



RANCANG BANGUN ALTERNATIF CHARGER HANDPHONE TENAGA SURYA (SOLAR CELL)

M. Soleh Hapudin¹, Andika²

^{1,2}Akademi Teknik Telekomunikasi Sandhy Putra Jakarta

¹hms_hapudin@yahoo.com, ²andikatelkom15@yahoo.com

ABSTRAK

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 charger handphone tenaga surya dengan menggunakan penstabil tegangan.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian deskriptif persentase. 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.

Hasil akhir dari penelitian Proyek Akhir ini adalah prancangan charger dengan menggunakan modul panel surya. Panel surya ini dimaksudkan sebagai pembangkit tenaga listrik. Tegangan yang keluar dari modul (solar cell) ini belum stabil sehingga digunakan rangkaian regulator dengan IC LM317 untuk menstabilkan tegangan. Pengisian baterai dapat dilakukan pada pukul 07.00 sampai dengan pukul 16.00 dengan keadaan cuaca tentunya cerah.

Kata Kunci: Panel Surya (Solar Cell), IC LM 317 dan Konektor.

ABSTRACT

Background study of needs of alternative energy that is used to meet the energy needs of mobile communications equipment in areas where there is no electricity supply and electricity generation and alternative sources of emergency. The problem studied is how to make solar mobile phone charger design. The purpose of this study was to design a solar-powered cellular phone charger.

The research method used is descriptive research method percentage. The data obtained is the amount of stabilization and then compared with the results of the calculation. With a research method can be searched on the average output voltage and the voltage difference before stabilizing voltage and stabilizing the voltage value after the expected voltage value equal to 4.5 volts.

The final results of this study is the filler prancangan Final Project with solar panel modules. The solar panel is intended as a powerhouse. The voltage that comes out of the module (solar cells) are unstable, so use with LM317 IC regulator circuit for stabilizing the voltage. Charging the battery can be carried out in 0700 to 16.00 hours with sunny weather conditions of course.

Keywords: Solar (cell solar), IC LM 317, and Connector

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengisi daya baterai perangkat digunakan untuk meletakkan energi ke dalam sel sekunder atau (*rechargeable*) baterai dengan memaksa suatu arus listrik melalui charger. Pengisi daya sederhana ini bekerja dengan menyediakan sebuah konstanta atau *DC pulsed DC* daya sumber untuk baterai sedang diisi. Pengisi daya yang sederhana tidak mengubah output berdasarkan waktu atau muatan pada baterai. Kesederhanaan ini berdasarkan waktu atau muatan pada baterai. Kesederhanaan ini berarti bahwa charger sederhana murah, tetapi ada *tradeoff* dalam kualitas. Biasanya, charger sederhana waktu lebih lama untuk mengisi baterai untuk mencegah parah *over-charging*. Meskipun demikian, baterai yang tersisa di charger sederhana untuk terlalu lama akan menjadi lemah atau hancur karena *over charging*.

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 faktor 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. Untuk menjawab masalah yang telah diuraikan diatas maka penulis bermaksud merealisasikan suatu alat charger handphone dengan tenaga surya tersebut dengan mengambil judul Penelitian “ **Rancang Bangun Alternatif Charger Handphone Tenaga Surya (Solar Cell)** ”.

1.2. Maksud dan Tujuan

Tujuan dari Penelitian ini adalah mencoba melakukan penghematan listrik dan mencari alternatif lain selain sumber listrik yang digunakan, sehingga tidak tergantung dengan PLN dalam hal pengisian batere handphone dengan memanfaatkan energi tenaga surya yang diimplementasikan berupa alat regulator yang menggunakan solar cell sebagai sumber tenaga dalam pengisian batere tersebut.

Rumusan Masalah

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

- Bagaimana cara membuat alat charger handphone sebagai energi pembangkit listrik tenaga surya (solar cell).
- Bagaimana prinsip kerja alternatif charger solar cell yang menggunakan energi tenaga surya.
- Analisis solar cell.

Batasan Masalah

Agar pembahasan masalah ini lebih terfokus dan tepat sasaran, maka batasan pembahasan ini adalah:

1. Tidak membahas tentang batere handphone.
2. Membahas analisa pengisian batere.
3. Membahas tentang rancang bangun alternatif charger solar cell.

