ditambah tegangan outputnya. Sebagai contoh apabila tegangan keluaran IC regulator sebesar 4 volt maka tegangan inputnya adalah 2 volt ditambah 4 volt atau sebesar  $< 6$  volt.

Transistor C 1061 dipasang seri dengan IC regulator LM 317 yang berfungsi untuk menguatkan arus. Besarnya penguatan arus transistor ini adalah sebesar 400 kali. Penguatan arus ini dimaksudkan untuk memperoleh daya keluaran yang besar.

Daya keluaran ini yang akan digunakan untuk mengisi baterai *handphone*. Besarnya tegangan keluaran yang digunakan untuk mengisi *handphone* adalah sebesar 4,5 volt sesuai dengan kapasitas tegangan dari baterai *handphone*.

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **E. Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen riil yang dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Yang dijadikan objek dalam penelitian ini adalah *charger handphone* dengan tenaga surya

Metode eksperimen merupakan penelitian dengan memanipulasi suatu variable dengan sengaja dilakukan untuk melihat efek yang terjadi dari tindakan tersebut (Sudjana, 1989). Jadi eksperimen merupakan observasi dibawah kondisi buatan, dimana kondisi tersebut dibuat dan diatur oleh peneliti. Pada penelitian eksperimen ini digunakan pola penelitian *the one shoot case study* dimana perlakuan atau *treatment* hanya satu jenis kemudian dilakukan pengukuran terhadap alat.

Data yang diperoleh merupakan data kuantitatif, yaitu berupa angka-angka kemudian analisis dilakukan dengan cara membandingkan hasil perhitungan dan hasil pengukuran rangkaian.

#### **F. Teknik Analisis Data**

Data yang diperoleh dianalisis secara teoritis dengan menggunakan pendekatan teoritis yang melandasinya. Adapun paparan analisisnya dilakukan secara deskriptif prosentase sesuai dengan fenomena teknis yang lengkap

Untuk dapat memperoleh prosentase kesalahan dari suatu nilai pengukuran dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% = \frac{n - N}{N} \times 100$$

dengan:

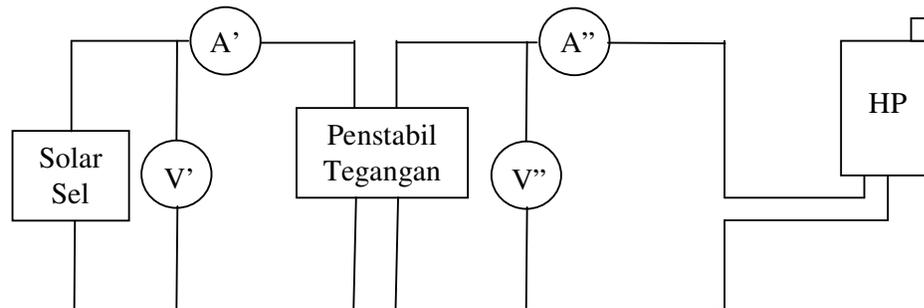
% = Persen kesalahan pengukuran

n = Nilai yang diperoleh dari hasil pengukuran

N = Nilai yang diperoleh dari hasil perhitungan

### G. Pengujian Alat

Pengujian yang dilakukan adalah dengan melakukan pengujian besaran tegangan penstabilan tegangan *charger handphone* dengan tenaga surya seperti pada gambar berikut:



Ket: V' = Voltmeter sebelum penstabil tegangan  
 V'' = Voltmeter sesudah penstabil tegangan  
 A' = Amperemeter sebelum penstabil tegangan  
 A'' = Amperemeter sesudah penstabil tegangan

Gambar 16  
 Pengujian penstabil tegangan *charger handphone* dengan tenaga surya

## H. Alat Pengukuran Yang digunakan

Tabel 1. Tabel alat dalam modul eksperimen

No	Nama Alat	Spesifikasi	Fungsi
1.	Multimeter	Merk SANWA Kecermatan 1% BU Tegangan 1000 Volt DC/AC BU Arus 500 mA	Dipergunakan untuk mengukur keluaran rangkaian.
4.	Luxmeter	HIOKI Batas Ukur Atas 3000 lux	Dipergunakan untuk mengukur intensitas cahaya matahari
5.	Tool set		Pemasangan rangkaian

## I. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa besaran-besaran arus cahaya dan tegangan stabilisasi serta waktu untuk melakukan pengisian (*charging*) *handphone*.

