

CHARGER HANDPHONE MENGGUNAKAN TENAGA SURYA

Oleh :

MALIK SAHRONI

Alumni Teknik Elektro Universitas Suryadarma

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan bentuk energi alternatif yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi peralatan komunikasi yaitu handphone .permasalahan yang muncul adalah bagaimanakah merancang penstabilan tegangan output dan membuat charger handphone tenaga surya. 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 317T digunakan sebagai regulator dengan penambahan resistor untuk pembagian tegangan. Pengisian baterai handphone dapat dilakukan dari pukul 10.00 sampai dengan pukul 15.30 dengan keadaan cuaca cerah. Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat diperoleh penstabilan tegangan rata-rata 5 volt dan prosentase penurunan tegangannya sebesar 74,1%. Tegangan keluaran penstabilan yang sebesar 4,93 volt sesuai tegangan yang diharapkan untuk melakukan pengisian handphone yaitu sebesar 5 volt.

Kata kunci : Charger Handphone, Tenaga Surya, Sinar Matahari, Sel Surya

I. PENDAHULUAN

Penstabil tegangan *output charger handphone* menggunakan tenaga surya adalah suatu alat pengisi daya baterai *handphone* dengan menggunakan energi surya yang dilengkapi komponen penstabil tegangan.

Komponen utama *charger handphone* dengan tenaga surya adalah *solar cell* yang berguna untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik arus searah (*direct current*) secara langsung.

Material yang sering digunakan untuk membuat *solar cell* adalah silikon kristal dimurnikan hingga satu tingkat sangat tinggi. Dalam keadaan murni (*intrinsik*) setiap atomnya adalah silikon atau germanium saja, untuk dapat dimanfaatkan dalam piranti elektronika maka daya hantar listriknya dinaikkan dengan menambahkan ketidakmurnian (*dopping*). Semikonduktor yang sudah diberi ketidakmurnian disebut ekstrinsik.

1.1. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang telah diuraikan di atas dapat ditarik permasalahan yaitu bagaimana membuat suatu alat penstabil tegangan *output charger handphone* menggunakan tenaga surya.

1.2. Batasan Masalah

Batasan masalah mengenai komponen penstabil tegangan dari rangkaian *charger handphone* menggunakan tenaga surya peralatan yang digunakan meliputi :

1. *Solar cell* dan karakteristiknya digunakan untuk pembangkit tegangan dengan pemasangan statis pada ketinggian 1,5 meter, sudut kemiringan 15 derajat.
2. Penstabil tegangan IC LM 317T.
3. Penguat arus searah transistor C 1061.
4. *Resistor* digunakan untuk pembagi tegangan variabel 5 K Ω
5. *Handphone* yang digunakan sebagai beban bertegangan 3,7 volt dan dibawah 950 mA

II. LANDASAN TEORI

2.1. Sel Surya

Sel surya merupakan perangkat berbasis *semikonduktor* yang mampu mengubah cahaya matahari langsung menjadi energi listrik. Proses *pengonversian* cahaya matahari langsung menjadi energi listrik dikenal juga dengan proses *photovoltaic*. Energi *foton* dari cahaya matahari yang jatuh pada permukaan *semikonduktor* sel surya akan membuat *elektron* terlepas dari ikatan valensinya di bahan *semikonduktor* jika besar energi *foton* lebih besar daripada nilai lebar *band gap* bahan *semikonduktor* sel surya.

Dengan memanfaatkan prinsip *P-N Junction*, *elektron-elektron* tersebut akan dikumpulkan dan menghasilkan arus listrik dan dengan adanya *photovoltaic effect* akan menimbulkan beda potensial di sel surya.

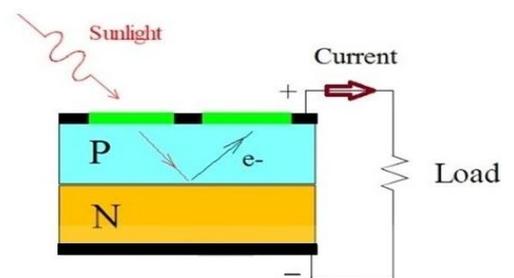
2.1.1. PRINSIP KERJA SEL SURYA

Proses terbentuknya arus akibat adanya cahaya atau biasa disebut dengan *photocurrent* dimulai dengan masuknya *foton* kedalam struktur *semikonduktor*, *foton* ini kemudian akan menyebabkan munculnya pasangan *elektron* dan *hole*, pasangan *elektron* dan *hole* inilah yang akan menjadi arus listrik.