1.5. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Studi literatur

Pada tahap ini penulis melakukan pemahaman terhadap literatur yang penulis dapatkan berdasarkan topik yang telah dilakukan. Selain itu juga untuk mengetahui kondisi terkini dari topik penelitian. Pencarian data baik melalui buku, jurnal, majalah, maupun situs internet yang berhubungan dengan Penelitian ini untuk dijadikan referensi dalam pengerjaan Penelitian ini.

2. Pengumpulan data

Pada tahap ini dilakukan pengambilan data dari sampel yang telah ditentukan dengan

menggunakan alat penelitian yang telah ditentukan, serta administrasi data sehingga mudah untuk dianalisa.

II. ALTERNATIF CHARGER SOLAR CELL

2.1. Solar Cell

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)**.

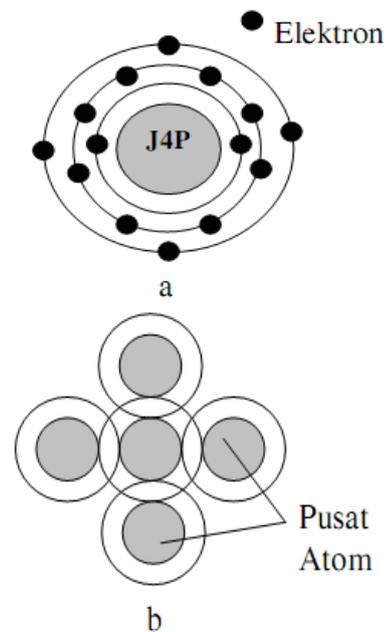
Sel surya adalah suatu elemen aktif yang mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm, yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan kutub negatif. Prinsip dasar pembuatan sel surya adalah memanfaatkan efek fotovoltaik, yaitu suatu efek yang dapat mengubah langsung cahaya matahari menjadi energi listrik. Prinsip ini pertama kali ditemukan oleh Becquerel, seorang ahli fisika berkebangsaan Perancis tahun 1839. Apabila sebuah logam dikenai suatu cahaya dalam bentuk foton dengan frekuensi 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 (Malvino, 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).

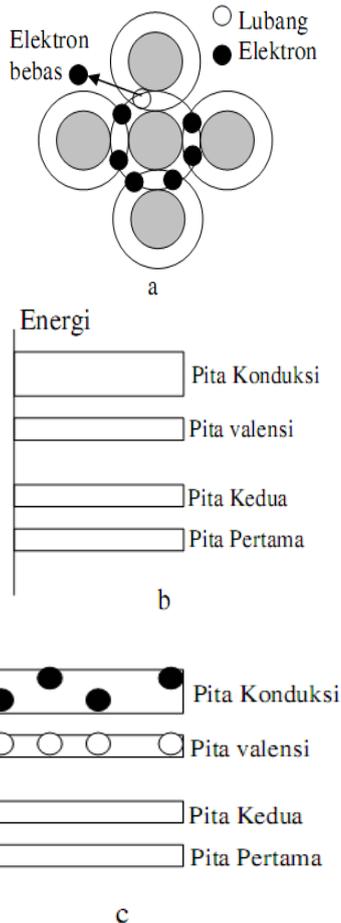


Gambar 2.1: ikatan kovalen kristal silikon

Keterangan gambar 2.1:

- Silikon
- Ikatan kovalen

Pada suhu nol absolut (0°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 2.2: kekosongan pada ikatan kovalen

Keterangan gambar 2.2:

- Sebuah lubang dan elektron bebas karena panas
- Jalur energi kristal silikon pada suhu 0°K
- Jalur energi kristal silikon diatas 0°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 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).