Tabel 2. Tabel pengukuran

No.	Waktu pengisian	Lux cahaya	Tegangan input	Tegangan output

## BAB V

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

Penelitian yang dilakukan adalah pengujian penstabilan tegangan pada rangkaian charger handphone tenaga surya. Dengan hasil pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Data pengukuran charger handphone tenaga surya sebelum dipasang penstabil tegangan.

No.	Jam	Intensitas Cahaya	Pengukuran		Kondisi HP
			Vo' (V)	Io' (mA)	
1.	07.00	2700	6,7	18	Mengisi
2.	08.00	2850	7,0	18	Mengisi
3.	09.00	2800	7,1	18	Mengisi
4.	10.00	3000	7,2	20	Mengisi
5.	11.00	2700	6,8	17	Mengisi
6.	12.00	3000	7,2	20	Mengisi
7.	13.00	3000	7,2	20	Mengisi
8.	14.00	2800	7,0	18	Mengisi
9.	15.00	2800	7,1	18	Mengisi
10.	16.00	2800	7,0	18	Mengisi

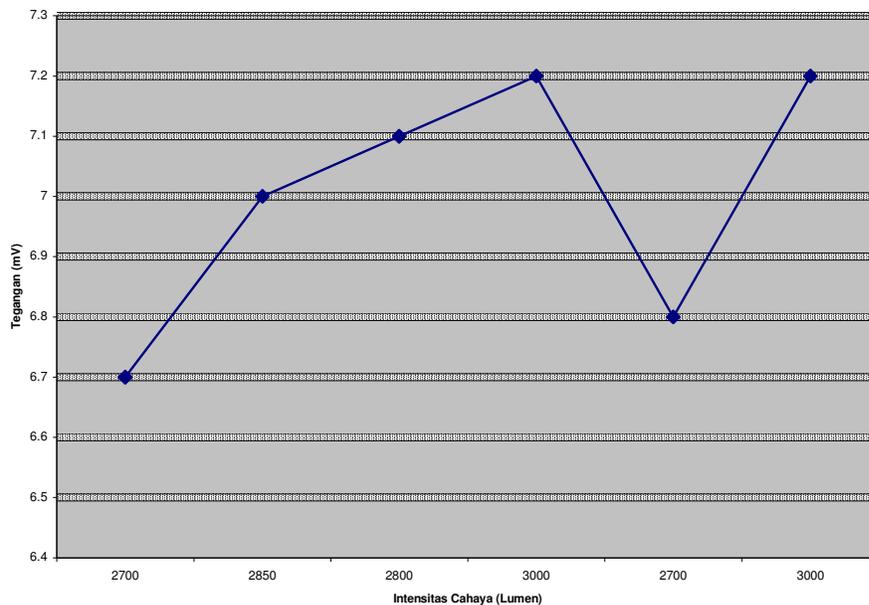
Ket: Vo' = Tegangan pengukuran sebelum penstabil tegangan

Io' = Arus pengukuran sebelum penstabil tegangan

Dibawah ini menunjukkan grafik hubungan antara intensitas cahaya matahari dengan tegangan yang dihasilkan oleh charger handphone tenaga surya yang belum dilengkapi dengan penstabilan tegangan. Hubungan yang terbentuk bersifat linier. Semakin besar intensitas cahaya matahari yang diterimakan oleh sel surya pada charger handphone tenaga surya maka akan semakin besar pula tegangan yang dihasilkan charger handphone tenaga surya tersebut.

Nilai tegangan tertinggi yang dihasilkan sebesar 7, 2 mV dengan intensitas cahaya menunjukkan 3000 lux. Sedangkan nilai tegangan terendah yang dihasilkan sebesar 6,7 mV dengan intensitas cahaya menunjukkan 2700 lux. Dengan rentang waktu pengukuran dari pukul 07.00 WIB sampai dengan pukul 16.00 WIB.

