

TUGAS AKHIR
STUDI HUBUNGAN ANTARA VARIASI *IRRADIANCE* HARIAN,
STABILITAS *OUTPUT* PV, DAN KESEIMBANGAN EKOSISTEM IKAN
DI SISTEM AQUAPONIK MENGGUNAKAN *PENDEKATAN*
DEEP LEARNING



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh:

ANGGA LIWIJAYA

062140342286

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025

SURAT PERNYATAAN

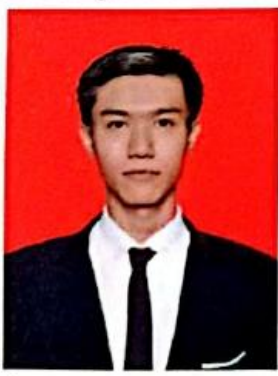
Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan:

Nama : Angga Liwijaya
NPM : 062140342286
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 22 Juli 2003
Alamat : Jl. Tegal Binangun Lr. Batu Putih Rt.26/Rw.09.
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Elektro
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Studi Hubungan Antara Variasi *Irradiance* Harian, Stabilitas *Output* PV, dan Keseimbangan Ekosistem Ikan di Sistem Aquaponik Menggunakan Pendekatan *Deep Learning*

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Tugas Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian 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 tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.



Palembang, 05 Agustus 2025



Angga Liwijaya
NPM.062140342286

HALAMAN PENGESAHAN
STUDI HUBUNGAN ANTARA VARIASI *IRRADIANCE* HARIAN,
STABILITAS *OUTPUT* PV, DAN KESEIMBANGAN EKOSISTEM IKAN
DI SISTEM AQUAPONIK MENGGUNAKAN *PENDEKATAN*
DEEP LEARNING



Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Laporan Tugas Akhir

Pendidikan Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro

Program Studi Teknik Elektro

Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh:

ANGGA LIWIJAYA

062140342286

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Ir. Pola Risma, M.T.

NIP. 196303281990032001

Dosen Pembimbing II

Dr. Eng. Ir. Tresna Dewi, S.T., M.Eng.

NIP. 197711252000032001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi

Sarjana Terapan Teknik Elektro

Renny Maulidha, S.T., M.T.

NIP. 198910022019032013

Ketua Jurusan

Teknik Elektro

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

NIP. 197907222008011007

MOTO DAN PERSEMBAHAN

"Life has an end, but the beliefs that are passed on are eternal-as long as there are people willing to keep them."

Dengan segala rasa syukur dan kerendahan hati, laporan akhir ini kupersembahkan untuk:

1. Kedua orang tua tercinta. Terima kasih atas doa yang tak pernah putus, kasih sayang yang tulus, dan dukungan tanpa syarat di setiap langkahku. Kalian adalah sumber kekuatan dalam diam, yang membuatku tetap berdiri saat ingin menyerah.
2. Ibu **Ir. Pola Risma, M.T.** Selaku dosen pembimbing I dan ibu **Dr. Eng. Ir. Tresna Dewi, S.T., M.Eng.** Selaku dosen pembimbing II. Terima kasih telah dengan sabar memberikan ilmu, arahan, dan motivasi selama proses penyusunan tugas akhir ini.
3. Teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan tawa di tengah lelah dan tekanan.
4. Almamaterku, Politeknik Negeri Sriwijaya, tempatku belajar dan bertumbuh hingga sejauh ini.

ABSTRAK

STUDI HUBUNGAN ANTARA VARIASI *IRRADIANCE* HARIAN, STABILITAS *OUTPUT* PV, DAN KESEIMBANGAN EKOSISTEM IKAN DI SISTEM AQUAPONIK MENGGUNAKAN PENDEKATAN *DEEP* *LEARNING*

(2025: 66 Halaman + 52 Gambar + 3 Tabel + Daftar Pustaka + Lampiran)

ANGGA LIWIJAYA

062140342286

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

PROGRAM STUDI D-IV TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

Variasi *irradiance* harian berdampak langsung pada stabilitas daya panel surya (PV) dan kualitas lingkungan dalam sistem aquaponik. Penelitian ini mengkaji hubungan antara fluktuasi *irradiance*, *output* PV, dan keseimbangan ekosistem ikan menggunakan model *Convolutional Neural Network - Long Short-Term Memory* (CNN-LSTM). Data *irradiance* dan parameter air dikumpulkan melalui sensor, kemudian diproses dan dianalisis untuk memprediksi daya PV. Evaluasi dengan MSE, MAE, dan R^2 menunjukkan bahwa model mampu memberikan prediksi yang akurat. Hasil menunjukkan adanya korelasi antara penurunan daya PV dan gangguan parameter suhu dan pH air, yang berpengaruh pada ekosistem ikan. Studi ini menegaskan bahwa pendekatan *deep learning* efektif dalam menjaga stabilitas sistem aquaponik berbasis energi terbarukan.

