

TUGAS AKHIR

FAST CHARGING DC-DC BOOST CONVERTER MENGUNAKAN PENGATURAN PULSE WIDTH MODULATION (PWM) UNTUK MENGATUR DUTY CYCLE DAYA PADA KENDARAAN LISTRIK SECA DENGAN METODE NEURAL NETWORK



**Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan
Pendidikan pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri
Sriwijaya**

OLEH :

**RAISSA INDRA HANDAYANI
061840341674**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2022**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Raissa Indra Handayani
NIM : 061840341674
Judul : *Fast Charging DC-DC Boost Converter Menggunakan Pengaturan Pulse Width Modulation (PWM) dengan Duty Cycle Daya pada Kendaraan Listrik SECA dengan Metode Neural Network*

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing I dan pembimbing II dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, September 2022



[Raissa Indra Handayani]

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

***FAST CHARGING DC-DC BOOST CONVERTER MENGGUNAKAN
PENGATURAN PULSE WIDTH MODULATION (PWM) UNTUK
MENGATUR DUTY CYCLE DAYA PADA KENDARAAN
LISTRIK SECA DENGAN METODE
NEURAL NETWORK***

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan pada Jurusan
Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik
Negeri Sriwijaya

OLEH :

RAISSA INDRA HANDAYANI

061840341674

Pembimbing I

Selamat Muslimin, S.T., M.Kom.
NIP. 197907222008011007

Pembimbing II

Ir. M. Nawawi, M.T.
NIP. 196312221991031006

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Ir. Iskandar Lutfi, M.T.
NIP. 196501291991031002

Mengetahui,
**Koordinator Progam Studi
Sarjana Terapan Teknik Elektro**

Masayu Anisah, S.T., M.T.
NIP. 197012281993032001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN RE PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Raissa Indra Handayani
NIM : 061840341674
Judul : *Fast Charging DC-DC Boost Converter Menggunakan Pengaturan Pulse Width Modulation (PWM) dengan Duty Cycle Daya pada Kendaraan Listrik SECA dengan Metode Neural Network*

Memberikan izin kepada Pembimbing Tugas Akhir dan Politeknik Negeri Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun saya tidak memublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing Tugas Akhir sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, September 2022

Raissa Indra Handayani
NIM 061840341674

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“Harta itu berkurang apabila dibelanjakan, tapi ilmu itu bertambah bila dibelanjakan”

-Ali bin Abi Thalib

“Usaha tidak akan pernah mengkhianati hasil”

-Raissa Indra Handayani

“There is no substitute for Hard Work”

-Thomas A. Edison

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini ku persembahkan untuk:

- ❖ Kedua orang tua yang dengan tulus, ikhlas, dan tak kenal lelah dalam memberikan doa terbaik dan dukungan baik moril maupun materil
- ❖ Ketiga adikku, Shohbi, Nizzar, dan Raihana yang aku sayangi
- ❖ Keluarga besar penulis yang senantiasa memberikan dukungan dan doa terbaik demi kelancaran penulis selama menempuh pendidikan di Politeknik Negeri Sriwijaya
- ❖ Kedua dosen pembimbing yang telah menuntun, memberikan arahan, kritik, saran dan dukungan, serta telah meluangkan waktu untuk konsultasi Tugas Akhir ini
- ❖ Rekan Seperjuangan Angkatan 2018 Sarjana Terapan Teknik Elektro, Khususnya 8 ELB
- ❖ Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini baik berupa tenaga dan pikiran yang tidak dapat disebutkan satu persatu
- ❖ Dan yang terakhir, KAMU-satu kata dengan sejuta makna untukku. Terimakasih atas kebesaran hatimu menerimaku dan bersedia menempuh perjalanan ini bersamaku serta coretan warna yang telah kamu berikan dalam kehidupanku.

Fast Charging DC-DC Boost Converter Menggunakan Pengaturan Pulse Width Modulation (PWM) untuk Mengatur Duty Cycle Daya pada Kendaraan Listrik SECA dengan Metode Neural Network

(2022 : XVIV + 88 halaman + 67 gambar + 20 tabel + 9 lampiran)