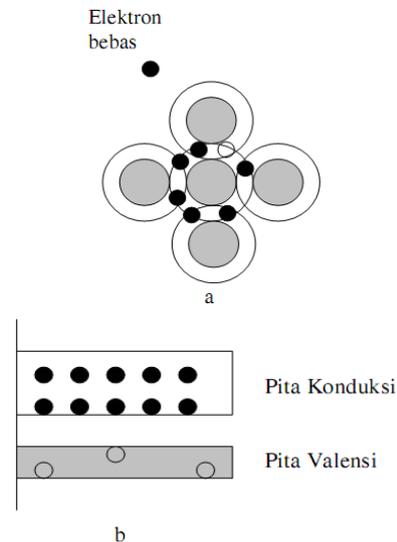
Dalam keadaan murni (*intrinsic*) dimana setiap atomnya adalah silikon atau germanium saja, semikonduktor tidak dimanfaatkan. Untuk dapat dimanfaatkan dalam piranti elektronika maka daya hantar listriknya dinaikkan dengan menambahkan ketidakmurnian (*dopping*). Semikonduktor yang sudah diberi ketidakmurnian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

- 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.

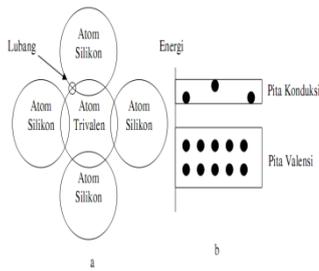


Gambar 2.3: pemberian ketidakmurnian valensi lima

Keterangan gambar 2.3:

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

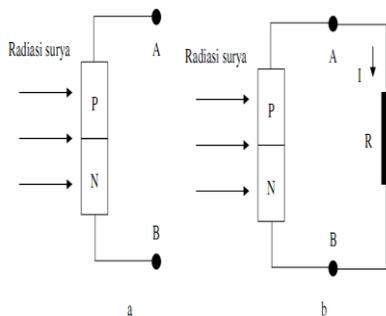
Penambahan ketidakmurnian dengan atom-atom bervalensi tiga, misalnya Galium, Boron dan Aluminium akan menghasilkan semikonduktor jenis p. Setiap atom trivalent dikelilingi oleh empat atom tetangga seperti pada gambar 2.4.a. Kekosongan satu elektron ini menyebabkan terjadinya lubang yang dapat menerima sebuah elektron sehingga semikonduktor positif disebut sebagai penerima (akseptor). Seperti pada gambar 2.4.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 2.4: pemberian ketidakmurnian vaensi tiga

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 fotovoltaiik.

Cara kerja sel surya dapat diterangkan seperti prinsip kerja dioda yang digambarkan pada gambar 2.5. 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 2.5.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 2.5. Jika kedua apitan dipasang beban R seperti gambar 2.5.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 2.5: Sambungan p-n

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:

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

(Beiser, 1983:44)

Dimana:

E = energi foton (joule)

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

ν = frekuensi cahaya dalam Hz

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

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

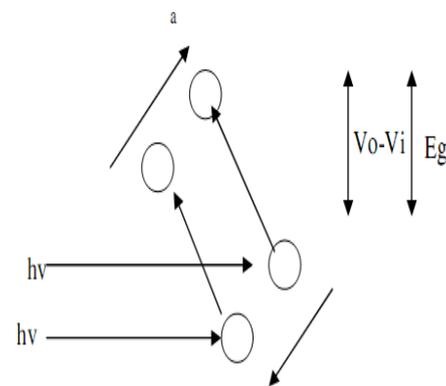
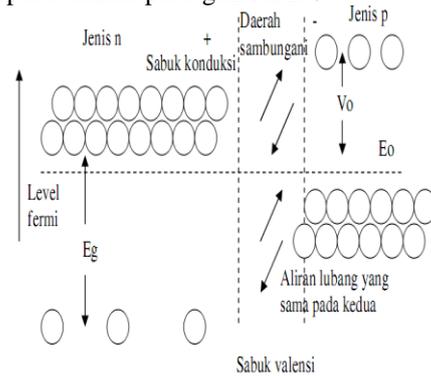
(Kadir, 1995:81)

Dimana:

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

λ = panjang gelombang dalam meter.

Energi radiasi dari sinar ultraviolet sampai inframerah dapat mengupas elektron valensi dari silikon kristal sehingga dapat membengkitkan 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 denganbeban, seperti terlihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6: kesetimbangan aliran tanpa penyinaran dan penyinaran matahari

Keterangan gambar 2.6:

a. Kesetimbangan aliran pada kondisi tanpa penyinaran matahari

- b. Kesetimbangan 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.

