

**SISTEM MANAJEMEN BATERAI *LITHIUM-ION* DENGAN
METODE *LONG SHORT-TERM MEMORY* TERHADAP *STATE
OF CHARGE (SOC)* DAN *DEPTH OF DISCHARGE (DOD)***



LAPORAN AKHIR

Disusun untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Diploma III

Pada Jurusan Teknik Elektro Program Studi Elektronika

OLEH:

NANDITA DWI NURUL AINI

062230320589

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

2025

LEMBAR PENGESAHAN
SISTEM MANAJEMEN BATERAI LITHIUM-ION DENGAN
METODE LONG SHORT-TERM MEMORY TERHADAP STATE
OF CHARGE (SOC) DAN DEPTH OF DISCHARGE (DOD)



PROPOSAL LAPORAN AKHIR

Telah disetujui dan disahkan sebagai Proposal Laporan Akhir

Pendidikan Diploma III pada Jurusan Teknik Elektro

Program Studi Teknik Elektronika

Menyetujui,

Pembimbing I

Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.

NIP. 197907222008011007

Pembimbing II

Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom.

NIP. 197508162001121001

Mengetahui,

Ketua Jurusan



Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.

NIP. 197907222008011007

Koordinator Program Studi
Teknik Elektronika

Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom.

NIP. 197508162001121001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Penulis yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nandita Dwi Nurul Aini
NIM : 062230320580
Judul Laporan Akhir : Sistem Manajemen Baterai *Lithium-Ion* Dengan
Metode *Long Short-Term Memory* Terhadap *State of Charge (Soc)* Dan *Depth of Discharge (Dod)*

Dengan ini, saya menyatakan bahwa Laporan Akhir yang saya susun adalah hasil karya saya sendiri, yang telah disusun dengan bimbingan dan arahan dari Pembimbing I dan Pembimbing II. Namun, pada BAB II Tinjauan Pustaka, terdapat beberapa referensi yang telah saya cantumkan. Saya sepenuhnya menyadari bahwa segala bentuk ketidakorignalan dalam karya ini menjadi tanggung jawab saya. Apabila di kemudian hari ditemukan bagian-bagian yang tidak orisinal, saya bersedia menerima segala konsekuensi yang ditetapkan oleh instansi pendidikan terkait.

Pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan kejujuran, tanpa adanya manipulasi atau paksaan dari pihak manapun. Saya memahami pentingnya integritas akademik dan berkomitmen untuk menjunjung tinggi nilai-nilai tersebut dalam setiap karya tulis yang saya hasilkan.



MOTTO DAN PERSEMBAHAN

لَا يُكَلِّفُ اللَّهُ نَفْسًا إِلَّا وُسْعَهَا ۚ

Lā yukallifullāhu nafsān illā wus'ahā

Artinya: Allah tidak membebani seseorang, kecuali menurut kesanggupannya.

(Q.s Al-Baqarah: 286)

فَسَتَذْكُرُونَ مَا أَقُولُ لَكُمْ وَ أَفَوَضُّ أَمْرِي إِلَى اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ بَصِيرٌ بِالْعِبَادِ ۚ

fasatadzkurûna mâ aqûlu lakum, wa ufawwidlu amrî ilallâh, innallâha bashîrum bil'ibâd

Artinya: Kelak kamu akan mengingat apa yang kukatakan kepadamu. Aku menyerahkan urusanku kepada Allah. Sesungguhnya Allah Maha Melihat hamba-hamba-Nya

(Q.s Al Ghafir: 44)

Laporan Akhir ini kupersembahkan kepada :

1. Allah SWT atas semua nikmat, karunia dan ridha-Nya
2. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Kosasih dan Ibu Sulastri, yang cintanya tak pernah bersyarat, yang doanya menjadi pelita di setiap langkahku. Terima kasih telah menjadi rumah paling hangat saat dunia terasa dingin, menjadi alasan terkuatku untuk terus melangkah, meski seringkali ingin menyerah. Dan untuk Aa, yang senantiasa menjadi penyemangat dalam diam, terima kasih atas kehadiran yang terus menyertai, meski tanpa kata. Terimakasih untuk semua doa dan dukungan yang telah diberikan baik secara moril maupun material. Tanpa doa dan restu kalian, penulis tidak akan bisa menghadapi semuanya dan berada di titik ini.
3. Dosen Pembimbingku Bapak Dr. Ir Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. dan Bapak Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom., yang telah banyak membantu, membimbing, mengarahkan dan memberikan banyak ilmu.
4. Kepada Bapak Dr. Ir Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. dan Bunda Ir. Ekawati Prihatini, S.T., M.T. Dengan penuh rasa hormat dan terima kasih

kepada kalian yang telah menjadi sosok orang tua di tanah rantau. Terima kasih atas bimbingan yang tulus, arahan yang bijak, pengalaman hidup yang berharga, dan kenyamanan yang kalian berikan hingga membuat penulis merasa seolah berada di rumah sendiri. Kehangatan dan perhatian kalian menjadi pelengkap yang tak ternilai dalam perjalanan panjang ini. Terima kasih juga atas setiap cerita hangat yang selalu menyemangati dan menguatkan, yang membuat hari-hari terasa lebih ringan dan penuh makna. Doa dan kebaikan kalian akan selalu menjadi bagian dari setiap langkah hidup penulis ke depan.

