

RANCANG BANGUN *POWER BANK* TENAGA HYBRID



Disusun Oleh :

**MUHAMMAD ANSORUDIN
5115116943**

Skripsi ini Disusun untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam Memperoleh
Gelar Sarjana Pendidikan

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2016**

ABSTRAK

MUHAMMAD ANSORUDIN, Rancang Bangun Power Bank Tenaga Hybrid.
Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, 2016, Pembimbing Syufrijal, S.T., M.T. dan Aris Sunawar, S.Pd., M.T.

Keterbatasan sumber energi fosil bumi mengharuskan manusia mencari sumber energi alternatif lain. Sumber energi alternatif yang dapat digunakan yaitu sumber energi matahari yang diproses oleh sel surya menjadi energi listrik. *Power bank* adalah suatu peralatan yang dapat digunakan untuk menyimpan energi listrik ke dalam baterai yang dapat diisi ulang dan dapat memindahkan muatan baterainya ke perangkat lain. Namun, pada umumnya *power bank* yang ada di pasaran masih sangat tergantung dari listrik PLN untuk mengisi ulang daya baterainya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat *power bank* tenaga *hybrid* dengan menggunakan sumber energi sel surya sebagai energi alternatif yang diintegrasikan dengan sumber listrik PLN untuk melakukan pengisian ulang daya baterai pada *power bank*. Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan pengujian alat dilakukan langsung di lapangan.

Power bank tenaga *hybrid* ini memiliki dua sumber catu daya untuk pengisian baterai, yaitu sumber listrik dari *power supply* (listrik PLN) dan sel surya. Peralatan proses pada alat ini yang berfungsi pada saat pengisian baterai *power bank* yaitu terdiri dari rangkaian *switch* tegangan, rangkaian regulator tegangan sel surya, rangkaian modul *charger*, rangkaian modul *step-up* tegangan IC A7530, dan rangkaian mikrokontroler ATmega 8 dengan *output LCD* yang berfungsi untuk menampilkan besarnya nilai dan persentase tegangan baterai, serta tegangan dan arus sel surya. Kemudian peralatan *output* yang berfungsi pada saat pengosongan baterai *power bank*, yaitu rangkaian modul *step-up* tegangan IC MT3608 yang berfungsi untuk menaikkan tegangan *output* dari baterai *power bank* menjadi 5 volt dan dihubungkan dengan konektor USB *out* agar arus listrik dapat mengalir dan mengisi beban baterai *smartphone* atau *gadget*.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan seluruh sistem pada *power bank* tenaga *hybrid* dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang dirancang, dimana *power bank* tenaga *hybrid* ini dapat melakukan pengisian dari dua sumber catu daya, yaitu sumber listrik PLN dan sumber listrik sel surya. Lamanya pengisian baterai *power bank* sebesar 10,2 AH dengan menggunakan sumber listrik PLN adalah selama ± 643 menit dan sumber sel surya selama ± 5400 menit. Kemudian, *power bank* tenaga *hybrid* ini juga dapat melayani pengisian beban baterai *smartphone* berkapasitas 2600 mAh selama 293 menit dengan siklus pengisian sebanyak 3,5 kali. Selain itu, LCD yang digunakan juga dapat menampilkan besarnya nilai dan persentase tegangan baterai, serta arus dan tegangan sel surya.

Kata Kunci : Sel Surya, Power Bank, Baterai, ATmega 8, LCD.

ABSTRACT

MUHAMMAD Ansorudin, Design of Hybrid-Powered Power Bank. Study Program Electrical Engineering, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Jakarta, 2016, Supervisor Syufrijal, ST, MT and Aris Sunawar, S.T., M.T.

Limitations of the earth's fossil energy sources require human search for other alternative energy sources. Alternative energy sources that can be used is the source of solar energy that is processed by a solar cell into electrical energy. Power bank is a device that can be used to store electrical energy in the battery that is rechargeable and can move the power battery to charge other devices. However, in general power bank on the market is still very dependent on the electricity to recharge the batteries. In this research aims to design and create a hybrid-powered power bank power by using solar cells as an energy source input alternative energy source that is integrated with the source of the electricity to recharge the battery in the power bank. In this study, using experimental methods and testing tools is done directly in the field.

Hybrid-powered power bank has two sources of power supply for charging the battery, the power source of the power supply (PLN) and solar cells. Process equipment on the tool is functioning at the time of charging power bank is comprised of a series of voltage switches, voltage regulator circuit of solar cells, a series of modules charger, circuit modules step-up voltage IC A7530, and a series of microcontroller ATmega 8 with an output of LCD that serves to showing the value and the percentage of battery voltage, as well as voltage and current solar cells. Then the output device that functions when the battery discharge power bank, which is a series of modules step-up voltage IC MT3608 which serves to increase the output voltage of the battery power bank to 5 volts and is connected to the USB connector out that electric current can flow and charge the battery load smartphones or gadgets.

