

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI *FRAMEWORK*
PREDIKSI CERDAS BERBASIS ARSITEKTUR
DEEP LEARNING PADA *SMART FLOOR PIEZOELECTRIC***



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

**Oleh :
Muhammad Billy Akbar
062240342216**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI *FRAMEWORK*
PREDIKSI CERDAS BERBASIS ARSITEKTUR *DEEP*
LEARNING PADA *SMART FLOOR PIEZOELECTRIC***



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh :

Nama : Muhammad Billy Akbar

Dosen Pembimbing I : Ir. Pola Risma, M.T.

Dosen Pembimbing II : Prof. Dr. Eng. Ir. Tresna Dewi, S. T., M. Eng

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG**

2026

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan :

Nama	: Muhammad Billy Akbar
NIM	: 062240342216
Jenis Kelamin	: Laki Laki
Tempat, Tanggal Lahir	: Sampit, 01 Juli 2004
Alamat	: Komplek Griya Duta Mas No. C3-01
Program Studi	: Sarjana Terapan Teknik Elektro
Jurusan	: Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir	: Perancangan dan Implementasi <i>Framework</i> Prediksi Cerdas Berbasis <i>Deep Learning</i> Pada <i>Smart Floor Piezoelectric</i>

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, bebas dari tindakan plagiasi serta sumber referensi baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Laporan Tugas Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah Sidang Tugas Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah Sidang Tugas Akhir.

Apabila di kemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi untuk tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh Jurusan Teknik Elektro, yang berdampak pada tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip. Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.



Palembang, 27 Juli 2026

Saya Menyatakan,



(Muhammad Billy Akbar)

LEMBAR PENGESAHAN
PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI *FRAMEWORK*
PREDIKSI CERDAS BERBASIS ARSITEKTUR *DEEP*
***LEARNING* PADA SMART FLOOR PIEZOELECTRIC**



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh :

Muhammad Billy Akbar

Mengetahui,

Pembimbing I

Ir. Pola Risma, M.T.
NIP. 196303281990032001

Pembimbing II

Prof. Dr. Eng. Iy. Tresna Dewi, S.T., M. Eng.
NIP. 197711252000032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom. IPM
NIP. 197907222008011007

Koordinator Program Studi Sarjana
Terapan Teknik Elektro

Ir. Renny Maulidda, S.T., M.T.
NIP. 19890022019032013

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"Why do you think I'm the best player in the world? Because I never get bored with the basics."

—Kobe Bryant

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Ibu dan Ayah yang telah menjadi sumber kekuatan, semangat, dan doa di setiap langkah perjuangan. Terima kasih atas cinta yang tak pernah putus, dukungan yang tak tergantikan, serta keyakinan yang tak pernah luntur terhadap setiap impian saya. Tanpa restu dan doa kalian, perjalanan ini tak akan pernah sampai sejauh ini.
2. Ibu Ir. Pola Risma, M.T dan Ibu Prof. Dr. Eng. Ir. Tresna Dewi, S. T., M. Eng selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, bimbingan, serta arahan yang sangat berharga dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas waktu, kesabaran, dan dedikasi yang telah diberikan selama proses penelitian ini berlangsung.
3. Fairuz dan Dwi, teman tim terbaik yang menjadi tempat berbagi cerita, dukungan emosional, dan tawa yang menyemangati setiap langkah perjalanan akademik saya. Terima kasih telah menjadi bagian penting dalam proses ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.
4. Sahabat-sahabat terbaikku, yang selalu hadir di setiap momen suka dan duka, menyemangati ketika semangat mulai redup, dan menjadi penguat ketika langkah terasa berat. Terima kasih atas tawa, tangis, dan waktu yang sangat berharga.

ABSTRAK

PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI *FRAMEWORK* PREDIKSI CERDAS BERBASIS ARSITEKTUR *DEEP LEARNING* PADA *SMART FLOOR PIEZOELECTRIC*

(2026: *xlix* + 80 Halaman + 38 Gambar + 23 Tabel + Daftar Pustaka + Lampiran)