5. Teman-teman seperjuangan EB 22 dan Elektronika 22
6. Almamater Biru Muda “Politeknik Negeri Sriwijaya”

ABSTRAK

SISTEM MANAJEMEN BATERAI *LITHIUM-ION* DENGAN METODE *LONG SHORT-TERM MEMORY* TERHADAP *STATE OF CHARGE* (SOC) DAN *DEPTH OF DISCHARGE* (DOD)

(2025 : 57 Halaman + 28 Gambar + 7 Tabel + Daftar Pustaka + Lampiran)

NANDITA DWI NURUL AINI

062230320589

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK ELEKTRONIKA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Kendaraan listrik memerlukan sistem manajemen baterai yang tepat untuk mencegah overcharge dan overdischarge yang dapat menurunkan umur baterai hingga 40%. Penelitian ini bertujuan merancang sistem manajemen baterai lithium-ion dengan metode *Long Short-Term Memory* (LSTM) untuk memprediksi *State of Charge* (SoC) dan *Depth of Discharge* (DoD) secara akurat. Metode yang digunakan yaitu pengambilan data arus dan tegangan pada baterai 48V 30Ah menggunakan sensor PZEM-017, kemudian diproses menggunakan algoritma LSTM pada Google Colab. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu memprediksi SoC dan DoD dengan nilai RMSE 1,2% dan MAE 0,8%, serta akurasi prediksi mencapai 98%. Kesimpulannya, penerapan LSTM pada sistem manajemen baterai dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan pengelolaan energi pada kendaraan listrik.

Kata kunci: Baterai Lithium-Ion, LSTM, SoC, DoD, Manajemen Baterai.

ABSTRACT

LITHIUM-ION BATTERY MANAGEMENT SYSTEM WITH LONG SHORT-TERM MEMORY METHOD ON STATE OF CHARGE (SOC) AND DEPTH OF DISCHARGE (DOD)

(2025: 57 Pages + 28 Images + 7 Tables + References + Appendices)

NANDITA DWI NURUL AINI

062230320589

STUDY PROGRAM OF ELECTRONIC ENGINEERING

ELECTRICAL ENGINEERING

SRIWIJAYA STATE POLYTECHNIC

Vehicles Require An Appropriate Battery Management System To Prevent Overcharging And Over-Discharging, Which Can Reduce Battery Life By Up To 40%. This Research Aims To Design A Lithium-Ion Battery Management System Using The Long Short-Term Memory (LSTM) Method To Accurately Predict the State Of Charge (Soc) And Depth Of Discharge (Dod). The method used involves collecting data on current and voltage from a 48V 30Ah battery using a Pzem-017 Sensor, which is then processed using the LSTM algorithm on Google Colab. The research results show that the system is capable of predicting SOC and DOD with an RMSE value of 1.2% and MAE of 0.8%, as well as demonstrating prediction accuracy.

Keywords: Lithium-Ion Battery, LSTM, SoC, DoD, Battery Management.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas Rahmat dan Karunia-Nya penulis dapat Menyusun dan menyelesaikan Laporan Akhir 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 **“SISTEM MANAJEMEN BATERAI *LITHIUM-ION* DENGAN METODE *LONG SHORT-TERM MEMORY* TERHADAP *STATE OF CHARGE (SOC)* DAN *DEPTH OF DISCHARGE (DOD)*”**.

Kelancaran peroses pembuatan Alat dan penulisan Laporan Akhir ini tak 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 Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM. selaku Dosen Pembimbing I

2. Bapak Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom selaku Dosen Pembimbing II

Dalam menyelesaikan Laporan Akhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu, membimbing, dan memberi masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Laporan Akhir dengan lancar . Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya
3. Ibu Lindawati, S.T., M.T.I. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Polteknik Negeri Sriwijaya.
4. Bapak Niksen Alfarizal, S.T., M.Kom. selaku Koordinator Program Studi DIII Teknik Elektronika
5. Cinta pertama serta panutanku Bapak Kosasih dan belahan jiwaku Ibu Sulastri. Terima kasih penulis ucapkan atas segala pengorbanan dan ketulusan yang diberikan. Meskipun bapak dan ibu tidak sempat merasakan pendidikan