From the results of research on the hybrid-powered power bank, the tools and system can work well as the design, where the power of this hybrid-powered power bank can perform the charging of the two sources of power supply, which is the source of the electricity and solar cell power source. The length of the charging power bank amounted to 10.2 AH using the electricity source is for \pm 643 minutes and a source of solar cells is for \pm 5400 minutes. Then, hybrid-powered power bank can also serve smartphone battery charging load capacity of 2600 mAh for 293 minutes with a charging cycle as much as 3.5 times. Additionally, the LCD can also be used to show the value and the percentage of battery voltage and current and voltage of the solar cell.

Keywords : Solar Cells, Power Bank, Batteries, ATmega 8, LCD.

LEMBAR PENGESAHAN

NAMA DOSEN

Syufrijal, ST., MT

(Dosen Pembimbing I)

TANDA TANGAN

10/2 2016

Aris Sunawar, S.Pd., MT

(Dosen Pembimbing II)

10/2 2016

TANGGAL

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN

Drs. Irzan Zakir, M. Pd

(Ketua Pengaji)

TANDA TANGAN

5/2 2016

Massus Subekti, MT

(Sekretaris)

TANGGAL

5/2 2016

Nur Hanifah Yuninda, MT

(Dosen Ahli)

9/2 2016

Tanggal Lulus : 26 Januari 2016

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya tulis skripsi saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 5 Februari 2016

Yang membuat pernyataan



Muhammad Ansorudin

5115116943

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Rancang Bangun *Power Bank* Tenaga *Hybrid*”. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Teknik Elektro pada jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Saya menyadari bahwa skripsi ini tidaklah dapat terwujud dengan baik tanpa adanya bimbingan, dorongan, saran-saran dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Massus Subekti S.Pd., MT., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Tenik, Universitas Negeri Jakarta.
2. Bapak Syufrijal, S.T., M.T. dan Aris Sunawar, S.Pd., M.T., selaku dosen pembimbing yang penuh kesabaran dan kepercayaan dalam membimbing dan memberi semangat kepada saya hingga selesainya skripsi ini.
3. Kedua orang tua, Bapak Sapari dan Ibunda Maryamah yang senantiasa memberikan dukungan dan doa hingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Negeri Jakarta.
4. Kakak-kakak dan adik tercinta yang senantiasa memberikan doa dan dukungan kepada penulis.

5. Rekan-rekan mahasiswa Universitas Negeri Jakarta khususnya kelas Non Reguler angkatan 2011 Program Studi Pendidikan Teknik Elektro selaku teman dan sahabat yang selalu memberikan motivasi.
6. Serta semua pihak yang belum saya sebutkan dalam membantu penyelesaian skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan semua pihak yang telah membantu dengan balasan yang berlipat ganda. Aamiin.

Saya menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu saya mohon maaf apabila terdapat kekurangan dan kesalahan baik dari isi maupun tulisan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi yang membacanya dan semua pihak yang terkait.

Jakarta, 5 Februari 2016
Penulis,

Muhammad Ansorudin
5115116943

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Identifikasi Masalah	5
1.3. Pembatasan Masalah	6
1.4. Perumusan Masalah	6
1.5. Tujuan Penelitian	6
1.6. Kegunaan Penelitian	7
BAB II KERANGKA TEORITIS DAN KERANGKA BERPIKIR	
2.1. Kerangka Teoritis	8
2.1.1. Rancang Bangun	8
2.1.2. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga <i>Hybrid</i>	8
2.1.3. <i>Power Bank</i>	9
2.1.4. Sel Surya	12
2.1.5. Mikrokontroler	16
2.1.5.1. Mikrokontroler AVR ATmega 8	18
2.1.5.2. Pin Mikrokontroler AVR ATmega 8	19
2.1.6. Sensor Tegangan	23
2.1.7. Sensor Arus ACS712	23