Namun, *elektron* dan *hole* ini hanya akan muncul dalam waktu yang relatif singkat sebelum terjadi rekombinasi, yaitu bersatunya kembali pasangan *elektron* dan *hole*, jika terjadi rekombinasi, maka *elektron* dan *hole* akan hilang sebelum sempat bergerak menjadi arus listrik, maka pada sel surya terdapat *PN-Junction* untuk mencegah terjadinya rekombinasi *elektron-hole*.

Pada *PN-Junction* terdapat medan listrik yang akan menarik *elektron* dan *hole* dan mencegah terjadinya rekombinasi, sehingga *elektron* dan *hole* tersebut dapat bergerak ke luar sistem sel surya dan membentuk arus listrik

Jadi proses terbentuknya *photocurrent* dapat kita bagi menjadi dua langkah, yang pertama, yaitu kejadian saat *foton* menabrak material dan menghasilkan pasangan *elektron-hole* dan yang kedua, yaitu saat *elektron* dan *hole* terpisah oleh medan yang dihasilkan oleh *PN-Junction* dan mengalir keluar membentuk arus listrik, proses tersebut dapat pada Gambar 1



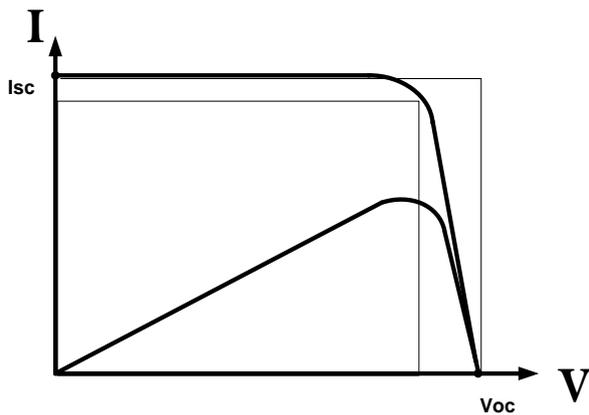
Gambar 1. Proses Pada Panel Surya

2.1.2. PARAMETER SEL SURYA

A. Kurva Karakteristik I-V Sel Surya

Kurva karakteristik I-V (Gambar 2.2) pada dasarnya merupakan kurva karakteristik arus-tegangan yang menggambarkan unjuk kerja suatu divais sel surya .

Grafik kurva karakteristik pada surya sel



Gambar 2. Kurva karakteristik I-V pada sel surya

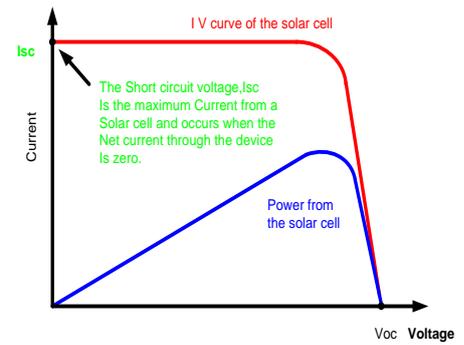
Kurva I-V sel surya merupakan superposisi kurva I-V dioda dari sel surya pada keadaan gelap dengan arus yang dibangkitkan oleh cahaya (*light generated current*). Kurva karakteristik sel surya bisa didapatkan dengan Persamaan 2.8 .

$$I = I_o \left(\exp \left(\frac{qV}{nkT} \right) - 1 \right) - I_L$$

dimana I_L merupakan *light-generated current*, I_o merupakan *dark current*.

B. Short-Circuit Current (I_{sc})

Short-circuit current atau arus hubung singkat merupakan arus yang muncul pada saat sel surya berada dalam keadaan *short circuit* atau saat tidak ada tegangan yang melalui sel surya. Arus *short-circuit* disebabkan oleh proses pengumpulan *elektron* yang dihasilkan oleh cahaya matahari. Kurva I-V yang menunjukkan arus *short-circuit* ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 3. Kurva I-V menunjukkan arus *short-circuit*

Besarnya arus *short-circuit* berbanding lurus dengan intensitas cahaya matahari yang menyinari permukaan sel surya dan sangat dipengaruhi oleh jumlah *foton* yang datang, luas permukaan sel surya yang terkena cahaya, *spektrum* gelombang cahaya yang diterima, karakteristik *optik* bahan *semikonduktor* dan besarnya *probabilita* pengumpulan elektron dari bahan *semikonduktor* yang digunakan.