III. PERANCANGAN ALTERNATIF CHARGER SOLAR CELL

3.1. Proses Perancangan Alat

Pada bab ini akan membahas proses yang dilakukan terhadap alat yang akan dibuat, mulai dari perancangan pada rangkaian sampai hasil jadi yang akan difungsikan perancangan dan pembuatan alat merupakan bagian yang terpenting dari seluruh pembuatan tugas akhir. Pada prinsipnya perancangan dan sistematika yang baik akan memberikan kemudahan dalam proses pembuatan alat.

3.2. Tahap Perancangan Rangkaian Charger Solar Cell

Diagram Blok sistem pada alat adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1: blok diagram

Pada blok diagram ini listrik yang dibutuhkan untuk melakukan pengisian pada baterai **handphone** itu sendiri adalah menggunakan solar cell, kemudian akan disalurkan menuju regulator sebagai penstabil tegangan yang dikeluarkan oleh **sollar cell** dengan keluaran yang dibutuhkan oleh **handphone** yang akan diisi kembali baterainya. Adapun jabaran tiap bagian dari blok adalah sebagai berikut:

- a. Pembangkit tegangan (sel surya)

pembangkit tegangan direncanakan dengan menggunakan solar cell dengan jenis sel surya a-silikon bekerja secara langsung mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Module sel yang digunakan adalah dengan ukuran 10cm x 6cm.
- b. Penstabil Tegangan (Regulator)

Regulator adalah rangkaian regulasi atau pengatur tegangan keluaran dari sebuah catu daya agar efek dari naik atau turunnya tegangan jala-jala

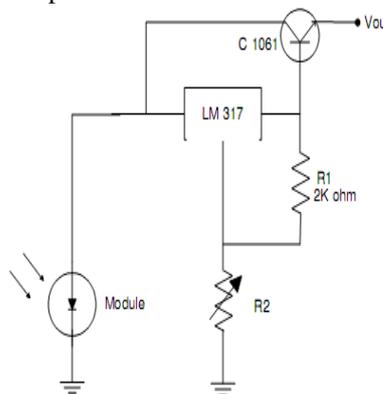
tidak mempengaruhi tegangan catu daya sehingga menjadi stabil.

Rangkaian penyearah sudah cukup bagus jika tegangan *ripple* -nya kecil, tetapi ada masalah stabilitas. Jika tegangan sel surya naik/turun, maka tegangan outputnya juga akan naik/turun. Seperti rangkaian penyearah di atas, jika arus semakin besar ternyata tegangan dc keluarannya juga ikut turun. Untuk beberapa aplikasi perubahan tegangan ini cukup mengganggu, sehingga diperlukan komponen aktif yang dapat meregulasi tegangan keluaran ini menjadi stabil.

3.2.1. Tahap Perancangan Rangkaian Regulator

Komponen yang digunakan dalam rangkaian regulator adalah sebagai berikut ini:

1. Dioda in 4002
2. IC Regulator LM 317
3. Resistor 2KΩ
4. Transistor C 1061
5. Variabel Resistor
6. Handphone Merk Nokia



Gambar 3.2: Rangkaian Regulator

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

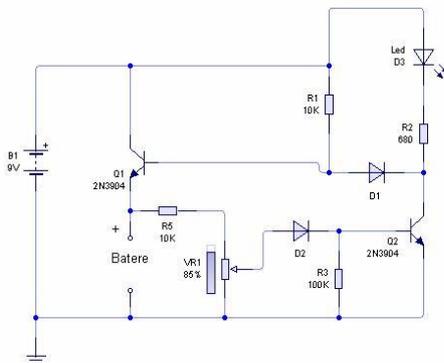
arus ini dimaksudkan untuk memperoleh daya keluaran yang besar.

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.