2.1.8. LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	26
2.1.9. IC (<i>Integrated Circuit</i>)	29
2.1.10. Modul <i>Charger</i>	33
2.1.10.1. IC TP4056.....	34
2.1.10.2. IC 8205A.....	37
2.1.10.3. IC DW01A	38
2.1.11. Modul <i>Step-Up</i> Tegangan	41
2.1.11.1. Modul <i>Step-Up</i> Tegangan IC MT3608	42
2.1.11.2. Modul <i>Step-Up</i> Tegangan IC A7530	44
2.1.12. Baterai	46
2.1.13. Resistor	48
2.1.14. Dioda	51
2.1.15. Kapasitor	52
2.1.16. Saklar	53
2.1.17. Perhitungan Jumlah Panel Surya dan Konversi Energi Panel Surya	54
2.2. Kerangka Berpikir	56

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	59
3.2. Metode Penelitian	59
3.3. Rancangan Penelitian	59
3.4. Instrumen Penelitian	62
3.5. Perancangan Alat Penelitian	65
3.5.1. Rangkaian Alat	66
3.5.2. Deskripsi Cara Kerja Alat	67
3.5.3. Pemrograman Alat	76
3.5.4. Alamat <i>Input/Output</i> Mikrokontroler ATmega 8	79
3.5.4.1. Alamat <i>Input</i> Mikrokontroler ATmega 8	79
3.5.4.2. Alamat <i>Output</i> Mikrokontroler ATmega 8	80
3.5.5. Desain Alat.....	81
3.6. <i>Flow Chart</i> Rangkaian Alat	82
3.7. Prosedur Percobaan Alat	83

3.8. Teknik Analisis Data	85
3.8.1. Pengujian Blok <i>Input</i>	86
3.8.2. Pengujian Blok Proses	87
3.8.3. Pengujian Blok <i>Output</i>	95

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Hasil Pengujian Alat	97
4.1.1. Hasil Pengujian Blok <i>Input</i>	97
4.1.2. Hasil Pengujian Blok Proses	105
4.1.3. Hasil Pengujian Blok <i>Output</i>	115
4.2. Analisis Hasil Pengujian Alat	116
4.2.1. Analisis Hasil Pengujian Blok <i>Input</i>	116
4.2.2. Analisis Hasil Pengujian Blok Proses	122
4.2.3. Analisis Hasil Pengujian Blok <i>Output</i>	129
4.2.4. Analisis Perhitungan Jumlah dan Konversi Energi Pada Panel Surya	131
4.3. Kelebihan dan Kekurangan Alat	135
4.3.1. Kelebihan Alat	135
4.3.2. Kekurangan Alat	136

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	137
5.2. Saran	138

DAFTAR PUSTAKA 139

LAMPIRAN 141

DAFTAR RIWAYAT HIDUP 152

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Fungsi Pin Sensor Arus ACS712	25
2.2. Fungsi Pin Pada LCD 16x2	28
2.3. Nilai Absolut Maksimum IC LM7805	32
2.4. Karakter Nilai Elektris IC LM7805	32
2.5. Nilai Absolut Maksimum IC TP4056	35
2.6. Nilai Karakteristik Elektris IC TP4056	36
2.7. Fungsi Pin Pada IC 8205A	37
2.8. Nilai Absolut Maksimum IC 8205A	37
2.9. Nilai Karakteristik Elektris IC 8205A	38
2.10. Nilai Absolut Maksimum IC DW01A.....	40
2.11. Nilai Karakteristik Elektris IC DW01A	40
2.12. Fungsi Pin Pada IC MT3608	43
2.13. Nilai Absolut Maksimum IC MT3608	43
2.14. Nilai Karakteristik Elektris IC MT3608	43
2.15. Fungsi Pin Pada IC A7530	44
2.16. Nilai Absolut Maksimum IC A7530	45
2.17. Nilai Karakteristik Elektris IC A7530	45
3.1. Alamat <i>Input</i> Mikrokontroler ATmega 8	80
3.2. Alamat <i>Output</i> Mikrokontroler ATmega 8	80
3.3. Pengujian dalam Pengisian Baterai Menggunakan <i>Power Supply</i>	86
3.4. Pengujian dalam Pengisian Baterai Menggunakan Sel Surya	86
3.5. Pengujian Rangkaian Regulator Tegangan Sel Surya	88
3.6. Pengujian Rangkaian <i>Switch</i> Tegangan	88
3.7. Pengujian Fungsi Penstabil Tegangan Pada Modul <i>Charger</i>	89
3.8. Pengujian Fungsi Proteksi <i>Overcharge</i> Pada Modul <i>Charger</i>	90
3.9. Pengujian Fungsi Proteksi <i>Overdischarge</i> Pada Modul <i>Charger</i>	91
3.10. Pengujian Rangkaian Modul <i>Step-Up</i> Tegangan IC A7530	92
3.11. Pengujian Rangkaian Sensor Tegangan	93