MUHAMMAD BILLY AKBAR

062240342216

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan *framework* prediksi cerdas untuk memprediksi *output* energi *smart floor piezoelectric* melalui studi komparatif tiga arsitektur *deep learning*, yaitu *Multi-Layer Perceptron* (MLP), *Long Short-Term Memory* (LSTM), dan model *Hybrid* MLP-LSTM. Dataset diperoleh secara *real-time* menggunakan sistem akuisisi berbasis ESP32-S3 dan ADS1115 dari 12 subjek dengan rentang berat badan 42,4–100,9 kg melalui tiga jenis aktivitas, yaitu jalan, lari, dan lompat, menghasilkan total 10.336 sampel. Input model berupa berat badan subjek dan laju gerak (*Rate of Motion*), dengan *output* berupa tegangan (V), arus (μA), dan daya (μW). Tahap prapemrosesan meliputi deteksi *outlier* menggunakan metode *Interquartile Range* (IQR), normalisasi *Min-Max Scaling*, serta pembagian dataset dengan rasio 70:15:15. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model LSTM menghasilkan performa terbaik dengan nilai R^2 sebesar 0,824 (tegangan), 0,804 (arus), dan 0,833 (daya), serta nilai MAPE sebesar 10,778%, 11,233%, dan 23,800%. Model MLP memperoleh R^2 sebesar 0,681, 0,692, dan 0,746, sedangkan model *Hybrid* MLP-LSTM memperoleh R^2 sebesar 0,722, 0,702, dan 0,761. Penelitian ini membuktikan bahwa arsitektur LSTM paling sesuai untuk memprediksi *output smart floor piezoelectric* berbasis data deret waktu IoT dibandingkan MLP maupun *Hybrid* MLP-LSTM.

Kata Kunci : *deep learning, energy harvesting, Multi-Layer Perceptron, Long Short-Term Memory, smart floor piezoelectric.*

ABSTRACT

PREDICTION OF PIEZOELECTRIC SMART CARPET OUTPUT USING MACHINE LEARNING BASED ON MULTI-LAYER PERCEPTRON (MLP)
(2026: xlix + 80 Pages + 38 Figures + 23 Tables + References + Attachments)

MUHAMMAD BILLY AKBAR

062240342216

DIPLOMA OF APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

This research aims to design and implement an intelligent prediction framework for predicting piezoelectric smart floor energy output through a comparative study of three deep learning architectures: Multi-Layer Perceptron (MLP), Long Short-Term Memory (LSTM), and Hybrid MLP-LSTM. The dataset was collected in real-time using an ESP32-S3 and ADS1115-based acquisition system from 12 subjects with body weight ranging from 42.4 to 100.9 kg through three activity types — walking, running, and jumping — yielding a total of 10,336 samples. Model inputs consist of subject body weight and Rate of Motion, with outputs being voltage (V), current (μA), and power (μW). Preprocessing stages included outlier detection using the Interquartile Range (IQR) method, Min-Max Scaling normalization, and dataset splitting at a 70:15:15 ratio. Evaluation results show that the LSTM model achieved the best performance with R^2 values of 0.824 (voltage), 0.804 (current), and 0.833 (power), and MAPE values of 10.778%, 11.233%, and 23.800%. The MLP model obtained R^2 values of 0.681, 0.692, and 0.746, while the Hybrid MLP-LSTM model obtained 0.722, 0.702, and 0.761. This research demonstrates that the LSTM architecture is the most suitable model for predicting piezoelectric smart floor output from IoT time-series data compared to both MLP and Hybrid MLP-LSTM.

Keywords: deep learning, energy harvesting, Multi-Layer Perceptron, Long Short-Term Memory, smart floor piezoelectric

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul “PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI *FRAMEWORK* PREDIKSI CERDAS BERBASIS ARSITEKTUR *DEEP LEARNING* PADA *SMART FLOOR PIEZOELECTRIC*”. Laporan tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu kurikulum di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Kelancaran penulisan proposal ini tak luput berkat bimbingan, arahan, dan petunjuk dari berbagai pihak. Maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Pola Risma, M.T selaku Dosen Pembimbing I
2. Ibu Prof. Dr. Eng. Ir. Tresna Dewi, S. T., M. Eng selaku Dosen Pembimbing II

Selain itu Kemudian penulis juga mengucapkan banyak terima kasih atas bantuan moril dan materil yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Laporan Akhir dengan ketentuan yang ditetapkan Politeknik Negeri Sriwijaya. Kepada :

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T. Selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom. IPM Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Lindawati, S.T., M.T.I. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Ir. Renny Maulidda, S.T., M.T. Selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Teman – teman seperjuangan yaitu Fairuz dan Dwi. Yang tak henti – hentinya memberikan dukungan, semangat, dan hiburan selama pengerjaan Proposal Tugas Akhir.
6. Semua pihak yang telah membantu dan tidak dapat penulis sebutkan satu persatu sehingga Proposal Laporan Akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan proposal pra tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan maupun kesalahan. Untuk itu penulis membuka diri atas segala kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan proposal pra tugas akhir ini. Penulis berharap semoga proposal pra tugas akhir ini

dapat dilanjutkan menjadi tugas akhir yang bermanfaat bagi kita semua, umumnya para pembaca dan khususnya penulis serta bagi mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektro.