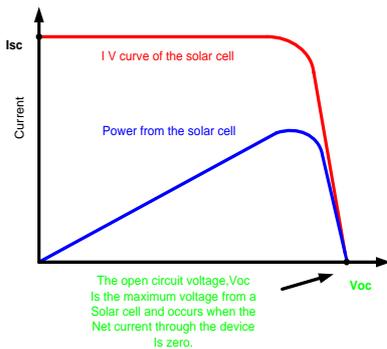
2.1.2. Open-Circuit Voltage (V_{oc})

Open-circuit voltage atau tegangan hubung buka merupakan tegangan yang terdapat pada sel surya saat *open-circuit* atau saat tidak ada arus yang mengalir pada sel surya. Nilai V_{oc} dapat dicari dengan memasukkan nilai 0 untuk parameter I pada persamaan arus sel surya, seperti pada Persamaan 2.9, sehingga

$$0 = I_L - I_o(e^{qV/k_B T} - 1)$$

$$V_{oc} = \frac{k_B T}{q} \ln \left(\frac{I_{sc}}{I_o} + 1 \right)$$

maka V_{oc} adalah Kurva I-V yang menunjukkan besarnya tegangan *open-circuit* ditunjukkan Gambar 2.4.



Gambar 4. Kurva I-V menunjukkan dan tegangan open-circuit

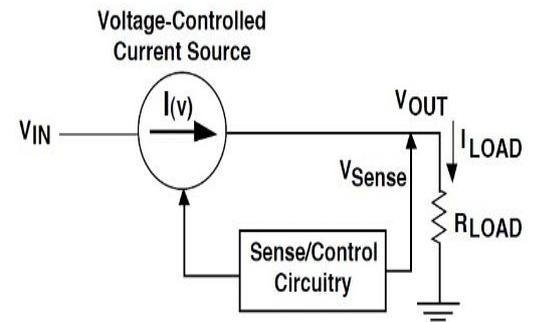
Nilai V_{oc} ini bergantung pada nilai arus saturasi yang dihasilkan sel surya (I_0). Nilai V_{oc} ini juga dapat dianggap sebagai seberapa besar jumlah rekombinasi *electron-hole* yang terjadi pada sel surya. Selain arus saturasi, nilai V_{oc} juga bergantung pada temperatur atau suhu sel surya.

2.2. VOLTAGE REGULATOR

Setiap rangkaian elektronik umumnya didisain untuk bekerja dengan suatu sumber tegangan yang biasanya diasumsikan mempunyai nilai *konstan*. Untuk itu, diperlukan sebuah *voltage regulator* untuk menjaga besar tegangan tetap konstan secara terus menerus walaupun terjadi perubahan nilai pada arus beban ataupun pada besar tegangan *input*.

2.2.1. LINEAR VOLTAGE REGULATOR

Sebuah *regulator linear* pada prinsipnya bekerja berdasarkan pada sebuah sumber arus yang dikontrol tegangan (*voltage-controlled current source*) yang menghasilkan besar tegangan yang konstan di terminal *output regulator*. Skema prinsip kerja sebuah *regulator linear* ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 5. Skema prinsip kerja sebuah regulator linear

Rangkaian kontrol harus memonitor tegangan *output* dan menyesuaikan nilai sumber arus sesuai dengan yang dibutuhkan beban untuk menjaga besar tegangan output pada nilai yang diinginkan. *Current source* didisain supaya regulator bisa menyuplai arus beban maksimum sambil tetap bisa menjaga kekonstanan nilai tegangan.