dibangku perkuliahan, namun selalu senantiasa memberikan yang terbaik, tak kenal lelah mendoakan, mengusahakan, memberikan dukungan baik secara moral maupun material, serta memprioritaskan pendidikan dan kebahagiaan anak-anaknya. Perjalanan hidup kita sebagai satu keluarga utuh memang tidak mudah, tetapi segala hal yang telah dilalui memberikan penulis pelajaran yang sangat berharga tentang arti menjadi seorang perempuan yang kuat, bertanggung jawab, selalu berjuang dan mandiri. Penulis meminta maaf belum bisa membanggakan bapak dan ibu, namun penulis selalu berusaha dan berjuang untuk kebahagiaan kalian. Semoga dengan adanya laporan akhir ini dapat membuat bapak dan ibu lebih bangga karena telah berhasil menjadikan anak bungsu perempuan satu-satunya ini menyandang gelar seperti yang diharapkan. Besar harapan penulis semoga bapak dan ibu selalu sehat, panjang umur, dan bisa menyaksikan keberhasilan lainnya yang akan penulis raih di masa yang akan datang.

6. Kakak laki-lakiku, Prasetya Eka Putra yang senantiasa menjadi penyemangat dalam diam, terima kasih atas kehadiran yang terus menyertai, meski tanpa kata. Terima kasih untuk semua doa dan dukungan yang telah diberikan baik secara moral maupun material.
7. Sahabat dan teman terkasih penulis Adhelia, Dwimart, Dinda, Emilia, Indah, Intan, Ade, Aji, Dannes, Dio terima kasih telah menjadi partner bertumbuh disegala kondisi yang kadang tidak terduga, menjadi pendengar yang baik, menjadi tempat menangis, bahkan tempat tertawa saat semua terasa berat, serta menjadi orang yang selalu memberikan semangat dan menyakinkan penulis bahwa segala masalah saat penulisan laporan akhir ini dapat dilalui. Kalian bukan hanya sekedar sahabat dan teman terkasih, tapi juga menjadi bagian terindah dalam perjalanan penulis.
8. Kepada seseorang yang tak kalah penting kehadirannya, yang biasa penulis sapa dengan nama panggilan 'Ney' terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan ini serta berkontribusi baik tenaga, materi, maupun waktu kepada penulis. Terima kasih selalu memberikan dukungan, motivasi, menghibur, mendengarkan keluh kesah, menyaksikan tangisan di setiap malamnya sehingga

penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini.

9. Untuk diriku sendiri, Nandita Dwi Nurul Aini terima kasih sudah melalui perjalanan panjang yang tidak pernah mudah, ditempat yang bahkan bukan pilihan sejak awal, di jurusan yang tak pernah masuk daftar impian. Di balik lembar demi lembar tulisan ini, ada anak kecil yang dulu takut bermimpi terlalu tinggi, yang tumbuh dengan banyak keraguan dan rasa tidak percaya diri, ada air mata yang tak terlihat, malam-malam panjang penuh rasa lelah, juga hari-hari penuh keraguan dan keinginan untuk menyerah. Tapi kamu tetap melangkah, meski tak selalu yakin, kamu terus berjuang, jatuh lalu bangkit lagi, sendirian tapi tetap melawan semuanya. Kini, di titik ini, tak ada yang lebih pantas kamu rasakan selain rasa bangga dan bahagia. Karena kamu layak untuk semua pencapaian ini, layak untuk berdiri tegak setelah segala yang telah dilalui. Peluk hangat untukmu, dari aku yang akhirnya bisa berkata: *'kita berhasil'*.
10. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Akhir ini masih terdapat kekurangan dan kekeliruan, baik mengenai isi maupun cara penulisan. Untuk itu penyusun sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Akhir kata penyusun mengharapkan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua dan semoga segala bantuan serta bimbingan yang penyusun dapatkan selama ini mendapatkan rahmat dan karunia dari Allah SWT, Aamiin.

Palembang, 2025

Nandita Dwi Nurul Aini

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	II
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	III
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	IV
ABSTRAK	VI
<i>ABSTRACT</i>	VII
KATA PENGANTAR.....	VIII
DAFTAR ISI.....	XI
DAFTAR GAMBAR.....	XIV
DAFTAR TABEL.....	XVI
BAB I PENDAHULUAN	1
10.1. Latar Belakang	1
10.2. Rumusan Masalah	3
10.3. Batasan Masalah.....	4
10.4. Tujuan dan Manfaat.....	4
10.4.1 Tujuan.....	4
10.4.2 Manfaat.....	4
10.5. Metodologi	4
10.5.1 Studi Literatur.....	4
10.5.2 Perancangan <i>Hardware</i>	4
10.5.3 Perancangan <i>Software</i>	5
10.5.4 Pengujian Sistem.....	5
10.5.5 Analisa.....	5
1.8. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Baterai	7
2.1.1 Baterai <i>Lithium-Ion</i>	8
2.2 <i>Charging</i>	11
2.2.1 Jenis <i>Charging</i>	12
2.3 Sistem Kontrol <i>Charging</i>	13
2.3.1 PZEM-017	14