3.12. Pengujian Rangkaian Sensor Arus ACS712.....	93
3.13. Pengujian dalam Perbandingan Tampilan Tegangan Sel Surya Pada LCD dengan Multimeter	94
3.14. Pengujian dalam Perbandingan Tampilan Arus Sel Surya Pada LCD \ dengan Multimeter	94
3.15. Pengujian dalam Perbandingan Tampilan Tegangan Baterai Pada LCD dengan Multimeter	94
3.16. Pengujian Rangkaian Modul <i>Step-Up</i> Tegangan IC MT3608	95
3.17. Pengujian Lajur Arus Pengosongan Baterai <i>Power Bank</i>	96
4.1. Hasil Pengujian Pada Pengisian Baterai Menggunakan <i>Power Supply</i>	99
4.2. Hasil Pengujian Pada Pengisian Baterai Menggunakan Sel Surya.....	101
4.3. Hasil Kalibrasi Pada Regulator Tegangan Sel Surya	106
4.4. Hasil Pengujian Rangkaian Regulator Tegangan Sel Surya.....	106
4.5. Hasil Kalibrasi Pada Rangkaian <i>Switch</i> Tegangan (Dioda)	107
4.6. Hasil Pengujian Rangkaian <i>Switch</i> Tegangan	107
4.7. Hasil Pengujian Fungsi Penstabil Tegangan Pada Modul <i>Charger</i>	108
4.8. Hasil Pengujian Fungsi Proteksi <i>Overcharge</i> Pada Modul <i>Charger</i>	109
4.9. Hasil Pengujian Fungsi Proteksi <i>Overdischarge</i> Pada Modul <i>Charger</i> ...	110
4.10. Hasil Pengujian Rangkaian Modul <i>Step-Up</i> Tegangan IC A7530	110
4.11. Hasil Kalibrasi Pada Resistor Pembagi Tegangan	111
4.12. Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Tegangan	111
4.13. Hasil Kalibrasi Pada Rangkaian Sensor Arus ACS712 5A	112
4.14. Hasil Pengujian Rangkaian Sensor Arus ACS712 5A	112
4.15. Hasil Pengujian dalam Perbandingan Tampilan Tegangan Baterai Pada LCD dengan Multimeter	114
4.16. Hasil Pengujian dalam Perbandingan Tampilan Arus Sel Surya Pada LCD dengan Multimeter.....	114
4.17. Hasil Pengujian dalam Perbandingan Tampilan Tegangan Baterai Pada LCD dengan Multimeter.....	115
4.18. Hasil Pengujian Rangkaian Modul <i>Step-Up</i> Tegangan IC MT3608	115
4.19. Hasil Pengujian Lajur Arus Pengosongan Baterai <i>Power Bank</i> Tenaga <i>Hybrid</i>	116

4.20. Hasil Pengujian Tegangan dan Arus Sel Surya Rata-Rata per Hari.....	118
4.21. Hasil Pengamatan Pada Pengisian Baterai <i>Power Bank</i> Tenaga Hybrid... ..	121
4.22. Hasil Deviasi Kesalahan Tampilan LCD Terhadap Multitester Pada Tegangan Sel Surya.....	127
4.23. Hasil Deviasi Kesalahan Tampilan LCD Terhadap Multitester Pada Arus Sel Surya.....	128
4.24. Hasil Deviasi Kesalahan Tampilan LCD Terhadap Multitester Pada Tegangan Baterai	129

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Contoh Bentuk <i>Power Bank</i>	9
2.2. Ilustrasi Modul Surya	12
2.3. <i>Junction</i> antara Semikonduktor Tipe-P dan Tipe-N.....	14
2.4. Cara Kerja Sel Surya dengan Prinsip P-N <i>Junction</i>	14
2.5. Sel Surya Monokristal Silikon	15
2.6. Sel Surya Polikristal Silikon.....	16
2.7. Blok Proses Kerja Mikrokontroler	17
2.8. Beragam Mikrokontroler	17
2.9. Konfigurasi Pin Mikrokontroler AVR ATmega 8	19
2.10. Blok Diagram Mikrokontroler ATmega 8	22
2.11. Rangkaian Sensor Tegangan	23
2.12. Modul Sensor Arus ACS712	24
2.13. Konfigurasi Pin dan Skema Sensor Arus ACS712	25
2.14. Contoh Bentuk LCD 16x2	27
2.15. Konfigurasi pin dari LCD 16x2	28
2.16. Contoh Simbol IC Analog	30
2.17. Contoh Bentuk IC Digital.....	30
2.18. Konfigurasi Pin IC LM7805	31
2.19. Blok Diagram IC LM7805	31
2.20. Modul <i>Charger</i> Baterai <i>Lithium Ion</i>	34
2.21. Konfigurasi Pin IC TP4056	34
2.22. Konfigurasi Pin IC 8205A.....	37
2.23. Konfigurasi Pin IC DW01A	39
2.24. Blok Diagram IC DW01A	39
2.25. Modul <i>Step-Up</i> Tegangan IC MT3608 dan IC A7530	41
2.26. Konfigurasi Pin IC MT3608.....	42
2.27. Konfigurasi Pin IC A7530.....	44
2.28. Baterai NiCD	46