Tegangan *output* dikontrol menggunakan *feedback loop* yang membutuhkan semacam kompensasi untuk menjaga kestabilan loop. Kebanyakan *regulator linear* mempunyai kompensasi tertentu dan bisa tetap menjaga kestabilan walaupun tanpa tambahan komponen *eksternal*. Meskipun demikian, beberapa jenis regulator seperti *Low-Dropout regulator* tetap membutuhkan tambahan kapasitansi *eksternal* yang terhubung dari terminal *output* dan *ground* untuk menjaga kestabilannya.

Karakteristik lainnya dari sebuah *regulator linear*, yaitu memerlukan sejumlah waktu untuk menyesuaikan besar tegangan ke nilai yang diinginkan, jika terjadi perubahan nilai arus beban. Waktu yang dibutuhkan ini didefinisikan sebagai *transient response*, dimana parameter ini mengukur seberapa cepat regulator bisa mencapai kondisi *steady-state*, jika terjadi perubahan beban.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Diagram Alir Rangkaian

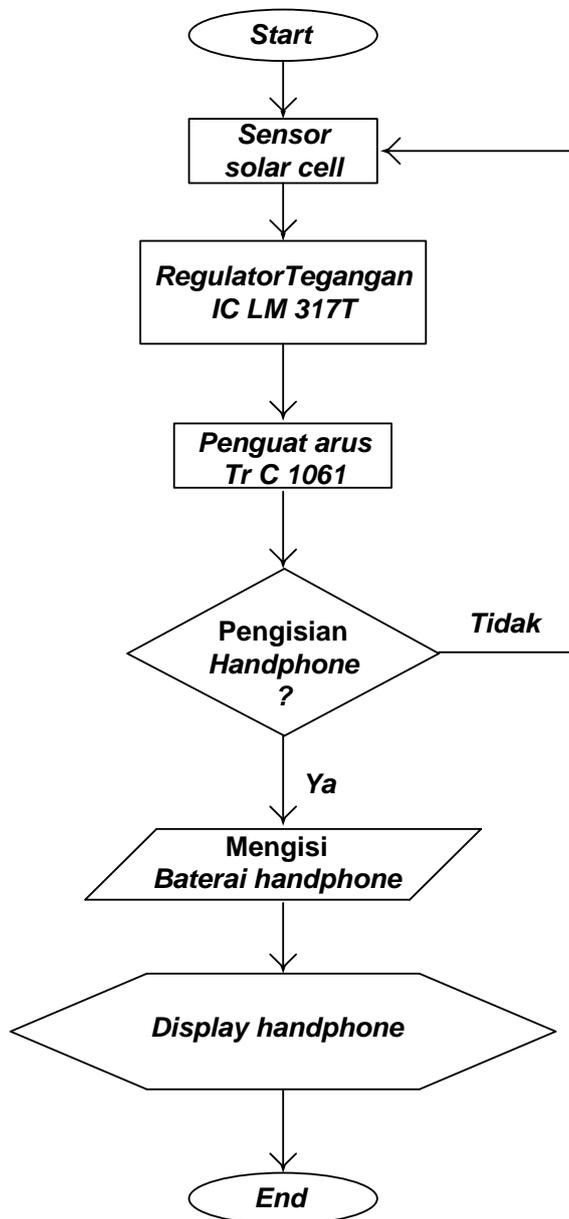


Diagram alir

B. Solar cell

Modul panel surya / *solar panel* (*solar cell*) 10 WP ini mampu menghasilkan tenaga listrik *output* lebih tinggi karena menggunakan teknologi *single-crystalline silicon*, yang menawarkan *efisiensi* yang lebih baik daripada *multi-crystalline* atau *amorphous silicon* dan dengan teknologi lapisan film tipis, lebih disukai.

Sel silikon dirangkai dalam dua batang kawat dan masing-masing dilindungi dengan sebuah *by pass diode* untuk meminimalkan energi yang hilang karena bayangan. Modul melindungi *solar-cell* dari kelembaban, memberikan stabilitas *sinar ultra violet* dan perluasan panas. Tutup depan dibuat dari *tempered solar glazing* berkualitas tinggi.

Solar panel diproduksi di Cina yang secara ketat mematuhi *standard* kualitas. Masing-masing unit *solar-cell* diuji secara tersendiri untuk menjaga kualitas sesuai *standard sertifikasi internasional ISO 9001* dan *sertifikat B2TE - BPPT*.