RAISSA INDRA HANDAYANI

061840341674

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Terjadinya krisis energi dan rendahnya efisiensi dari kendaraan konvensional dapat menjadi peluang untuk mengembangkan *Electric Vehicle (EV)*. Sesuai dengan Peraturan Presiden No. 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional Pemerintah Indonesia sudah menargetkan 2,1 juta unit kendaraan listrik roda dua dan 2.200 unit kendaraan listrik roda empat di tahun 2025. Akan tetapi, hal tersebut terkendala oleh pasokan listrik yang terbatas serta pengisian EV yang memakan waktu cukup lama. Pada penelitian sebelumnya, *Multidevice Interleaved DC-DC Bidirectional Converter (MDIBC)* telah diterapkan dan dinilai sebagai metode yang paling cocok untuk BEV dan PHEV karena menghasilkan daya tinggi >10 kW. Sedangkan untuk dibawah <10 kW disarankan untuk menggunakan jenis converter *Amplitudisinusoidal*, *Z-Source*, dan *Boost*. Pengimplementasian sistem *fast charging* akan diterapkan pada mobil SECA yang hanya membutuhkan daya pengisian minimum sekitar 169 W untuk pengisian empat baterai *lead acid*. Oleh karena itu, pada usulan penelitian tugas akhir ini difokuskan pada sistem *fast charging* yang mampu melakukan pengisian daya baterai secara cepat dan tetap memperhatikan SOH pada baterai. *Fast Charging* yang akan dikembangkan dengan *DC-DC Boost Converter* sebagai penaik tegangan yang dihasilkan oleh *Switch Mode Power Supply (SMPS)* dengan estimasi pengisian kurang dari 30 menit serta tetap memerhatikan *lifetime (SoH)* pada baterai. Serta, pada FC akan menggunakan PWM sebagai pengatur *duty power cycle*, metode penelitian akan menerapkan pengklasifikasi *Multi Layer Perceptron (MLP)* pada *Neural Network (NN)*. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa *fast charging* dapat melakukan pengisian hingga 600 W dengan estimasi pengisian sekitar 11 menit dengan kondisi pengisian diatas 60% serta pengaturan *duty cycle* daya 100%. Sedangkan hasil estimasi daya yang diolah pada metode *neural network* menunjukkan nilai RMSE senilai 0,010013430 untuk pengisian empat baterai *lead acid*.

Kata Kunci : *fast charging, pulse width modulation, lead-acid, neural network, boost converter, SMPS*

Fast Charging DC-DC Boost Converter Using Pulse Width Modulation (PWM) Setting To Set Duty Power Cycle On SECA Electric Vehicles With Neural Network Method

(2022 : XVIV + 88 pages + 67 pictures + 20 tables + 9 attachments)

RAISSA INDRA HANDAYANI

061840341674

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT

BACHELOR OF APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

The occurrence of an energy crisis and the low efficiency of conventional vehicles can be an opportunity to develop Electric Vehicles (EV). In accordance with Presidential Regulation No. 22 of 2017 concerning the General Plan of National Energy The Government of Indonesia has targeted 2.1 million units of two-wheeled electric vehicles and 2,200 units of four-wheeled electric vehicles by 2025. However, this is constrained by the limited electricity supply and EV charging which takes quite a while long. In previous research, Multidevice Interleaved DC-DC Bidirectional Converter (MDIBC) has been applied and assessed as the most suitable method for BEV and PHEV because it produces high power >10 kW. Meanwhile, for below <10 kW, it is recommended to use Amplitude sinusoidal, Z-Source, and Boost converters. The implementation of the fast charging system will be applied to SECA cars which only require a minimum charging power of around 169 W to charge four lead acid batteries. Therefore, in this final project research proposal is focused on a fast charging system that is able to charge the battery quickly and still pay attention to the SOH on the battery. Fast Charging which will be developed with a DC-DC Boost Converter as a voltage booster generated by Switch Mode Power Supply (SMPS) with an estimated charge of less than 30 minutes and still paying attention to the lifetime (SoH) of the battery. Also, the FC will use PWM as a regulator of the duty power cycle, the research method will apply the Multi Layer Perceptron (MLP) classifier to the Neural Network (NN). The results of the study show that fast charging can charge up to 600 W with an estimated charging of about 11 minutes with a charging condition above 60% and a 100% power duty cycle setting. While the results of the estimated power processed by the neural network method show an RMSE value of 0.010013430 for charging four lead acid batteries.