2.29. Baterai NiMH	47
2.30. Baterai Li-Ion	47
2.31. Baterai Li-Po	48
2.32. Jenis dan Simbol Resistor	49
2.33. Tabel Kode Warna Pada Gelang Resistor	49
2.34. Jenis dan Simbol Dioda	51
2.35. Skema Dioda Saat Bias Maju dan Bias Mundur	52
2.36. Jenis dan Simbol Kapasitor	53
2.37. Jenis dan Simbol Saklar	53
3.1. <i>Flow Chart</i> Rancangan Penelitian	60
3.2. Blok Diagram Rancangan <i>Power Bank</i> Tenaga Hybrid	65
3.3. Skema Rangkaian <i>Power Bank</i> Tenaga Hybrid	66
3.4. Skema Rangkaian dengan Dua Sumber Catu Daya	67
3.5. Skema Rangkaian Regulator Tegangan dan <i>Switch</i> Tegangan	69
3.6. Skema Rangkaian Sensor Arus ACS712 dan Sensor Tegangan	71
3.7. Skema Rangkaian Modul <i>Charger</i> dan Modul <i>Step-Up</i> Tegangan IC A7530	73
3.8. Skema Rangkaian Mikrokontroler ATmega 8 dengan LCD dan Saklar 2 .	74
3.9. Skema Rangkaian Modul <i>Step-Up</i> Tegangan IC MT3608.....	75
3.10. Tampilan Awal <i>Software</i> BASCOM-AVR.....	76
3.11. Halaman Kosong <i>Software</i> BASCOM-AVR	77
3.12. Cara Membuka <i>Text Editor</i> Baru <i>Software</i> BASCOM-AVR	77
3.13. Jendela <i>Text Editor</i> Baru	78
3.14. Langkah Menyimpan <i>File</i> Program	78
3.15. <i>Software</i> Khazama AVR <i>Progammer</i>	79
3.16. Desain <i>Power Bank</i> Tenaga Hybrid	81
3.17. <i>Flow Chart</i> Pada Saat Pengisian dan Pengosongan Baterai <i>Power Bank</i> Tenaga Hybrid	82
3.18. Langkah Pengujian Sumber Catu Daya dengan Menggunakan <i>Power</i> <i>Supply</i> dan Sel Surya	86
3.19. Langkah Pengujian Rangkaian Regulator Tegangan Sel Surya	87
3.20. Langkah Pengujian Rangkaian <i>Switch</i> Tegangan.....	88

3.21. Langkah Pengujian Fungsi Penstabil Tegangan Pada Modul <i>Charger</i>	89
3.22. Langkah Pengujian Fungsi <i>Overcharge</i> Pada Modul <i>Charger</i>	90
3.23. Langkah Pengujian Fungsi <i>Overdischarge</i> Pada Modul <i>Charger</i>	90
3.24. Langkah Pengujian Rangkaian Modul <i>Step-Up</i> Tegangan IC A7530.....	91
3.25. Langkah Pengujian Rangkaian Sensor Tegangan	92
3.26. Langkah Pengujian Rangkaian Sensor Arus ACS712.....	93
3.27. Langkah Pengujian Rangkaian Modul <i>Step-Up</i> Tegangan IC MT3608.....	95
4.1. Grafik Hasil Pengukuran Lajur Arus Pengisian Baterai Menggunakan <i>Power Supply</i> Terhadap Tegangan Baterai	99
4.2. Grafik Hasil Pengukuran Tegangan Baterai Saat Pengisian Menggunakan <i>Power Supply</i> Terhadap Waktu	100
4.3. Grafik Hasil Pengukuran Lajur Arus Sel Surya Terhadap Waktu	104
4.4. Grafik Hasil Pengukuran Tegangan Sel Surya Terhadap Waktu	105
4.5. Grafik Perubahan <i>Vout</i> Sensor Arus ACS712 Terhadap Nilai Arus Sel Surya.....	113

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Program prototipe alat	142
2. Foto Pengujian	147
3. Foto Komponen Alat	150