



**OPTIMALISASI PENGISIAN DAYA BATERAI KENDARAAN
LISTRIK BERBASIS PANEL SURYA PADA *BOOST*
CONVERTER MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DENGAN
VARIASI INDUKTOR**

SKRIPSI

M. PARAJ AZHAR HARDIAN

2010314063

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO

2024



**OPTIMALISASI PENGISIAN DAYA BATERAI KENDARAAN
LISTRIK BERBASIS PANEL SURYA PADA *BOOST*
CONVERTER MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DENGAN
VARIASI INDUKTOR**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik**

M. PARAJ AZHAR HARDIAN

2010314063

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO**

2024

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh:

Nama : M. Paraj Azhar Hardian

NIM : 2010314063

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Optimalisasi Pengisian Daya Baterai Kendaraan Listrik Berbasis Panel Surya Pada Boost Converter Menggunakan Arduino Uno Dengan Variasi Induktor

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Luh Krisnawati S.T., M.T.

Penguji Utama



Silvia Anggraeni S.T., M.Sc., Ph.D.

Penguji Lembaga



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri
S.T., M.T, IPM., ASEAN. Eng.

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Henry Binsar Hamonangan Sitorus

S.T., M.T.

Penguji I (Pembimbing)



Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T.,

M.T., CEC.

Ka. Prodi Teknik Elektro

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : Rabu, 10 Juli 2024

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**OPTIMALISASI PENGISIAN DAYA BATERAI KENDARAAN
LISTRIK BERBASIS PANEL SURYA PADA *BOOST*
CONVERTER MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DENGAN
VARIASI INDUKTOR**

Muhammad Paraj Azhar Hardian

NIM 2010314063

Disetujui Oleh

Pembimbing I



Dr. Henry Binsar Hamonangan

Sitorus S.T., M.T.

Pembimbing II

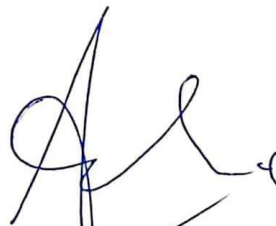


Ferdyanto S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta



Ir. Achmad Zuchriadi P.S.T., M.T., CEC.

PERNYATAAN ORISINALITAS

Proposal skripsi ini merupakan hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar.

Nama : M. Paraj Azhar Hardian

NIM : 2010314063

Program Studi : Teknik Elektro

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 10 Juli 2024

Yang menyatakan,



(M. Paraj Azhar Hardian)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Paraj Azhar Hardian
NIM : 2010314063
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta. Hak Bebas Royalti Noneklusif (Non Exclusive Royalti Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

OPTIMALISASI PENGISIAN DAYA BATERAI KENDARAAN LISTRIK BERBASIS PANEL SURYA PADA BOOST CONVERTER MENGUNAKAN ARDUINO UNO DENGAN VARIASI INDUKTOR

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/diformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 10 Juli 2024

Yang menyatakan,



(M. Paraj Azhar Hardian)

**OPTIMALISASI PENGISIAN DAYA BATERAI KENDARAAN
LISTRIK BERBASIS PANEL SURYA PADA *BOOST*
CONVERTER MENGGUNAKAN ARDUINO UNO DENGAN
VARIASI INDUKTOR**

M. Paraj Azhar Hardian

ABSTRAK

Tugas akhir ini melakukan perancangan, pembuatan alat, serta menyajikan analisis kinerja topologi *boost converter* yang digunakan pada penelitian ini dalam melakukan pengisian daya baterai kendaraan listrik berbasis panel surya menggunakan mikrokontroler arduino uno. *Boost converter* diberi beberapa variasi diameter dan lilitan kawat induktor guna dapat mengetahui optimalisasi dan efisiensi tertinggi terhadap kinerja *boost converter* yang digunakan untuk melakukan pengecasan. Rangkaian ini menggunakan arduino uno untuk membangkitkan dan mengontrol *pulse width modulation (duty cycle)* untuk menaikkan tegangan *output* yang diinginkan. Variasi kawat yang digunakan yaitu induktor dengan 30 lilitan, 60 lilitan, dan 90 lilitan menggunakan diameter 1 mm, dan induktor dengan 60 lilitan menggunakan diameter 0.5 mm, 1 mm, dan 1.5 mm. Rangkaian *boost converter* yang dibuat dapat menaikkan tegangan maksimum sebesar 97.0 V (tanpa beban) dan 47.5 V (dengan beban) dan tegangan maksimum yang dihasilkan panel surya pada penelitian ini sebesar 21.3 V. Efisiensi yang didapat pada penelitian ini yaitu berkisar antara 62,72 % sampai 69,05 %. Efisiensi tertinggi dari variasi induktor yang digunakan pada penelitian ini yaitu pada induktor dengan variasi 60 lilitan pada diameter 1.5 mm sebesar 69,05 %. Rangkaian *boost converter* yang dibuat pada penelitian ini mendapatkan efisiensi yang rendah dikarenakan menggunakan topologi *boost converter* sederhana dan besarnya rugi-rugi daya yang didapat.