Gambar 6. Solar

C. Regulator Tegangan DC

Regulator tegangan dalam perangkat dan rangkaian elektronika sangatlah penting, karena hal ini sangat mempengaruhi kinerja dan stabilitas dari suatu perangkat yang ada.

Apabila suatu perangkat tidak dilengkapi suatu komponen yang mendukung untuk regulasi catu daya maka tidak heran apabila suatu perangkat tersebut tidak akan bertahan lama, meskipun pada saat awal pembuatan perangkat tersebut terlihat normal.

Regulator selain bertugas untuk mengatur tegangan memiliki fungsi khas yaitu untuk menjaga kestabilan level tegangan dari suatu catu daya yang digunakan, sehingga dengan suatu pembebanan tertentu maka hasil keluaran dari suatu regulator tegangan akan lebih stabil dan mempertahankan level tegangan tersebut sesuai dengan batasan level tegangan pada tiap regulator sampai batas maksimum arus yang mampu diberikan oleh keluaran dari suatu regulator tegangan tersebut.

Sehingga tidak heran apabila suatu perangkat yang telah dilengkapi regulator tegangan, keluaran masih tetap turun dibawah batas level tegangan tersebut karena telah melampaui batasan arus listrik yang mampu diberikan oleh suatu regulator tegangan akibatnya pada komponen regulator tegangan terjadi panas yang berlebihan (*overheat*) yang berakibat merusak regulator tegangan itu sendiri.

Apabila digunakan dalam waktu yang lama. Biasanya untuk mengantisipasi penurunan tegangan akibat arus listrik yang dibebankan melebihi dari batasan kemampuan regulator dapat ditambahkan suatu transistor sebagai penguat arus dengan catatan bahwa arus dari sumber yang masuk ke regulator harus lebih besar dari batasan arus maksimum regulator tegangan itu sendiri.

Pada regulator tegangan biasanya dibedakan menjadi 2, yaitu regulator tetap dan regulator yang dapat diubah-ubah. Regulator tegangan tetap biasanya nilai level tegangan yang diregulasikan sudah tertera sesuai kode komponen tersebut misal 78xx dimana 'xx' tersebut merupakan kode tegangan yang mampu diregulasikan normal, bila menginginkan 5 volt maka kode 'xx' tersebut adalah 05 sehingga kode tersebut adalah 7805. Untuk regulator yang dapat diubah-ubah nilai level tegangan yang akan diregulasikan dapat diatur melalui mengatur nilai tahanan yang terpasang pada komponen regulator tersebut dan biasanya digunakan potensiometer untuk mengaturnya.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1. PENGUJIAN SISTEM PENSTABIL TEGANGAN *OUTPUT CHARGER HANDPHONE* MENGGUNAKAN TENAGA SURYA

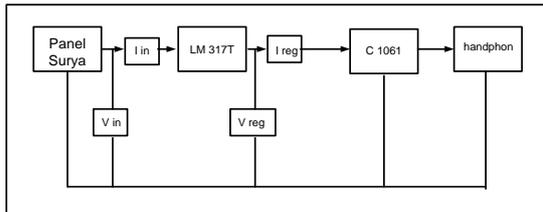
Perancangan *prototipe* sistem *charger handphone* berbasis panel surya direalisasikan dalam PCB (*Printed Circuit Board*) untuk kemudian diujikan disambungkan langsung dengan *handphone* uji. Dalam pengujian rancangan, digunakan beberapa alat sebagai berikut:

1. Satu buah modul sel surya STP0105S-12/Db dari *SWISSCO SOLAR*.
2. Tiga buah alat ukur (a.Multimeter digital SMC87,b.Volt meter Heles CR 45 range 30 V ,c. Ampere meter CR 45 range 300 mA) untuk mengukur tegangan dan arus pada sistem *charger*.
3. Rangkaian *voltage regulator*.

4. Kabel penghubung secukupnya.
5. *Handhone cross cb83t* sebagai beban uji.
6. Satu buah *luxmeter* untuk mengukur intensitas cahaya matahari.

Uji coba dilakukan di Halaman depan rumah Kp. Jati rt 02/07 Desa Jati mulya. Uji coba sistem charger dilakukan dengan langsung menyambungkan rangkaian ke *handphone* uji dan karena sistem akan men-charge baterai yang sudah terpasang pada *handphone* maka untuk mengetahui apakah baterai sudah penuh atau belum dimanfaatkan indikator baterai yang bisa dilihat di layar baterai.