Keywords: fast charging, pulse width modulation, lead-acid, neural network, boost converter, SMPS

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Proposal Laporan Akhir tepat pada waktunya. Tugas Akhir ini ditulis untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Mekatronika, dengan judul "*Fast Charging DC-DC Boost Converter Menggunakan Pengaturan Pulse Width Modulation (PWM) untuk Mengatur Duty Cycle Daya pada Kendaraan Listrik SECA dengan Metode Neural Network*". Kelancaran proses penulisan Tugas Akhir ini tidak luput atas bimbingan, arahan dan petunjuk dari berbagai pihak, baik pada tahap persiapan, penyusunan, hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini. Maka dari itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. **Bapak Selamat Muslimin, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I.**
2. **Bapak Ir. M. Nawawi, M.T., selaku Dosen Pembimbing II.**

Yang telah mengarahkan dan membimbing penulis selama penelitian tugas akhir ini. Walau tentunya banyak sekali hambatan yang penulis rasakan baik dalam pelaksanaan maupun dalam penyusunan tugas akhir ini. Akan tetapi berkat izin Allah SWT dan berkat bimbingan bantuan serta dorongan dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat melaluinya hingga akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Dipl. Ing. Ahmad Taqwa, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Destra Andika Pratama, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Masayu Anisah, S.T., M.T., selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro.
5. Seluruh Dosen, dan Karyawan Administrasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya

6. Seluruh Staf Laboratorium dan Bengkel Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Kepada Orang tua dan Keluarga yang telah memberikan doa, dorongan dan dukungan kepada saya selama pembuatan alat dan penulisan Tugas Akhir.
8. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
9. Serta diri saya sendiri yang telah berjuang dalam menjalankan seluruh proses perkuliahan sebaik-baiknya.

Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat ke depan bagi semua pihak pada perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih terdapat kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Palembang, September 2022

Raissa Indra Handayani

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN RE PUBLIKASI.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACK.....	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan dan Manfaat	4
1.4.1 Tujuan.....	4
1.4.2 Manfaat.....	5
1.5 Metode Penelitian.....	5
1.5.1 Metode Studi Pustaka.....	5
1.5.2 Metode Observasi	5
1.5.3 Metode Wawancara.....	5
1.5.4 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Jenis – Jenis <i>Electric Vehicle</i>	7
2.2 Baterai (Accumulator).....	9
2.2.1 Jenis – Jenis Baterai	9
2.2.1.1 Baterai Lead-Acid	9
2.2.1.2 Baterai Lithium-Ion (Li-Ion).....	11
2.2.1.3 Baterai Nickel-Metal Hydride (Ni-MH).....	12
2.2.2 Cara Kerja Baterai.....	12

2.2.3	Pengaplikasian Baterai Secara seri dan Pararel	14
2.3	Charging	15
2.3.1	Metode Charging.....	16
2.3.1.1	<i>Constant Voltage</i>	16
2.3.1.2	Constant Current.....	16
2.3.1.3	Constant Voltage-Constant Current.....	17
2.3.2	Jenis Charging.....	18
2.3.2.1	<i>Slow Charging</i>	18
2.3.2.2	<i>Fast Charging</i>	18
2.4	Power Supply	19
2.4.1	Regulated Power <i>Supply</i>	19
2.4.2	Unregulated Power Supply	20
2.4.3	Adjustable Supply	20
2.5	<i>Switch Mode Power Supply (SMPS)</i>	20
2.5.1	Prinsip Kerja SMPS	21
2.5.2	Kelebihan Penggunaan SMPS	21
2.6	DC-DC Konverter	21
2.6.1	Buck Converter	22
2.6.2	Boost Converter	23
2.6.3	Buck-Boost Converter.....	24
2.7	Pulse Width Modulation (PWM)	25
2.7.1	PWM Analog	26
2.7.2	PWM Digital.....	27
2.8	Klasifikasi Sensor Berdasarkan Fungsi dan Penggunaanya	28
2.8.1	Sensor Tegangan DC.....	28
2.8.2	Sensor Arus ACS 712	28
2.9	Sistem Monitoring.....	29
2.9.1	PZEM 015 Module [71]	29
2.10	Metode Neural Network	30
2.10.1	Arsitektur Neural Network.....	31
2.10.2	Metode Algoritma Pembelajaran	33
2.10.3	Laju Pembelajaran (<i>Learning Rate</i>).....	34
2.10.4	Model Jaringan <i>Backpropagation</i>	34
2.11	Penelitian Sebelumnya <i>State of Art (SOTA)</i>	38