3.2.2 Perancangan Rangkaian Charger

Komponen yang digunakan dalam perancangan charger adalah sebagai berikut :

1. Solar Cell ukuran 12cm x 6cm
2. Resistor 10K (2 buah)
3. Resistor 680K (1 buah)
4. Resistor 100K (1 buah)
5. Variabel Resistor 85%
6. Dioda tipe 2N3904 (2 buah)
7. Dioda LED
8. Konektor
9. PCB polos



Gambar 3.3: skematik charger handphone

Pada dasarnya rangkaian yang saya rancang diatas memiliki cara kerja yang sangat sederhana, dimana rangkaian tersebut dirancang supaya tidak terjadi short circuit atau hubungan pendek antara tegangan supply dengan baterai yang akan di-charge. Memang benar jika ada salah seorang ingin mencoba untuk menghubungkan langsung antara supply dengan baterai maka baterai bisa dipastikan akan terisi. Tetapi arus yang mengalir melalui baterai yang di-charge tidak bisa dikontrol serta jika baterai sudah penuh maka baterai tersebut akan rusak atau soak jika tetap pada kondisi hubungan pendek.

Prinsip Kerja Charger Baterai

Pada saat baterai kosong kita pasang pada terminal pengisian, transistor Q1 akan langsung aktif dikarenakan arus akan mengalir melalui R1 dan akan memicu basis transistor Q1. Pada kondisi ini arus yang akan mengisi baterai sebagian besar berasal dari kolektor Q1 yang terhubung langsung dengan terminal positif supply. Kemudian selama proses pengisian berlangsung kenaikan tegangan pada baterai akan memperbesar arus yang mengalir pada basis Q2 melalui R5 10 Kohm, VR1 dan dioda D2. VR1 merupakan komponen yang digunakan sebagai kalibrasi awal untuk

menentukan posisi yang tepat dalam perencanaan proses switching rangkaian. Untuk VR1 anda bisa menggunakan trimpot atau potensio sesuai dengan selera anda. Pada awal pengisian, aturlah potensio pada posisi led indicator D3 pada kondisi mati, serta arus yang mengalir masuk pada kolektor Q1 tidak terlalu besar dan tidak terlalu kecil.

Jika baterai sudah terisi penuh maka led indicator secara otomatis akan menyala dikarenakan kenaikan tegangan pada baterai yang di-charge akan menyebabkan kenaikan arus yang mengalir pada basis transistor Q2 serta akan memutuskan siklus pengisian akibat transistor Q1 mengalami cut-off dikarenakan kekurangan arus basis. Mengapa pada kondisi tersebut Q1 akan mengalami kekurangan arus basis hal ini dikarenakan hampir semua arus yang mengalir pada R1 10 Kohm akan berpindah ke dioda D1 yang secara logika terhubung langsung dengan ground akibat Q2 mengalami jenuh.

3.3 Tahap Pembuatan Jalur Pada PCB

Dari seluruh gambar rangkaian yang akan dirancang, sebaiknya buat jalur terlebih dahulu yang nantinya akan dijadikan acuan dalam menyolder komponen diatas PCB. Pastikan semua alat dan komponen yang akan digunakan sesuai dengan apa yang ada di dalam rangkaian. Untuk memastikan nilai resistansi dan menentukan kaki pada transistor dapat menggunakan multimeter digital.

PCB merupakan papan tercetak yang digunakan untuk menempatkan komponen-komponen elektronika menjadi suatu rangkaian elektronika. PCB terbuat dari bahan partinaks yang dilapisi dengan tembaga. Lapisan tembaga ini berfungsi sebagai penghubung dan jalur antara komponen-komponen.

Dalam membuat layout di PCB ada 2 cara yang bisa dilakukan, yaitu secara manual dan secara komputer dengan software PCB, seperti Diptrace, express PCB, dll. Yang akan dibahas adalah cara membuat PCB secara Manual, yaitu:

1. Siapkan skema rangkaian yang akan dilayout, papan PCB dan spidol Marker
2. Lakukan amplas tipis saja pada sisi lempeng yang ada tembaganya.
3. Gambarlah jalur-jalur dari rangkaian dengan spidol pada lapisan tembaga dari PCB
4. Hasil akhir jalur yang digambar dengan spidol itulah yang menjadi jalur antarkomponen.