Grafik 5. Hubungan intensitas cahaya matahari dengan tegangan yang dihasilkan oleh charger handphone tenaga surya sebelum dipasang penstabil tegangan.



Tabel 4. Data pengukuran charger handphone tenaga surya sesudah dipasang penstabil tegangan.

No.	Jam	Intensitas Cahaya	Pengukuran		Kondisi HP
			Vo'' (V)	Io'' (mA)	
1.	07.00	2700	4,4	17	Mengisi
2.	08.00	2850	4,5	17	Mengisi
3.	09.00	2800	4,5	17	Mengisi
4.	10.00	3000	4,5	19	Mengisi
5.	11.00	2700	4,4	15	Mengisi
6.	12.00	3000	4,5	19	Mengisi
7.	13.00	3000	4,5	19	Mengisi
8.	14.00	2800	4,5	17	Mengisi
9.	15.00	2800	4,5	17	Mengisi
10.	16.00	2800	4,5	17	Mengisi

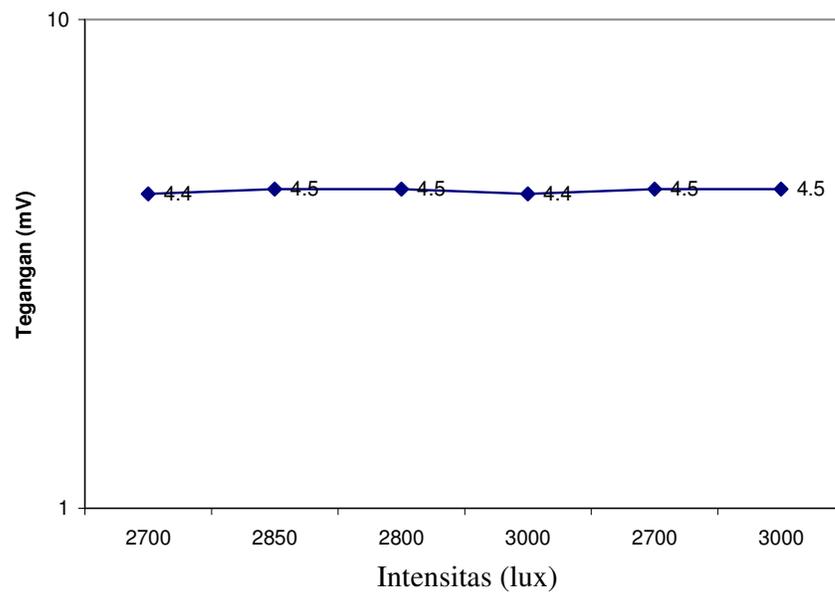
Ket: Vo'' = Tegangan pengukuran sesudah penstabilan tegangan

Io'' = Arus pengukuran sesudah penstabilan tegangan

Grafik hubungan intensitas cahaya matahari dengan tegangan yang dihasilkan oleh charger handphone tenaga surya dengan dipasang penstabil tegangan adalah nonlinier atau konstan. Nilai fluktuasi intensitas cahaya yang dihasilkan tidak berpengaruh besar terhadap nilai tegangan yang dihasilkan atau lebih bersifat tetap. Nilai intensitas cahaya terendah sebesar 2700 lumen sampai nilai tertinggi yaitu sebesar 3000 lumen. Dengan keluaran tegangan

adalah konstan sebesar 4, 5 mV pada pengukuran dari pukul 07.00 WIB sampai dengan 16.00 WIB.

Grafik 6. Hubungan intensitas cahaya dengan tegangan yang dihasilkan charger handphone tenaga surya setelah dipasang penstabil tegangan.