Kata Kunci: *boost converter, pulse width modulation, variasi lilitan dan diameter induktor, efisiensi*

OPTIMIZATION OF SOLAR PANEL-BASED ELECTRIC VEHICLE BATTERY CHARGING ON BOOST CONVERTER USING ARDUINO UNO WITH INDUCTOR VARIATION

M. Paraj Azhar Hardian

ABSTRACT

This final project designs, makes tools, and presents an analysis of the performance of the boost converter topology used in this study in charging solar panel-based electric vehicle batteries using an Arduino Uno microcontroller. Boost converters are given several variations in diameter and inductor wire windings in order to determine the optimization and highest efficiency of the performance of the boost converter used for charging. This circuit uses Arduino Uno to generate and control pulse width modulation (duty cycle) to increase the desired output voltage. The wire variations used are inductors with 30 turns, 60 turns, and 90 turns using a diameter of 1 mm, and inductors with 60 turns using diameters of 0.5 mm, 1 mm, and 1.5 mm. The boost converter circuit made can increase the maximum voltage by 97.0 V (without load) and 47.5 V (with load) and the maximum voltage generated by the solar panel in this study is 21.3 V. The efficiency obtained in this study ranges from 62.72% to 69.05%. The highest efficiency of the inductor variation used in this study is the inductor with a variation of 60 turns at a diameter of 1.5 mm of 69.05%. The boost converter circuit made in this study gets low efficiency due to using a simple boost converter topology and the amount of power loss obtained.

Keywords: *boost converter, pulse width modulation, winding variation and inductor diameter, efficiency*

KATA PENGANTAR

Segala puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Optimalisasi Pengisian Daya Baterai Kendaraan Listrik Berbasis Panel Surya Pada *Boost Converter* Menggunakan Arduino Uno Dengan Variasi Induktor”**, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program sarjana (S1) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Pemangungan Nasional Veteran Jakarta.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa adanya bimbingan, dukungan, bantuan, nasehat, serta motivasi yang telah diberikan oleh berbagai pihak dalam penyusunan tugas akhir ini. Pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada :

1. Keluarga penulis, khususnya orang tua penulis, yang telah membantu penulis dengan memberikan dukungan moral maupun material dan selalu memberikan doa restu kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Henry Binsar Hamonangan Sitorus S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Wakil Rektor I Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta yang telah banyak membantu penulis dengan memberikan saran-saran yang bersifat membangun dalam penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak Ferdyanto, S.T., M.T selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan saran serta masukan yang sangat bermanfaat dalam penulisan tugas akhir ini.
4. Teman-teman Program Studi S1 Teknik Elektro yang telah membantu dan memotivasi dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Sahabat-sahabat penulis sejak SMA, yaitu Gumilang Fatwa, Fajar Aditya, Fadhil Maula Ilyasa, Ogant Biru Samudra, Andika Yustian, dan Claudio Gustav yang selalu mensupport, memberikan semangat, dan menghibur disaat penulis penat mengerjakan tugas akhir ini.

6. Seseorang yang dikenal penulis sejak kelas satu SMA dan tidak bisa disebutkan namanya untuk saat ini, terimakasih sudah memberikan semangat, support, motivasi, dan membantu penulis saat mengerjakan tugas akhir ini. Terimakasih telah menjadi bagian yang menyenangkan dari proses berjuang masa depan penulis. Sampai berjumpa dan bertemu kembali dalam versi terbaiknya masing-masing.
7. Teman-teman konsentrasi Teknik Tenaga Listrik 2020 yang telah banyak membantu dan saling menyemangati dalam penyusunan tugas akhir ini.
8. Sahabat seperjuangan penulis, yaitu Defin Paulo dan Rahmatullah (Mamat) yang selalu memberikan motivasi dan *support* dalam mengerjakan tugas akhir ini.
9. M. Paraj Azhar Hardian, yaitu diri saya sendiri apresiasi sebesar besarnya terimakasih telah bertanggungjawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai dan selalu berusaha menjadi lebih baik atas kebodohan intelektual yang dimiliki di masa SMA khususnya untuk pelajaran fisika. Penulis berjanji akan meraih cita-cita yang diinginkan dan tidak akan gagal yang kedua kalinya.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna, serta masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih atas saran dan kritik yang membangun untuk kesempurnaan laporan ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan bagi rekan-rekan mahasiswa khususnya di Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Jakarta, Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Batasan masalah	4
1.5 Luaran penelitian	4
1.6 Sistematika penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terkait.....	6
2.2 Boost Converter.....	11
2.3 Induktor	18
2.4 Pulse Width Modulation (PWM).....	22
2.5 Dioda	23
2.6 Energi Matahari	25
2.7 Panel Surya.....	26
2.8 Arduino.....	28
2.9 Kendaraan Listrik	29