5. Titik tengah bulatan nantinya akan dilubangi dengan Bor Listrik atau Bor tangan dengan mata bor berdiameter 0,5-1mm(tergantung lebar dari kaki komponen)
6. Setelah itu dilakukan proses etching pada layout yang sudah dibuat dan dilubangi, adapun proses etching adalah sbb:
 - Siapkan larutan $FeCl_3$ (ferri clorida) dan papan PCB yang sudah ada layoutnya.
 - Siapkan air bersih yang panas atau air mendidih dalam wadah plastik.
 - Masukkan larutan $FeCl_3$ secukupnya kedalam wadah plastik yang berisi air mendidih dan masukan papan PCB yang sudah dibuat.
 - Ditunggu dan diamati sampai papan PCB melebur seluruhnya, jika sudah angkat dan bersihkan dengan air mengalir.
 - Untuk membersihkan gambar layout, gosok dengan amplas pelan-pelan sambil disirami air bersih.
 - Periksa jika ada jalur yang putus dan bersihkan.
7. Setelah proses etching papan PCB sudah bisa digunakan dan dipasang komponen yang dibutuhkan.

Setelah pembuatan Layout pada PCB tahap selanjutnya adalah memasang komponen pada tempatnya dan merakitnya. Merakit komponen harus dilakukan hati-hati. Komponen harus terpasang tepat pada tempatnya. Setelah komponen ditempatkan pada jalurnya solder bagian bawah atau kaki komponen pada bagian layout dengan timah. Setelah disolder maka komponen sudah terpasang sesuai dengan rangkaiannya.

3.3.1 Tahap Merakit Komponen

Proses perakitan rangkaian :

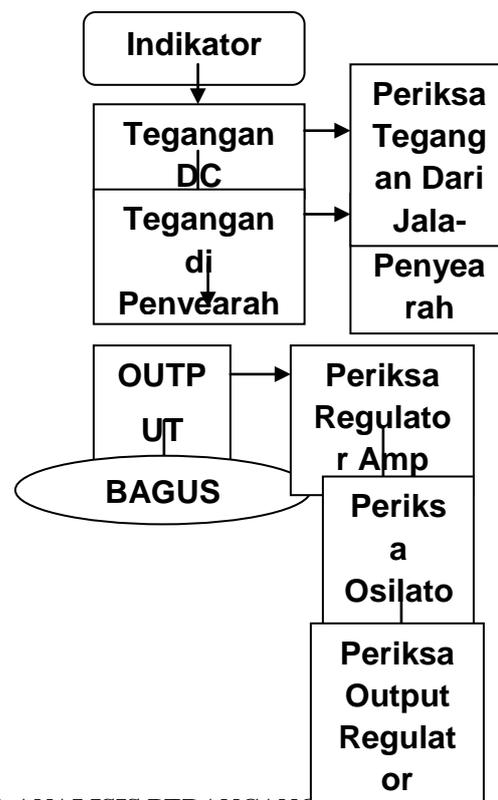
- Memeriksa semua komponen pasif, seperti resistor dan kapasitor, maupun komponen aktif seperti transistor dengan multimeter
- Perakitan komponen pada PCB dimulai dari memasang komponen pasif terlebih dahulu
- Kemudian pasang komponen aktif, sesuaikan kaki-kainya.
- Untuk komponen yang berpotensi cepat panas dapat dipasang dengan penyerap panas, agar panas yang terjadi pada badan komponen dapat dikurangi.

3.4 Tahap Akhir Perancangan

Pada tahap akhir ini haruslah diperiksa apakah solderan yang telah dibuat tersambung secara sempurna atau terdapat jalur yang menyilang yang dapat menyebabkan korsleting pada komponen. Kelemahan dari solderan adalah panas yang kurang dan mengakibatkan kaki komponen tidak tersambung secara sempurna. Untuk mengatasinya gunakan amplas atau sikat yang bersih dan kering kemudian gosoklah jalur PCB yang telah kita buat tadi secara searah atau sampai terlihat bersih. Kemudian gunakan obat solderan yang bisa didapat ditempat membeli komponen-komponen rangkaian listrik. Kemudian solderlah dengan obat yang telah dipersiapkan. Obat ini berfungsi untuk mempercepat pendinginan pada solderan yang telah kita buat, sehingga solderan yang kita buat menjadi kuat dan tersambung secara sempurna.

