

**PENERAPAN ALGORITMA ANT COLONY SYSTEM PADA PENGISIAN
BATERAI LEAD ACID MOBIL LISTRIK BERBASIS REGRESI LINIER**



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Menyelesaikan Pendidikan
Diploma III Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:

Dinda Nurhalizah

062030320077

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRONIKA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**PENERAPAN ALGORITMA *ANT COLONY SYSTEM* PADA PENGISIAN
BATERAI *LEAD ACID* MOBIL LISTRIK BERBASIS REGRESI LINIER**



LAPORAN AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III
Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

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

Ekawati Prihatini, S.T., M.T.
NIP. 197903102002122005

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Elektro**

**Koordinator Program Studi
Teknik Elektronika**

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

Dewi Permata Sari, S.T., M.Kom.
NIP.197612132000032001

ABSTRAK

PENERAPAN ALGORITMA *ANT COLONY SYSTEM* PADA PENGISIAN BATERAI *LEAD ACID* MOBIL LISTRIK BERBASIS REGRESI LINIER

(2023 : 55 Halaman + 28 Gambar + 8 Tabel + Daftar Pustaka + Lampiran)

DINDA NURHALIZAH

062030320077

TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Laporan Akhir ini menyajikan perancangan algoritma *Ant Colony* pada proses pengisian daya baterai *lead acid*. Tujuan dari laporan akhir ini adalah merancang algoritma *Ant Colony* untuk menemukan pola arus terbaik pada sistem pengisian daya baterai, untuk menghasikan sistem *smart charging* dengan arus pengisian yang cepat dan aman untuk baterai. Perancangan algoritma *Ant Colony* dalam menemukan pola arus terbaik dilakukan secara bertahap dan berulang hingga mendapatkan terminasi berupa pola arus terbaik menurut algoritma *Ant Colony*. Hasil dari perancangan algoritma tersebut menghasilkan pola arus yang terdiri dari 5 tahap, yaitu: 10A, 5A, 3A, 2A, dan 0A. Adapun alat *charging* dengan algoritma ini dapat mengisi daya baterai *lead acid* dengan kapasitas 12V 30Ah dari SOC 56% sampai SOC 100% selama 12, 73 menit. Pada Laporan Akhir ini menunjukkan bahwa *smart charging* dengan *Ant Colony* dapat mengisi baterai secara aman tanpa fluktuasi arus dibandingkan dengan *charging* tanpa algoritma, sehingga besar arus *charging* yang digunakan tidak berbahaya untuk baterai. Selain itu, dilakukan analisis data untuk mengetahui besar nilai akurasi pada estimasi SOC (*State of Charge*) *charging* dengan menggunakan regresi linier *supervised learning*. Hasil analisis data dengan regresi linier menunjukkan bahwa estimasi SOC baterai memiliki akurasi yang baik dengan nilai RMSE 0,32238 dan MAE sebesar 0,27.

Kata Kunci : *Smart Charging*, *Ant Colony* (AC), Regresi Linier

ABSTRACT

APPLICATION OF ANT COLONY ALGORITHM SYSTEM FOR CHARGING LEAD-ACID ELECTRIC VEHICLES BATTERY BASED ON LINEAR REGRESSION

(2023: 55 Pages + 28 Pictures + 8 Tables + Bibliography + Appendix)

DINDA NURHALIZAH

062030320077

ELECTRICAL ENGINEERING

STUDY PROGRAM OF ELECTRONICS ENGINEERING

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

This Final Report presents the design of the Ant Colony algorithm for the lead-acid battery charging process. The aim of this final report was to design an Ant Colony algorithm to find the best current pattern for battery charging systems, in order to create a smart charging system with fast and safe charging currents for the batteries. The design of the Ant Colony algorithm for finding the best current pattern was done gradually and iteratively until a termination condition is met, resulting in the best current pattern according to the Ant Colony algorithm. The results of this algorithm design produced a current pattern consisting of 5 stages: 10A, 5A, 3A, 2A, and 0A. Using this charging algorithm, the charging device can charge a 12V 30Ah lead-acid battery from 56% SOC to 100% SOC in 12.73 minutes. This final report also demonstrates that smart charging with Ant Colony can safely charge the battery without current fluctuations compared to charging without the algorithm, making the charging current safe for the battery. Furthermore, data analysis was conducted to determine the error in SOC (State of Charge) estimation during charging using supervised learning linear regression. The data analysis with linear regression shows that the battery SOC estimation has good accuracy with an RMSE value of 0.32238 and an MAE of 0.27.