Rangkaian disusun seperti ditunjukkan Gambar 4.9, kemudian setiap 15 menit selama 300 menit dilakukan pengukuran intensitas cahaya matahari, arus dan tegangan serta pengecekan kondisi muatan baterai melalui indikator baterai di *handphone*.



Gambar 7. Susunan pengujian

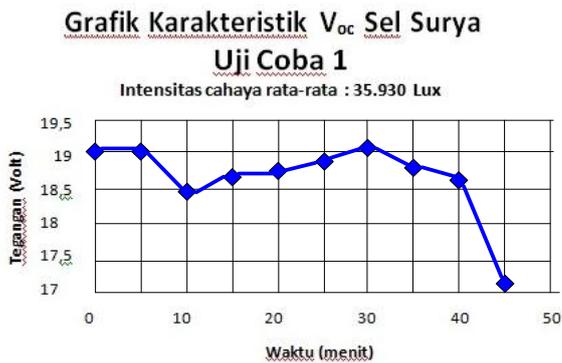
4.4.2. Analisis Hasil Uji Coba

Uji coba yang telah dilakukan menunjukkan bahwa sistem *charger* yang didisain telah mampu memberikan hasil yang diinginkan, yaitu mampu men-charge baterai *handphone* hingga penuh. Adapun pengaruh variasi parameter-parameter uji coba dan pengukuran akan dijelaskan di bagian-bagian berikut.

4.4.2.1. Analisis Karakteristik Sel Surya

Panel surya yang digunakan adalah STP0105S 12/Db dari *SWISSCO SOLAR*, dan karakteristiknya telah diberikan di Tabel 4.1. Namun, karakteristik tersebut didapatkan melalui pengujian pada kondisi *Standard Test Condition* (STC) dimana level irradiansi 1000 W/m², spektrum AM 1,5 dan temperatur 25°C. Kondisi pengujian tersebut akan berbeda dengan kondisi uji coba sistem menggunakan sel surya, karena itu perlu dilakukan lagi uji coba karakteristik sel surya untuk memperkirakan unjuk kerja parameter panel surya saat digunakan.

Dari Tabel 4.1 diketahui bahwa nilai V_{oc} panel surya pada kondisi STC adalah sebesar 21,1 V. Namun, dari hasil uji coba yang ditampilkan pada Tabel 1 dan 2 Lampiran 1, didapat nilai V_{oc} rata-rata panel surya sebesar 18,69 V dengan intensitas cahaya matahari selama satu jam sebesar 35.390 Lux dan nilai V_{oc} rata-rata sebesar 19,36 V didapatkan pada intensitas cahaya matahari rata-rata selama satu jam sebesar 61.910 Lux. Hasil pengukuran selengkapnya dari Tabel 1 ditampilkan dalam grafik hubungan V_{oc} terhadap waktu pada Gambar 4.10.



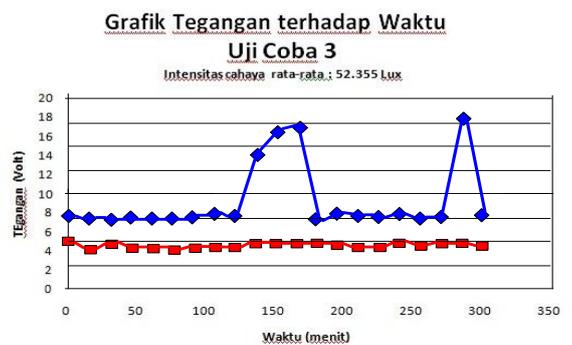
Gambar 8. Grafik hubungan V_{oc} terhadap waktu dari uji coba 1

Dari Tabel 1 pada Lampiran 1 dan Gambar 4.10 diketahui bahwa walaupun nilai V_{oc} berubah-ubah tergantung intensitas cahaya, namun nilainya tetap cukup besar untuk digunakan langsung pada sistem charger. Nilai V_{oc} dari panel surya perlu diregulasi agar lebih sesuai dengan masukan yang diperlukan sistem charger.