2.10 Baterai.....	30
BAB 3. METODE PENELITIAN	32
3.1 Kerangka Berpikir	32
3.1.1 Studi Literatur	32
3.1.2 Perumusan Masalah	33
3.1.3 Perancangan <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	33
3.1.4 Perancangan Rangkaian <i>Boost Converter</i>	35
3.1.5 Pembuatan Prototipe	38
3.1.6 Pengujian Prototipe.....	40
3.1.7 Pengumpulan Data.....	41
3.1.8 Analisis Data.....	43
3.1.9 Kesimpulan	44
3.2 Instrumen Penelitian.....	44
3.2.1 Perangkat Keras	44
3.2.2 Perangkat Lunak	46
3.3 Tempat Penelitian.....	46
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	47
4.1 Hasil Perancangan Hardware dan Software	47
4.2 Hasil Perancangan Rangkaian <i>Boost Converter</i>	49
4.3 Pembuatan Prototipe.....	51
4.4 Pengujian Prototipe	51
4.4.1 Pengujian kontrol dan pembangkit sinyal PWM (<i>duty cycle</i>)	51
4.4.2 Pengujian Panel Surya	53
4.4.3 Pengujian Rangkaian <i>Boost Converter</i>	54
4.4.4 Pengujian Kalibrasi Alat Pengukuran.....	54
4.6 Pengumpulan Data.....	55
4.7 Analisis Data	63
4.7.1 Analisis pengaruh <i>duty cycle terhadap</i> tegangan sebelum dan setelah melewati <i>boost converter</i> untuk variasi 30, 60, dan 90 lilitan dengan diameter 1 mm.....	64
4.7.2 Analisis pengaruh <i>duty cycle terhadap</i> arus sebelum dan setelah melewati <i>boost converter</i> untuk variasi 30, 60, dan 90 lilitan dengan diameter 1 mm. 70	70

4.7.3 Analisis pengaruh <i>duty cycle terhadap</i> tegangan sebelum dan setelah melewati <i>boost converter</i> untuk variasi 60 lilitan dengan diameter 0.5 mm, 1 mm, dan 1.5 mm.	74
4.7.4 Analisis pengaruh <i>duty cycle terhadap</i> arus sebelum dan setelah melewati <i>boost converter</i> untuk variasi 60 lilitan dengan diameter 0.5 mm, 1 mm, dan 1.5 mm.	80
4.7.5 Analisis Rata-Rata Efisiensi <i>Boost Converter</i>	84
BAB 5 PENUTUP	101
5.1 Kesimpulan	101
5.2 Saran.....	101
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rangkaian <i>Boost Converter</i>	12
Gambar 2. 2 Saklar <i>ON</i> (tertutup)	12
Gambar 2. 3 Saklar <i>OFF</i> (terbuka).....	14
Gambar 2. 4 Simbol induktor	18
Gambar 2. 5 Lilitan induktor	19
Gambar 2. 6 <i>Pulse width modulation</i> (PWM)	22
Gambar 2. 7 Gelombang Frekuensi <i>Duty Cycle</i>	23
Gambar 2. 8 Sinar Matahari	26
Gambar 2. 9 Panel Surya tipe <i>monocrystalline, polycrystalline, dan thin film</i> ...	26
Gambar 2. 10 Proses semikonduktor Panel Surya.....	27
Gambar 2. 11 a. Arduino Uno, b. Arduino IDE	29
Gambar 2. 12 Kendaraan Listrik	29
Gambar 3. 1 Flowchart Penelitian	32
Gambar 3. 2 Perancangan <i>Hardware</i>	34
Gambar 3. 3 Perancangan <i>Software</i>	35
Gambar 3. 4 Perancangan Rangkaian Kontrol	36
Gambar 3. 5 Perancangan Rangkaian <i>Gate Driver</i>	36
Gambar 3. 6 Perancangan Rangkaian <i>Boost</i>	37
Gambar 3. 7 Perancangan Rangkaian <i>Boost Converter</i>	38
Gambar 3. 8 Perancangan Desain Prototipe	39
Gambar 3. 9 Perancangan Skematik Rangkaian.....	40
Gambar 4. 1 Perancangan Rangkaian Arduino Uno.....	47
Gambar 4. 2 Induktor Dengan Variasi Lilitan Dan Diameter Yang Telah Ditentukan.....	48
Gambar 4. 3 Hasil Perancangan <i>Hardware</i>	48
Gambar 4. 4 Hasil Perancangan <i>Software</i>	49
Gambar 4. 5 Rangkaian <i>Boost Converter</i> Menggunakan <i>Breadboard</i>	50
Gambar 4. 6 Rangkaian <i>Boost Converter</i> Menggunakan <i>PCB</i>	50
Gambar 4. 7 Prototipe Yang Telah Dibuat Penulis	51
Gambar 4. 8 Pengujian Kontrol Dan Pembangkit PWM Dengan Variasi <i>Duty</i> <i>Cycle</i>	52
Gambar 4. 9 Grafik Tegangan Pada Diameter (a) 30 Lilitan,	64
Gambar 4. 10 Grafik Tegangan Pada Induktor (a) 30 Lilitan,	67
Gambar 4. 11 Grafik Arus Pada Induktor (a) 30 Lilitan,	70
Gambar 4. 12 Grafik Arus Pada Induktor (a) 30 Lilitan,	72
Gambar 4. 13 Grafik Tegangan Pada Induktor (a) 0.5 mm,	74
Gambar 4. 14 Grafik Tegangan Pada Induktor (a) 0.5 mm,	77
Gambar 4. 15 Grafik Arus Pada Induktor (a) 0.5 mm, (b) 1 mm,.....	80
Gambar 4. 16 Grafik Arus Pada Induktor (a) 0.5 mm,	82