2.3.2	NodeMCU ESP8266	16
2.3.3	Relay.....	16
2.4	<i>State of Charge (SOC)</i>	17
2.4.1	<i>Overcharge</i>	19
2.5	<i>Depth of Discharge (DOD)</i>	19
2.5.1	<i>Overdischarge</i>	20
2.6	<i>Deep Learning</i>	20
2.6.1	Sistem kerja <i>Deep Learning</i>	22
2.7	<i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i>	23
2.8	<i>Root Mean Square Error (RMSE)</i>	28
2.9	<i>Mean Absolute Error (MAE)</i>	29
2.10	<i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i>	30
2.11	Motor <i>Brushless DC (BLDC)</i>	30
2.12	<i>Battery Management System (BMS)</i>	31
2.13	<i>Short of The Art</i>	31
BAB III RANCANG BANGUN		34
3.1	Metodologi Perancangan	34
3.2	Studi Literatur.....	35
3.3	Perancangan Sistem.....	35
3.3.1	Perancangan Mekanik	35
3.3.2	Perancangan Elektronik.....	36
3.4	Metode Pengolahan Data.....	39
3.4.1	Flowchart Metode LSTM.....	40
3.4.2	Perancangan Metode <i>Long Short-Term Memory</i>	41
3.4.3	Tahapan Pengolahan Data	42
BAB IV PEMBAHASAN		46
4.1	Hasil Pengambilan Data	46
4.2	Hasil Prediksi SOC Menggunakan <i>Long Short Time Memory</i>	51
4.3	Hasil Prediksi DOD Menggunakan <i>Long Short-Term Memory</i>	53
4.4	Hasil Manajemen Baterai	54
4.5	Analisa.....	54
BAB V KESIMPULAN		56

5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA		XVII
LAMPIRAN		-1-

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Baterai Lithium Ion.....	9
Gambar 2. 2 Diagram <i>skematik</i> baterai Li-Ion selama kondisi pengisian dan pengosongan	10
Gambar 2. 3 Fungsional <i>Diagram Blok</i> PZEM-017	14
Gambar 2. 4 Grafik perbandingan pengukuran tegangan menggunakan multimeter dan Pzem-017.....	15
Gambar 2. 5 Ilustrasi model <i>Deep Learning</i>	21
Gambar 2. 6 Strukur jaringan <i>Deep Learning</i>	22
Gambar 2. 7 Struktur <i>Long Short-Term Memory</i> (LSTM).....	24
Gambar 2. 8 Struktur LSTM untuk <i>Forget Gate</i>	24
Gambar 2. 9 Struktur LSTM untuk <i>Input Gate</i>	25
Gambar 2. 10 Struktur LSTM untuk <i>Cell Gate</i>	26
Gambar 2. 11 Struktur LSTM untuk <i>Output Gate</i>	27
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> Metodologi Perancangan.....	34
Gambar 3. 2 Desian 3D mekanik <i>Charging</i>	36
Gambar 3. 3 Desain Mekanik Sistem	36
Gambar 3. 4 Rangkaian Skematik <i>Charging</i>	37
Gambar 3. 5 Diagram Blok <i>Charging</i>	38
Gambar 3. 6 Diagram Sistem Aliran.....	39
Gambar 3. 7 <i>Flowchart</i> LSTM	40
Gambar 3. 8 Struktur LSTM.....	41
Gambar 3. 9 Tampilan awal Google Colab.....	42
Gambar 3. 10 Tampilan Google Colab	44
Gambar 4. 1 Grafik SOC Terhadap Waktu Selama Pengisian Baterai.....	47
Gambar 4. 2 Grafik Pengisian Baterai	47
Gambar 4. 3 Grafik DOD terhadap pengosongan baterai	50
Gambar 4. 4 Grafik Pengosongan Baterai	50
Gambar 4. 5 Grafik perbandingan hasil prediksi SoC Aktual terhadap SoC with LSTM.....	51

Gambar 4. 6 Distribusi Eror prediksi SoC with LSTM	52
Gambar 4. 7 Grafik perbandingan hasil prediksi DoD Aktual terhadap DoD with LSTM.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Baterai	8
Tabel 2. 2 Sifat dari berbagai jenis sistem penyimpanan energi	9
Tabel 2. 3 Sifat dari berbagai jenis baterai Li-ion.....	11
Tabel 2. 4 Hasil dari Kalibrasi Tegangan PZEM-017	15
Tabel 2. 5 Spesifikasi NodeMCU ESP8266.....	16
Tabel 2. 6 Spesifikasi Relay	17
Tabel 4. 1 Data Pengosongan Baterai	49