Keywords: Smart Charging, Ant Colony (AC), Linear Regression

MOTTO

“Future belongs to those who believe in the beauty of their dreams”

Kupersembahkan laporan akhir ini kepada :

- Allah SWT atas ridho-Nya disetiap langkah dan nafas hidupku selalu diberi kelancaran dan kepada Nabi Muhammad SAW manusia yang paling mulia dan suri tauladan di muka bumi ini.
- Keluargaku tercinta, terkhususnya Mama dan Bapak serta Mas Aji, Bima, dan Wawa yang selalu memberikan doa dan dukungan tanpa henti, salah satu alasan untuk terus bergerak dan bersemangat.
- Kedua Dosen Pembimbingku, Bapak Selamat Muslimin, S.T., M.Kom. dan Ibu Ekawati Prihaini, S.T., M.T. yang telah banyak memberikan saran, arahan, dan solusi.
- Seluruh Dosen Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika yang telah mendidik dan banyak memberikan ilmu pengetahuan khususnya dibidang elektro.
- Teman-teman seperjuangan 6EB.
- *Last, I want to thank myself for fighting until this moment. Stay strong, dear, and may all your wishes come true soon, SEMANGAT DINDA! This is not the end, this is the beginning.*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir dengan baik dan tepat pada waktunya. Laporan Akhir ini ditulis untuk memenuhi syarat menyelesaikan Pendidikan Diploma III Politeknik Negeri Sriwijaya pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektronika, dengan judul **“PENERAPAN ALGORITMA ANT COLONY SYSTEM PADA PENGISIAN BATERAI LEAD ACID MOBIL LISTRIK BERBASIS REGRESI LINIER”**.

Kelancaran dalam proses penulisan Laporan Akhir ini tidak luput berkat bimbingan, arahan dan petunjuk dari berbagai pihak, baik pada tahap persiapan, penyusunan, hingga terselesaikannya Laporan Akhir ini. Maka dari itu penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak **Selamat Muslimin, S.T.,M.Kom.** selaku Dosen Pembimbing I.
2. Ibu **Ekawati Prihatini, S.T.,M.T.** selaku Dosen Pembimbing II.

Kemudian penulis juga mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan moril dan materil yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir dengan ketentuan yang telah ditetapkan Politeknik Negeri Sriwijaya, kepada:

1. Bapak Dr.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 Dewi Permata Sari, S.T.,M.Kom. selaku Koordinator Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Kedua Orang tua, serta keluarga yang telah memberikan segala doa dan dukungan baik moral maupun materil dalam menyelesaikan Laporan Akhir.

6. Teman-teman seperjuangan EB'20 yang saling mendukung
7. Teman-teman Program Studi D3-Teknik Elektronika'20
8. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Laporan Akhir.

Demikianlah, semoga bantuan dan dukungan yang telah diberikan dapat menjadi amal dihadapan Tuhan Yang Maha Esa. Penulis berharap agar Laporan Akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa, khususnya bagi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Program Studi D3-Teknik Elektronika Politeknik Negeri Sriwijaya.

Palembang, 2023

Dinda Nurhalizah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan.....	3
1.4.2 Manfaat.....	4
1.5 Metodologi Penelitian	4
1.5.1 Studi Literatur	4
1.5.2 Perancangan <i>Hardware</i>	4
1.5.3 Perancangan <i>Software</i>	4
1.5.4 Pengujian Sistem	4
1.5.5 Analisa	5

1.5.6	Penyusunan Laporan Akhir	5
1.6	Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....		7
2.1	Mobil Listrik	7
2.2	Baterai Mobil Listrik.....	9
2.2.1	Baterai <i>Lead Acid</i>	10
2.3	<i>Charging</i>	10
2.3.1	Metode Pengisian Baterai.....	11
2.3.1.1	<i>Constant Current Charging (CC)</i>	11
2.3.1.2	<i>Constant Voltage Charging (CV)</i>	12
2.3.1.3	<i>Pulse Charging</i>	13
2.3.1.4	<i>Reflex Method</i>	14
2.3.1.5	<i>Constant Current-Constant Voltage Charging (CC-CV)</i>	14
2.3.2	<i>State of Charge (SOC)</i>	16
2.3.3	<i>Smart Charging</i>	17
2.3.4	Sistem Kontrol <i>Charging</i>	18
2.3.4.1	PZEM-017.....	18
2.3.4.2	NodeMCU ESP 8266	19
2.4	<i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	19
2.5	<i>Mean Absolute Error (MAE)</i>	20
2.6	Algoritma <i>Ant Colony</i>	21
2.6.1	Tahapan Algoritma <i>Ant Colony</i>	22
2.6.1.1	Inisialisasi.....	22
2.6.1.2	Penyebaran Semut.....	22