Gambar 4. 17 Rata-Rata Efisiensi Pada Pukul 11.30 WIB	86
Gambar 4. 18 Rata-Rata Efisiensi Pada Pukul 12.00 WIB	89
Gambar 4. 19 Rata-Rata Efisiensi Pada Pukul 12.30 WIB	92
Gambar 4. 20 Rata-Rata Efisiensi Pada Pukul 13.00 WIB	95
Gambar 4. 21 Grafik Rata-Rata Efisiensi Dengan Variasi Lilitan	98
Gambar 4. 22 Grafik Rata-Rata Efisiensi Dengan Variasi Diameter	99

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu.....	6
Tabel 3. 1 Alat Yang Digunakan.....	44
Tabel 3. 2 Komponen Yang Digunakan.....	45
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Yang Dilakukan Pada Ketiga Panel Surya.....	53
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Rangkaian <i>Boost Converter</i>	54
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kalibrasi Modul Volt Amper Meter.....	55
Tabel 4. 4 Data Variasi Kawat 30 Lilitan Dengan Diameter 1 mm.....	56
Tabel 4. 5 Data Variasi Kawat 60 Lilitan Dengan Diameter 1 mm.....	56
Tabel 4. 6 Data Variasi Kawat 90 Lilitan Dengan Diameter 1 mm.....	56
Tabel 4. 7 Data Variasi Kawat 30 Lilitan Dengan Diameter 1 mm.....	57
Tabel 4. 8 Data Variasi Kawat 60 Lilitan Dengan Diameter 1 mm.....	57
Tabel 4. 9 Data Variasi Kawat 90 Lilitan Dengan Diameter 1 mm.....	58
Tabel 4. 10 Data Variasi Kawat 60 Lilitan Diameter 0,5 mm.....	58
Tabel 4. 11 Data Variasi Kawat 60 Lilitan Diameter 1 mm.....	58
Tabel 4. 12 Data Variasi Kawat 60 Lilitan Diameter 1,5 mm.....	59
Tabel 4. 13 Data Variasi Kawat 60 Lilitan Diameter 0,5 mm.....	59
Tabel 4. 14 Data Variasi Kawat 60 Lilitan Diameter 1 mm.....	60
Tabel 4. 15 Data Variasi Kawat 60 Lilitan Diameter 1,5 mm.....	60
Tabel 4. 16 Rata-Rata Efisiensi Pada Pukul 11.30 WIB.....	61
Tabel 4. 17 Rata-Rata Efisiensi Pada Pukul 12.00 WIB.....	61
Tabel 4. 18 Rata-Rata Efisiensi Pada Pukul 12.30 WIB.....	61
Tabel 4. 19 Rata-Rata Efisiensi Pada Pukul 13.00 WIB.....	62
Tabel 4. 20 Rata-Rata intensitas cahaya matahari.....	62
Tabel 4. 21 Rata-Rata intensitas cahaya matahari.....	62
Tabel 4. 22 Rata-Rata intensitas cahaya matahari.....	62
Tabel 4. 23 Rata-Rata intensitas cahaya matahari.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengambilan Data

Lampiran 2. Pengujian Arduino Uno Membangkitkan dan Mengontrol Sinyal PWM

Lampiran 3. Pengujian Panel Surya

Lampiran 4. Pengujian Sensor

Lampiran 5. Pengujian *Boost Converter*

Lampiran 6. Pembuatan Grafik Analisis Origin Pro 2024

Lampiran 7. Lembar Konsultasi Pembimbing ke-1 Tugas Akhir

Lampiran 8. Lembar Konsultasi Pembimbing ke-3 Tugas Akhir