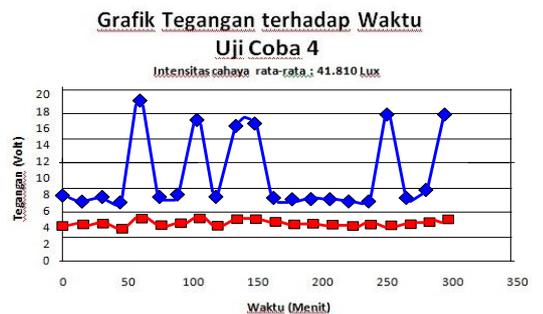
Untuk nilai I_{sc} dari Tabel 4.1 diketahui sebesar 330 mA pada kondisi STC. Namun, dari hasil pengujian yang ditampilkan pada Tabel 1 dan 2 di Lampiran 1, didapat nilai I_{sc} rata-rata panel surya sebesar 125,56mA dengan intensitas cahaya matahari rata-rata selama satu jam sebesar 35.390 Lux dan nilai I_{sc} rata-rata sebesar 177,93 mA didapatkan pada intensitas cahaya matahari rata-rata selama satu jam sebesar 61.910 Lux.



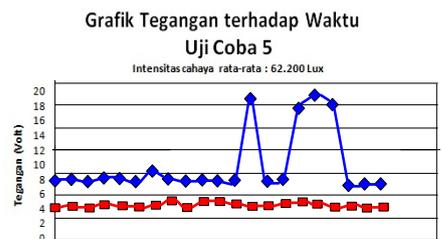
Gambar 9. Grafik hubungan I_{sc} terhadap waktu dari uji coba 2



Gambar 10. Grafik unjuk kerja *voltage regulator* terhadap waktu dari uji coba 3



Gambar 11. Grafik unjuk kerja *voltage regulator* terhadap waktu dari uji coba 4



Gambar 12. Grafik unjuk kerja *voltage regulator* terhadap waktu dari uji coba 5

V. KESIMPULAN

1. Sistem daya telepon selular berbasis sel surya yang dirancang mampu digunakan untuk men-*charging* baterai *handphone* hingga 80 %.
2. Sistem *charger* baterai *handphone* berbasis sel surya dengan menggunakan IC *regulator* LM 317 T mampu menghasilkan tegangan stabil dengan tegangan rata-rata 4,93 V saat intensitas cahaya matahari rata-rata sebesar 52.355 *Lux* dan stabil di nilai rata-rata 4,64 V saat intensitas cahaya matahari rata-rata sebesar 41.810 *Lux*.
3. Sistem *charger* berbasis sel surya membutuhkan waktu total selama 255 menit untuk men-*charger* baterai dari kondisi 20 % hingga penuh 100% saat intensitas cahaya matahari rata-rata sebesar 52.355 *Lux* dan arus rata-rata yang masuk ke baterai sebesar 165,23 mA; dan membutuhkan waktu 75 menit saat intensitas cahaya matahari rata-rata sebesar 75.505 *Lux* dan arus rata-rata sebesar 225,02 mA. Untuk mengisi baterai *handphone* dari kondisi 40 % hingga penuh, sistem *charger* membutuhkan waktu 150 menit saat intensitas cahaya matahari rata-rata sebesar 41.810 *Lux* dan arus rata-rata yang masuk ke baterai sebesar 163,61 mA dan membutuhkan waktu 90 menit saat intensitas cahaya matahari rata-rata sebesar 62.200 *Lux* dan arus rata-rata sebesar 206,36 mA.

IV. 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] IIDA, Masamori . 1982 Fisika dan Teknologi Semikonduktor. Jakarta : PT. Pradnya Paramita
- [4] Karman. 1983 Elektronika Semikonduktor. Bandung : IKIP Bandung
- [5] Malvino. 1995 *Electronic principiles*. Glancoe : MC Draw Hill
- [6] Singalingging, Karmon 1995 Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Bandung : Tarsito
- [7] Timoteus. Chris 1986 Sistem Telekomunikasi I. Jakarta : Penerbit Erlangga
- [8] Walpole. Ronald E. 1997 Pengantar Statistika. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama
- [9] Wasito S. 1995 *Vedemekum Elektronika*. Jakarta : PT. Gramedia
- [10] Wiliam DC. 1999 Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran II. Jakarta : Penerbit Erlangga