3.5 Tahap Perancangan Program

Berikut adalah gambar flowchart sebagai alur sebelum program dibuat:



IV. ANALISIS PERANCANGAN ALTERNATIF CHARGER TENAGA SURYA (SOLAR CELL)

4.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen riil, 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.

4.2 Teknik Analisa Data

Data yang diperoleh dianalisis secara teoritis dengan menggunakan pendekatan teoritis yang melandasinya. Adapun paparan analisisnya dilakukan secara deskriptif persentase sesuai dengan fenomena teknis yang lengkap. Untuk dapat memperoleh persentase kesalahan dari suatu nilai pengukuran dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

dengan:

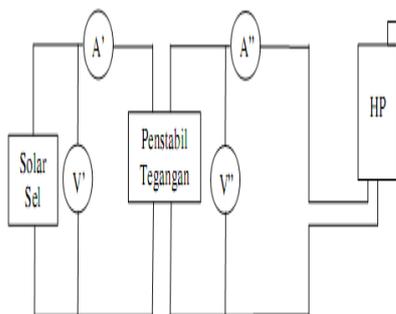
% = Persen kesalahan pengukuran

n = Nilai yang diperoleh dari hasil pengukuran

N = Nilai yang diperoleh dari hasil perhitungan

4.3 Pengujian Alat

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



Gambar 4.1: Pengujian penstabil tegangan charger handphone dengan tenaga surya

Ket:

V' = Voltmeter sebelum penstabil tegangan

V'' = Voltmeter sesudah penstabil tegangan

A' = Amperemeter sebelum penstabil tegangan

A'' = Amperemeter sesudah penstabil tegangan

4.4 Alat Pengukuran yang Digunakan

Tabel 4.1: 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.
2.	Lux	HIOKI Batas Ukur Atas 3000 lux	Dipergunakan untuk mengukur intensitas cahaya matahari.
3.	Tool Set		Pemasangan rangkaian

4.5 Hasil Penelitian

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

Tabel 4.2: 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

Dari tabel di atas dapat kita buat rumus rata-rata intensitas cahaya dan tegangan yang di hasilkan, dimana rumus

intensitas cahaya dapat kita buat sebagai berikut :

$$\sum L1 = \frac{28450}{10} = 2845$$

Jadi setelah di rata-ratakan intensitas cahaya yg dihasilkan adalah sekitar 2845 lumen. Dan untuk mencari rata-rata tegangan yang di hasilkan adalah sebagai berikut:

$$\sum X1 = \frac{70,8}{10} = 7,03$$

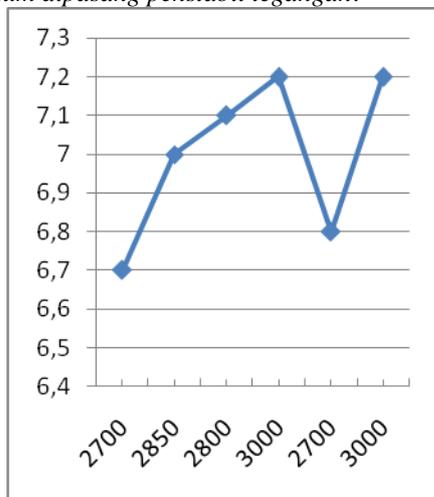
Jadi nilai tegangan setelah kita rata-ratakan adalah sekitar 7,03V. Disini dapat kita buat rumus lagi untuk mencari nilai rata-rata antara intensitas dengan tegangan, dimana :

$$\sum X = \frac{2845}{7,03} = 404,694$$

Disini kita dapat simpulkan bahwa intensitas cahaya sekitar 404,694 lumen untuk menghasilkan tegangan 1V, tentunya setelah intensitas dan tegangannya sudah di rata-ratakan.