2.6.1.3	Pemilihan Jalur.....	23
2.6.1.4	Penambahan dan Penguapan Feromon.....	23
2.6.1.5	<i>Update</i> Feromon.....	24
2.7	<i>Machine Learning</i>	24
2.7.1	<i>Supervised Learning</i>	25
2.7.1.1	Regresi Linier.....	26
2.8	State of the Art (SOTA).....	27
BAB III RANCANG BANGUN		30
3.1	Metodologi Perancangan	30
3.2	Studi Literatur.....	31
3.3	Perancangan Alat.....	31
3.3.1	Perancangan Mekanik.....	31
3.3.2	Perancangan Elektronik.....	32
3.3.2.1	Rangkaian Skematik	32
3.3.2.2	Blok Diagram.....	33
3.3.2.3	Diagram Alir Sistem	34
3.3.3	Perancangan Algoritma <i>Ant Colony</i>	36
3.3.3.1	<i>Flowchart</i> Algoritma <i>Ant Colony</i>	36
3.3.3.2	Proses Perancangan Algoritma <i>Ant Colony</i>	37
3.4	Metode Pengolahan Data.....	39
3.4.1	Diagram Alir Regresi Linier	40
3.4.2	Tahapan Regresi Linier.....	41
3.4.2.1	Inisialisasi	41
3.4.2.2	Koneksi ke G-Drive	41

3.4.2.3	Input Data.....	42
3.4.2.4	Pembuatan Model Regresi	43
BAB IV HASIL DAN ANALISA		44
4.1	Hasil Pengambilan Data	44
4.1.1	Proses Pengisian Daya Baterai.....	44
4.2	Perbandingan Data	49
4.3	Proses Analisa Data.....	52
BAB V PENUTUP		56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		xii
LAMPIRAN.....		xii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-Jenis Mobil Listrik	7
Gambar 2.2 Skematik Diagram BEV	9
Gambar 2.3 Struktur Baterai <i>Lead Acid</i>	10
Gambar 2.4 Grafik Arus dan Tegangan <i>Charging</i> dengan Metode CC[40]	12
Gambar 2.5 Grafik Arus dan Tegangan <i>Charging</i> dengan Metode CV[40]	13
Gambar 2.6 Sirkuit dan Grafik Arus <i>Charging</i> dengan Metode <i>pulse</i> [11]	13
Gambar 2.7 Metode <i>Reflex</i> (a) Sirkuit (b) Grafik Arus Metode <i>Reflex</i> [11]	14
Gambar 2. 8 Grafik Arus dan Tegangan CC-CV <i>Charging</i> [40]	15
Gambar 2.9 Perbandingan Durasi <i>Charging</i> dengan Metode CC, CC-CV, <i>Pulse</i> , dan <i>Reflex</i> [18]	15
Gambar 2.12 Fungsional Diagram Blok PZEM-017	19
Gambar 2.14 Jalur Semut pada Tahap Inisialisasi <i>Algoritma Ant Colony</i>	22
Gambar 2.15 Jalur Pesebaran Semut <i>Algoritma Ant Colony</i>	23
Gambar 2.16 Jalur Terbaik yang Dipilih Semut	24
Gambar 3. 1 Model Algoritma Arus <i>Ant Colony Charging</i>	37
Gambar 3.2 Tampilan Awal Platform Google Colab	39
Gambar 3.3 Diagram Alir Regresi Linier	40
Gambar 3.4 Tampilan Google Colab	42
Gambar 4. 1 Grafik SOC Terhadap Waktu Selama Pengisian Baterai	46
Gambar 4.2 Grafik Tegangan Terhadap Waktu Selama Pengisian Baterai	47
Gambar 4.3 Grafik Arus Terhadap Waktu Selama Pengisian Baterai	47
Gambar 4. 4 Grafik Tegangan dan Arus Terhadap SOC Selama Pengisian Baterai	48
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Tegangan <i>Charging</i>	51
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Arus <i>Charging</i>	51
Gambar 4. 7 Grafik Arus <i>Charging</i> Tanpa Algoritma	52
Gambar 4. 8 Hasil Regresi Linier Data Uji	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kelebihan dan Kekurangan BEV	9
Tabel 2.2	Tabel State Of The Art (SOTA).....	27
Tabel 3.1	Daftar Node Kemungkinan Arus	38
Tabel 3.2	Hasil Pola Arus Berdasarkan Algoritma <i>Ant Colony</i>	38
Tabel 4.1	Data Pengisian Baterai	45
Tabel 4.2	Tabel Perbandingan Data <i>Charging</i>	49
Tabel 4.3	Tabel Analisa Data.....	53
Tabel 4.4	Tabel Hasil Analisa.....	54