Palembang,..... 2026

Penulis

Muhammad Billy Akbar

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR	i
SURAT PERNYATAAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat	3
1.6 Metode Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>State of the Art</i>	5
2.2 <i>Smart Floor Piezoelectric</i>	10
2.2.1 Prinsip Efek Piezoelectric	11
2.2.2 Karakteristik Material <i>Piezoelectric</i> PZT	12
2.3 Konfigurasi Rangkaian Kombinasi <i>Piezoelectric</i> Seri Paralel.....	13

2.4	Parameter <i>Input</i> yang Mempengaruhi <i>Output Smart Floor Piezoelectric</i>	15
2.4.1	Berat Beban dan Tekanan Mekanik	15
2.4.2	Pengaruh Laju Gerak Pejalan Kaki terhadap <i>output piezoelectric</i>	16
2.5	<i>Deep Learning</i>	16
2.6	<i>Multi Layer Perceptron</i>	17
2.6.1	Arsitektur MLP	18
2.6.2	Prinsip Kerja MLP	20
2.7	<i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i>	22
2.7.1	Arsitektur LSTM.....	22
2.7.2	Prinsip Kerja LSTM.....	25
2.8	Epoch.....	27
2.9	Evaluasi Performa Model.....	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		32
3.1	Perancangan Sistem Penelitian	32
3.2	Studi Literatur	32
3.3	Perancangan Sistem <i>Smart Floor Piezoelectric</i>	33
3.3.1	Desain <i>Hardware Smart Floor Piezoelectric</i>	34
3.3.2	Desain Rangkaian <i>Electrical Smart Floor Piezoelectric</i>	35
3.3.3	Desain <i>Deep Learning</i>	35
3.3.4	Desain <i>Internet of Thing (IoT)</i>	38
3.4	Pengambilan Data <i>Output Smart Floor Piezoelectric</i>	39
3.5	Prapemrosesan Data	41
3.5.1	Pembersihan Data.....	42
3.5.2	Normalisasi Data.....	42
3.5.3	<i>Windowing (Time-Step)</i>	43

3.5.4	Pembagian Dataset	43
3.6	Pemodelan <i>Deep Learning</i> dan Evaluasi Model.....	44
3.6.1	Konfigurasi Pelatihan Model	45
3.6.2	Pemodelan <i>Multi-Layer Perceptron</i> (MLP).....	46
3.6.3	Pemodelan <i>Long-Short Term Memory</i> (LSTM).....	47
3.6.4	Pemodelan <i>Hybrid</i> MLP-LSTM	49
3.6.5	Evaluasi Model.....	51
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	52
4.1	Realisasi <i>Smart Floor Piezoelectric</i>	52
4.2	<i>Experimental Testbed</i> Penelitian.....	54
4.2.1	Pengambilan Data Penelitian	54
4.2.2	Dataset Pengujian.....	55
4.3	<i>Experimental Testbed</i> Penelitian Pendahuluan	57
4.3.1	Konfigurasi Sistem Penelitian Pendahuluan	57
4.3.2	Hasil Penelitian Pendahuluan.....	58
4.4	Pemodelan <i>Multi Layer Perceptron</i>	59
4.4.1	Konfigurasi Dataset.....	59
4.4.2	Hasil Prediksi <i>Multi-Layer Perceptron</i> (MLP).....	61
4.4.3	Evaluasi Model <i>Multi Layer Perceptron</i>	63
4.4.4	Analisis <i>Loss Function</i> dan Konvergensi Model	64
4.5	Pemodelan <i>Long-Short Term Memory</i>	64
4.5.1	Konfigurasi Dataset <i>Long-Short Term Memory</i> (LSTM)	65
4.5.2	Hasil Prediksi <i>Long-Short Term Memory</i> (LSTM).....	66
4.5.3	Evaluasi Model LSTM.....	68
4.6	Hasil Prediksi Model <i>Hybrid</i> MLP-LSTM	70
4.6.1	Evaluasi Model <i>Hybrid</i> MLP-LSTM.....	72