### 1. Analisis tegangan yang diukur

Tabel 3 dan 4 memperlihatkan tentang hasil pengukuran tegangan pada charger handphone tenaga surya. Pada tabel 3 menunjukkan hasil pengukuran tegangan sebelum charger dipasang penstabil tegangan. Sedangkan tabel 4 menunjukkan hasil pengukuran tegangan sesudah charger dipasang penstabil tegangan. Analisis dilakukan dengan mengelompokkan data yang diperoleh terhadap pengukuran tegangan. Analisis kelompok tegangan sebelum dipasang penstabil tegangan ( $V_o'$ ) dan kelompok data tegangan yang sudah dipasang penstabil tegangan

(Vo”) terhadap tegangan yang dijadikan pembanding (Vo). Diperoleh pembahasan sebagai berikut:

a. Analisis tegangan sebelum dipasang penstabil tegangan

Dari tabel pengukuran tegangan sebelum penstabilan tegangan diperoleh perhitungan rata-rata, mean dan deviasi.

	<b>Vo'</b>	<b>Vo</b>
<b>N=10</b>	$\Sigma X_1 = 70,3$ $M_1 = 7,03$ $\Sigma X_1^2 = 0,26$	$\Sigma X_2 = 45$ $M_2 = 4,5$ $\Sigma X_2^2 = 0$

M<sub>1</sub> adalah mean dari masing masing kelompok yang dapat dicari dengan rumus:

$$M_1 = \frac{\Sigma X_1}{N_1} \quad \text{dan} \quad \frac{\Sigma(X_1)^2 - \frac{\Sigma X_1^2}{N_1}}$$

dengan diketahui nilai Mean dan Deviasi maka nilai t dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$t = \frac{M_2 - M_1}{\sqrt{\frac{\Sigma X_1^2 + \Sigma X_2^2}{N(N-1)}}}$$

$$t = \frac{4,5 - 7,03}{\sqrt{\frac{0,26 + 0}{10(10-1)}}} = \frac{-2,53}{\sqrt{\frac{0,26}{90}}} = \frac{-2,53}{0,05}$$

$$t = -50,6$$

$$d.b = (N_1 + N_2) - 2 = 20 - 2 = 18$$

b. Analisis tegangan sesudah dipasang penstabil.

Dari tabel pengukuran tegangan sesudah penstabilan tegangan diperoleh perhitungan rata-rata, mean dan deviasi

	<b>Vo''</b>	<b>Vo</b>
<b>N=10</b>	$\Sigma X_1 = 44,8$ $M_1 = 4,48$ $\Sigma X_1^2 = 0,016$	$\Sigma X_2 = 45$ $M_2 = 4,5$ $\Sigma X_2^2 = 0$

dengan diketahui nilai Mean dan Deviasi maka nilai t dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$t = \frac{M_2 - M_1}{\sqrt{\frac{\Sigma X_1^2 + \Sigma X_2^2}{N(N-1)}}}$$

$$t = \frac{4,5 - 4,48}{\sqrt{\frac{0,016 + 0}{10(10-1)}}} = \frac{0,02}{\sqrt{\frac{0,016}{90}}} = \frac{0,02}{0,014}$$

$$t = 1,54$$

$$d.b = (N_1 + N_2) - 2 = 20 - 2 = 18$$

Besarnya penurunan tegangan Vo' dengan Vo'' dapat diketahui sebagai berikut:

$$\Delta V = \frac{\Sigma V_{o'} - \Sigma V_{o''}}{\Sigma V_{o'}} \times 100\%$$

$$\Delta V = \frac{70,3 - 44,8}{70,3} \times 100\%$$

$$\Delta V = 36,3\%$$

Prosentase penurunan tegangan adalah sebesar 36,3%.

## B. Pembahasan

Hasil pengukuran diatas dilakukan dari pukul 07.00 sampai dengan pukul 16.00 pada keadaan cuaca cerah dan panas. Didapatkan intensitas cahaya matahari berkisar antara 2700 lux sampai dengan 3000 lux. Pada nilai intensitas cahaya matahari terbesar 3000 lux didapatkan tegangan sebesar 7,2 volt dengan arus sebesar 20 mA. Pada kondisi ini handphone menunjukkan pengisian energi listrik dari charger handphone tenaga surya. Sedangkan pada nilai intensitas cahaya matahari terendah yaitu 2700 lux dihasilkan nilai tegangan 6,7 volt dan besarnya arus 18 mA. Pada kondisi ini handphone menunjukkan pengisian energi listrik dari charger.