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	45
3.1	Studi Literatur	46
3.2	Perancangan Sistem.....	46
3.2.1	Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	46
3.2.1.1	Perancangan Mekanik.....	46
3.2.1.2	Perancangan Elektronik	48
3.2.2	Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	51
3.3	Pengumpulan Data	52
3.3.1	Prosedur Pengisian Baterai.....	53
3.3.2	Alat Monitoring Baterai	53
3.3.3	Pemrosesan Data.....	54
3.3.3.1	Data Masukan.....	54
3.3.3.2	Data Keluaran.....	55
3.4	Skema Algoritma <i>Neural Network</i> pada RapidMiner Studio	56
3.4.1	Read Excel.....	56
3.4.2	Split Data.....	57
3.4.3	Cross Validation.....	58
3.4.4	Model Apply.....	58
3.4.5	<i>Performance</i>	59
3.4.6	Diagram Alir Simulasi <i>Neural Network</i>	60
3.5	Pengujian dan Simulasi Algoritma Program	61
3.6	Analisa Data.....	62
BAB IV	HASIL DAN ANALISA	63
4.1	Hasil Pengambilan Data	63
4.1.1	Proses Pengisian Baterai 12 Volt	65
4.1.2	Proses Pengisian Baterai 24 Volt	66
4.1.3	Proses Pengisian Baterai 36 Volt	68
4.1.4	Proses Pengisian Baterai 48 Volt	69
4.2	Hasil Proses Pelatihan	71
4.2.1	Hasil Proses Pelatihan Kondisi Pengisian Baterai 12 Volt	72
4.2.2	Hasil Proses Pelatihan Kondisi Pengisian Baterai 24 Volt	73
4.2.3	Hasil Proses Pelatihan Kondisi Pengisian Baterai 36 Volt	74
4.2.4	Hasil Proses Pelatihan Kondisi Pengisian Baterai 48 Volt	76
4.3	Hasil Pengujian	77

4.4	Analisa	82
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		84
5.1	Kesimpulan	84
5.2	Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA.....		xviii
LAMPIRAN		xiv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis – Jenis Kendaraan Berdasarkan Sumber Energinya	7
Gambar 2. 2 Baterai VLA 6 V <i>Deep Cycle</i> [16]	10
Gambar 2. 3 Baterai SLA 12 V	11
Gambar 2. 4 Baterai Lithium Ion	12
Gambar 2. 5 Baterai NiMH	12
Gambar 2. 6 Reaksi Kimia pada Saat Pengosongan Baterai [16]	13
Gambar 2. 7 Reaksi Kimia pada Saat Pengisian Baterai [16]	13
Gambar 2. 8 Rangkaian Baterai Secara Seri	14
Gambar 2. 9 Rangkaian Baterai Secara Paralel	15
Gambar 2. 10 Grafik Pengisian Daya Baterai Tegangan Konstan [16]	16
Gambar 2. 11 Grafik Pengisian Daya Baterai Arus Konstan [16]	17
Gambar 2. 12 Grafik Pengisian Daya Baterai Tegangan Konstan Arus Konstan [16]	18
Gambar 2. 13 Block Diagram <i>Regulated Power Supply</i>	19
Gambar 2. 14 Block Diagram <i>Unregulated Power Supply</i>	20
Gambar 2. 15 Rangkaian Dasar Konverter DC DC	22
Gambar 2. 16 Rangkaian Mode Switch Chopper	22
Gambar 2. 17 Rangkaian <i>Buck Converter</i>	23
Gambar 2. 18 Tegangan Rata-Rata <i>Buck Converter</i>	23
Gambar 2. 19 Rangkaian <i>Boost Converter</i>	24
Gambar 2. 20 Rangkaian konverter DC-DC tipe boost + penyearah dioda (faktor daya satu)	24
Gambar 2. 21 Rangkaian <i>Buck-Boost Converter</i>	25
Gambar 2. 22 Bentuk Sinyal PWM	26
Gambar 2. 23 Rangkaian PWM Analog	26
Gambar 2. 24 Pembentukan Sinyal PWM	26
Gambar 2. 25 Perhitungan <i>Duty Cycle</i> PWM	27
Gambar 2. 26 Rangkaian Pembagi Tegangan	28
Gambar 2. 27 Sensor Arus ACS 712	28
Gambar 2. 28 <i>Wiring</i> PZEM 015	30
Gambar 2. 29 Struktur <i>Neural Network</i>	30
Gambar 2. 30 Arsitektur <i>Single Layer Network</i>	31
Gambar 2. 31 Arsitektur <i>Multilayer Network</i>	32
Gambar 2. 32 Arsitektur <i>Recurrent Neural Network</i>	33
Gambar 2. 33 Struktur Jaringan <i>Backpropagation</i>	35
Gambar 3. 1 Tahapan Metodologi Kerangka Kerja	45
Gambar 3. 2 <i>Fast Charging</i> Tampak Atas	47
Gambar 3. 3 Desain <i>Fast Charging</i> (a) Tampak Depan (b) Tampak Belakang	48
Gambar 3. 4 Diagram Blok EV Secara Keseluruhan[38]	49
Gambar 3. 5 Blok Diagram <i>Fast Charging</i>	49