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



Tabel 4.3: 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

Dari tabel di atas dapat kita buat rumus rata-rata intensitas cahaya dan tegangan yang di hasilkan, dimana rumus intensitas cahaya dapat kita buat sebagai berikut :

$$\sum L1 = \frac{28450}{10} = 2845$$

Jadi setelah di rata-ratakan intensitas cahaya yg dihasilkan adalah sekitar 2845 lumen. Dan untuk mencari rata-rata tegangan yang di hasilkan adalah sebagai berikut:

$$\sum X1 = \frac{45}{10} = 4,5$$

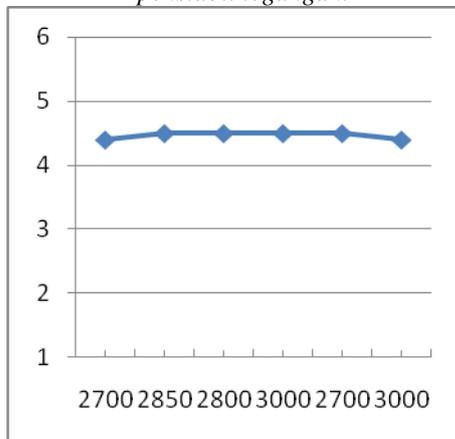
Jadi nilai tegangan setelah kita rata-ratakan adalah sekitar 4,5V. Disini dapat kita buat rumus lagi untuk mencari nilai rata-rata antara intensitas dengan tegangan, dimana :

$$\sum X = \frac{2845}{4,5} = 632,222$$

Disini kita dapat simpulkan bahwa intensitas cahaya sekitar 632,222 lumen untuk menghasilkan tegangan 1V, tentunya setelah intensitas dan tegangannya sudah di rata-ratakan..

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

Grafik 4.3: Hubungan intensitas cahaya dengan tegangan yang dihasilkan charger handphone tenaga surya setelah dipasang penstabil tegangan.



4.6 Analisis Tegangan Yang Diukur

Tabel 4.2 dan 4.3 memperlihatkan tentang hasil pengukuran tegangan pada charger handphone tenaga surya. Pada tabel 4.3 menunjukkan hasil pengukuran tegangan sebelum charger dipasang penstabil tegangan. Sedangkan tabel 4.4 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 (Vo') dan kelompok data tegangan yang sudah dipasang penstabil tegangan (Vo'') terhadap tegangan yang dijadikan pembandingan (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.

	Vo'	Vo
N=10	$\sum X_1 = 70,3$ $M_1 = 7,03$ $\sum X_1^2 = 0,26$	$\sum X_2 = 45$ $M_2 = 4,5$ $\sum X_2^2 = 0$

M1 adalah mean dari masing masing kelompok yang dapat dicari dengan rumus:

$$M1 = \frac{\sum X_1}{N_1} \quad \text{dan} \quad \frac{\sum (X_1)^2 - \frac{\sum X_1^2}{N_1}}{N_1}$$

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

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

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

$$t = -50,6$$

$$d.b = (N1 + N2) - 2 = 20 - 2 = 18$$

b. Analisis tegangan sesudah dipasang penstabil

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

	Vo''	Vo
N=10	$\sum X_1 = 44,8$ $M_1 = 4,48$ $\sum X_1^2 = 0,016$	$\sum X_2 = 45$ $M_2 = 4,5$ $\sum X_2^2 = 0$

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

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

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

$$t = 1,54$$

$$d.b = (N1 + N2) - 2 = 20 - 2 = 18$$

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%.

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 $t_{s0,05}=1,75$ dan $t_{s0,01}=2,55$. 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 $t_{s0,05}=1,75$ dan $t_{s0,01}=2,55$. 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 $t=1,54$.

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

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

1. Penstabilan fluktuasi tegangan hasil sel surya dilakukan dengan memasang IC LM 317 yang dapat mengeluarkan tegangan keluaran yang konstan.
2. 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.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arismunandar, Prof. Wiranto. 1995. *Teknologi Rekayasa Surya*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- [2] Artono Koestoer, Raldi. 2002. *Perpindahan Kalor*. Jakarta: Salemba Teknik
- [3] Buletin Kalisda. Edisi Maret 1991. *Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Jakarta: PT. Alteri Energi Surya
- [4] IIDA, Masamori. 1982. *Fisika dan Teknologi Semikonduktor*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- [5] Karman. 1983. *Elektronika Semikonduktor*. Bandung : IKIP Bandung
- [6] Malvino. *Electronic Principles*. Glancoe: McDraw Hill.