Perhitungan tegangan yang diukur sebelum penstabilan tegangan diperoleh harga kritik pada  $t.s_{0,05}=1,75$  dan  $t.s_{0,01}=2,55$ . Sehingga nilai  $t=50,6 < 1,75 < 2,55$ . Terjadi perbedaan tegangan yang besar antara tegangan yang dihasilkan charger handphone tenaga surya sebelum dipasang penstabil tegangan dengan rata-rata sebesar 7,03 volt dengan tegangan yang diharapkan yaitu 4,5 volt.

Perhitungan tegangan yang diukur sesudah penstabilan tegangan dengan diketahui nilai  $t$  maka diperoleh harga kritik pada  $t.s_{0,05}=1,75$  dan  $t.s_{0,01}=2,55$ . Sehingga nilai  $t=1,54 < 1,75 < 2,55$ . Tidak ada perbedaan tegangan yang berarti antara tegangan yang dihasilkan charger handphone tenaga surya sesudah dipasang penstabil tegangan rata-rata sebesar 4,48 volt dengan tegangan yang diharapkan yaitu 4,5 volt

Perhitungan diatas dapat diketahui bahwa tegangan yang diharapkan ( $V_o$ ) terhadap tegangan sebelum penstabilan ( $V_o'$ ) terdapat perbedaan yang sangat signifikan yaitu  $t=-50,6$ . Sedangkan tegangan yang diharapkan ( $V_o$ ) terhadap tegangan sesudah penstabilan ( $V_o''$ ) tidak terdapat perbedaan yang signifikan yaitu  $t=1,54$ .

## **BAB VI**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **C. Simpulan**

Dari hasil penelitian dan analisis, dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Charger handphone tenaga surya dibuat dengan menggunakan sel surya yang berfungsi mengubah cahaya matahari menjadi tenaga listrik.
2. Penstabilan fluktuasi tegangan hasil sel surya dilakukan dengan memasang IC LM 317 yang dapat mengeluarkan tegangan keluaran yang konstan.
3. Pengisian baterai handphone dapat dilakukan dari pukul 07.00 sampai dengan pukul 16.00 dengan kondisi cuaca cerah. Pada cuaca mendung dan hujan, pengisian tidak dapat dilakukan.

#### **D. Saran**

Untuk menyempurnakan dan lebih mengembangkan rangkaian charger handphone tenaga surya ini, maka dikemukakan saran-saran sebagai berikut:

1. Charger handphone tenaga surya ini bersifat alternatif dan emergency. Dalam hal ini charger handphone tenaga surya efektif digunakan dalam keadaan tidak ada sumber listrik baik sumber dari PLN atau sumber dari pembangkit lain yang lebih besar dalam penyediaan tenaga listrik.
2. Charger handphone ini hanya inovatif dan tidak efektif digunakan dalam masyarakat dikarenakan harga dari solar sel yang relative mahal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, Prof.Wiranto. 1995. *Teknologi Rekayasa Surya*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Artono Koestoer, Raldi. 2002. *Perpindahan Kalor*. Jakarta: Salemba Teknik
- Buletin Kalisda. Edisi Maret 1991. *Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Jakarta: PT.Alteri Energi Surya
- IIDA, Masamori. 1982. *Fisika dan Teknologi Semikonduktor*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Karman. 1983. *Elektronika Semikonduktor*. Bandung : IKIP Bandung
- Malvino. *Electronic Principles*. Glancoe: McDraw Hill.
- Sigalingging, Karmon. 1995. *Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Bandung: Tarsito
- Suryabrata, Sumadi. 1983. *Metodologi Penelitian*. Jakarta: Rajawali Pers
- Timoteus, Chris. 1986. *Sistem Telekomunikasi I*. Jakarta: penerbit Erlangga
- Walpole, Ronald E. 1997. *Pengantar Statistika*. Jakarta. PT.Gramedia Pustaka Utama
- Wasito S. 1995. *Vedemekum Elektronika*. Jakarta: PT. Gramedia