4.6.2	Analisis <i>Loss Function</i> dan Konvergensi Model	72
4.7	Analisa Perbandingan Model <i>Deep Learning</i>	74
4.7.1	Analisa Tiap Matriks Evaluasi	74
4.7.2	Analisa Keseluruhan	77
BAB V PENUTUP		79
5.1	Kesimpulan	79
5.2	Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA		xvii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Piezoelectric PZT[2]	10
Gambar 2. 2 Perubahan Struktur Kristal Piezoelectric [6]	11
Gambar 2. 3 Struktur Unit Sel Perovskite PZT [7]	12
Gambar 2. 4 Kombinasi Seri Paralel	13
Gambar 2. 5 Skema Rangkaian Penyearah (Rectifier)	14
Gambar 2. 6 Proses Perubahan Gelombang AC ke DC [10].....	14
Gambar 2. 7 Arsitektur MLP	18
Gambar 2. 8 Fungsi Aktivasi ReLU	19
Gambar 3. 1 Alur Penelitian Tugas Akhir.....	32
Gambar 3. 2 Blok Diagram Sistem <i>Smart Floor Piezoelectric</i>	33
Gambar 3. 3 Desain 3D Blok <i>Smart Floor Piezoelectric</i>	34
Gambar 3. 4 Desain Electrical Smart Floor Piezoelectric	35
Gambar 3. 5 Desain Arsitektur MLP	36
Gambar 3. 6 Desain Arsitektur LSTM	37
Gambar 3. 7 Desain Arsitektur Hybrid MLP-LSTM	37
Gambar 3. 8 Rancangan IoT Smart Floor Piezoelectric	38
Gambar 3. 9 Skema Proses Pemodelan Deep Learning	45
Gambar 4. 1 Realisasi Sistem Smart Floor Piezoelectric	52
Gambar 4. 3 Grafik Dataset Output Smart Floor Piezoelectric	56
Gambar 4. 4 Grafik Data Tegangan Aktual vs Prediksi	61
Gambar 4. 5 Grafik Data Arus Aktual vs Prediksi	62
Gambar 4. 6 Grafik Data Daya Aktual vs Prediksi	63
Gambar 4. 7 Kurva Loss Function	64
Gambar 4. 8 Grafik Data Tegangan Aktual vs Prediksi	66
Gambar 4. 9 Grafik Data Arus Aktual vs Prediksi	67
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Prediksi LSTM.....	68
Gambar 4. 11 Grafik Kurva Loss LSTM.....	69
Gambar 4. 12 Grafik Data Tegangan Aktual vs Prediksi	70
Gambar 4. 13 Grafik Data Arus Aktual vs Prediksi	71
Gambar 4. 14 Grafik Data Daya Aktual vs Prediksi	71
Gambar 4. 15 Grafik Loss Hybrid MLP-LSTM.....	73

Gambar 4. 16 Grafik Perbandingan R^2 Score Tiap Model	75
Gambar 4. 17 Grafik Perbandingan RMSE Tiap Model	75
Gambar 4. 18 Perbandingan Nilai MAE Tiap Model.....	76
Gambar 4. 19 Perbandingan Nilai MSE Tiap Model	76
Gambar 4. 20 Perbandingan Nilai MAPE Tiap Model	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 State of the Art	5
Tabel 2. 2 Tabel Nilai R ² (Coefficient of Determination)	29
Tabel 2. 3 Tabel Nilai Mean Absolute Percentage Error	31
Tabel 3. 1 Matriks Variabel Dataset Smart Floor Piezoelectric	40
Tabel 3. 2 Jumlah Dataset	41
Tabel 3. 3 Gambaran Umum Struktur Dataset	41
Tabel 3. 4 Konfigurasi Hyperparameter Pelatihan Model Deep Learning.....	45
Tabel 3. 5 Pseudocode Pemodelan MLP	47
Tabel 3. 6 Pseudocode Pemodelan LSTM	48
Tabel 3. 7 Pseudocode Pemodelan Hybrid MLP-LSTM	49
Tabel 3. 7 Pseudocode Pemodelan Hybrid MLP-LSTM	50
Tabel 3. 7 <i>Pseudocode Pemodelan Hybrid MLP-LSTM</i>	51
Tabel 4. 1 Spesifikasi Komponen Realisasi Smart Floor Piezoelectric	53
Tabel 4. 2 Tabel Data Responden.....	54
Tabel 4. 3 Foto Responden.....	55
Tabel 4. 4 Konfigurasi Sistem Penelitian Pendahuluan	57
Tabel 4. 5 Metriks Evaluasi Performa Model MLP Pada Penelitian pendahulu..	58
Tabel 4. 6 Korelasi Antara <i>Input</i> dan <i>Output</i>	59
Tabel 4. 7 Konfigurasi Dataset.....	60
Tabel 4. 8 Evaluasi Model MLP	63
Tabel 4. 9 Konfigurasi Dataset LSTM	65
Tabel 4. 10 Evaluasi Model LSTM	69
Tabel 4. 11 Evaluasi Model Hybrid	72