Gambar 3. 6	Rangkaian <i>Fast Charging</i> Keseluruhan	50
Gambar 3. 7	Gambar Rangkaian SMPS	50
Gambar 3. 8	Rangkaian DC Boost Converter	51
Gambar 3. 9	Rangkaian PWM DC <i>Speed Controller</i>	51
Gambar 3. 10	<i>Flowchart</i> Sistem <i>Fast Charging</i>	52
Gambar 3. 11	Prosedur Pengisian Baterai	53
Gambar 3. 12	Diagram Blok Proses Pengambilan Data saat Pengisian	54
Gambar 3. 13	Proses Data Masukan	55
Gambar 3. 14	Proses Data Keluaran	55
Gambar 3. 15	Skema <i>Neural Network</i>	56
Gambar 3. 16	Import Data Excel ke RapidMiner Studio	57
Gambar 3. 17	Pembagian Data Latih dan Data Uji	57
Gambar 3. 18	<i>Cross Validation</i>	58
Gambar 3. 19	Tampilan Model Jaringan Berdasarkan Hasil Data Pengujian	59
Gambar 3. 20	<i>Flowchart</i> Simulasi Estimasi Daya	60
Gambar 4. 1	Grafik Pengaturan <i>Duty Cycle</i> 100%	64
Gambar 4. 2	Grafik (a) <i>Duty Cycle</i> 50% (b) <i>Duty Cycle</i> 100%	64
Gambar 4. 3	Grafik Perbandingan Tegangan Pengisian 1 Baterai	66
Gambar 4. 4	Grafik Perbandingan Tegangan Pengisian 2 Baterai	67
Gambar 4. 5	Grafik Perbandingan Tegangan Pengisian 3 Baterai	69
Gambar 4. 6	Grafik Perbandingan Tegangan Pengisian 4 Baterai	70
Gambar 4. 7	Grafik Data Latih Pengisian 12 Volt	73
Gambar 4. 8	Grafik Data Latih Pengisian 24 Volt	74
Gambar 4. 9	Grafik Data Latih Pengisian 36 Volt	75
Gambar 4. 10	Grafik Data Latih Pengisian 48 Volt	77
Gambar 4. 11	Hasil Pengujian Pengisian Baterai 12 Volt	80
Gambar 4. 12	Hasil Pengujian Pengisian Baterai 24 Volt	80
Gambar 4. 13	Hasil Pengujian Pengisian Baterai 36 Volt	81
Gambar 4. 14	Hasil Pengujian Pengisian Baterai 48 Volt	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kelebihan dan Kekurangan EV	8
Tabel 2. 2 Karakteristik Baterai Lead Acid	10
Tabel 2. 3 <i>State of Art</i> Penelitian Tentang <i>Fast Charging</i>	38
Tabel 3. 1 Parameter Pelatihan Neural Network	61
Tabel 4. 1 Hasil Pengisian Baterai 12 Volt	65
Tabel 4. 2 Hasil Pengisian Baterai 24 Volt	67
Tabel 4. 3 Hasil Pengisian Baterai 36 Volt	68
Tabel 4. 4 Hasil Pengisian Baterai 48 Volt	70
Tabel 4. 5 Uji Parameter Kondisi Pengisian Baterai 12 Volt	71
Tabel 4. 6 Uji Parameter Kondisi Pengisian 24 Volt	71
Tabel 4. 7 Uji Parameter Kondisi Pengisian 36 Volt	72
Tabel 4. 8 Uji Parameter Kondisi Pengisian 48 Volt	72
Tabel 4. 9 Hasil Pelatihan Proses Pengisian Baterai 12 Volt	72
Tabel 4. 10 Hasil Pelatihan Proses Pengisian Baterai 24 Volt	73
Tabel 4. 11 Hasil Pelatihan Proses Pengisian Baterai 36 Volt	75
Tabel 4. 12 Hasil Pelatihan Proses Pengisian Baterai 36 Volt	76
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Pengisian Baterai 12 Volt	77
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Pengisian Baterai 24 Volt	78
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Pengisian Baterai 36 Volt	78
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Pengisian Baterai 48 Volt	79

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Lembar Kesepakatan Bimbingan TA Pembimbing I	LI
Lampiran II Lembar Kesepakatan Bimbingan TA Pembimbing II	LII
Lampiran III Lembar Konsultasi TA Pembimbing I.....	LIII
Lampiran IV Lembar Konsultasi TA Pembimbing II.....	LV
Lampiran V Lembar Rekomendasi Ujian TA	LVII
Lampiran VI Lembar Pelaksanaan Revisi TA	LVIII
Lampiran VII <i>Letter of Acceptance</i>	LIX
Lampiran VIII Dokumentasi	LV
Lampiran IX Data Pengukuran	LVII