Kata Kunci: CNN-LSTM, *Output* PV, *Irradiance*, Aquaponik, *Deep Learning*, Ekosistem Ikan.

ABSTRACT

A STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN DAILY IRRADIANCE VARIATION, PV OUTPUT STABILITY, AND FISH ECOSYSTEM BALANCE IN AQUAPONICS SYSTEMS USING A DEEP LEARNING APPROACH

(2025: 66 Pages + 52 Figures + 3 Tables + References + Appendices)

ANGGA LIWIJAYA

062140342286

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

**BACHELOR OF APPLIED ELECTRICAL ENGINEERING PROGRAM
POLYTECHNIC STATE OF SRIWIJAYA**

Daily irradiance variation directly affects photovoltaic (PV) power stability and environmental conditions in aquaponic systems. This study examines the relationship between irradiance fluctuation, PV output, and fish ecosystem balance using a Convolutional Neural Network - Long Short-Term Memory (CNN-LSTM) model. Irradiance and water parameter data were collected via sensors, processed, and analyzed for PV power prediction. Evaluation using MSE, MAE, and R^2 shows the model's high prediction accuracy. Results indicate a correlation between PV drops and disturbances in temperature and pH levels, affecting fish ecosystem stability. This study confirms that deep learning is effective for maintaining aquaponic system stability under renewable energy constraints.

Keywords: CNN-LSTM, PV Output, Irradiance, Aquaponics, Deep Learning, Fish Ecosystem.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami ucapkan kehadirat Allah Subhanallahu wa Ta'ala yang senantiasa melimpahkan rahmat, kasih sayang dan karunia-nya yang tak terhingga kepada kita, tak lupa shalawat serta salam kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Studi Hubungan Antara Variasi *Irradiance* Harian, Stabilitas *Output* PV, dan Keseimbangan Ekosistem Ikan di Sistem Aquaponik Menggunakan Pendekatan *Deep Learning*”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulisan Laporan ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Teknik Elektro Pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya. Laporan Tugas Akhir Ini Berisi Bab I Pendahuluan, Bab II Tinjauan Pustaka, Bab III Metodologi Penelitian, Bab IV Pembahasan, Bab V Kesimpulan dan saran.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih:

1. Ibu Ir. Pola Risma, M.T. Selaku Dosen Pembimbing I.

2. Ibu Dr. Eng. Ir. Tresna Dewi, S.T., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing II.

Kemudian dengan segala ketulusan hati penulis juga berterimakasih atas dukungan, bimbingan, bantuan, dan kemudahan dari berbagai pihak, antara lain:

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 Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Renny Maulidda, S.T., M.T. Selaku Koordinator Program Studi Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Orang Tua dan adik kandung penulis yang telah memberikan dukungan penuh, kepercayaan serta doa sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.

6. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis mengharapkan kritik dan saran konstruktif dari pembaca untuk perbaikan di masa mendatang. Terima kasih atas perhatiannya.

Palembang, 05 Agustus 2025
Penulis

Angga Liwijaya
NIM. 062140342286

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
SURAT PERNYATAAN.....	ii
MOTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 <i>State of the Art</i>	5
2.2 Sistem Aquaponik.....	6
2.2.1 Komponen Utama Sistem Aquaponik.....	7
2.2.2 Integrasi dengan Energi Terbarukan.....	8
2.3 Panel Surya (PV).....	9
2.3.1 Komponen Utama Panel Surya.....	11
2.3.2 Prinsip Kerja Panel Surya.....	11
2.3.3 Cara Kerja Panel Surya.....	12

2.4	Metode <i>Deep Learning</i> pada Sistem Prediksi Data dalam Aquaponik.....	13
2.4.1	<i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	13
2.4.2	<i>Long Short-Term Memory (LSTM)</i>	15
2.4.3	Penggabungan CNN-LSTM dalam Prediksi Sistem Aquaponik.....	16
2.5	Google Colab.....	18
2.6	Sensor <i>Irradiance Meter</i>	21
2.6.1	Fungsi Utama Sensor <i>Irradiance Meter</i>	22
2.6.2	Relevansi pada Sistem Akuaponik Berbasis PV.....	22
2.6.3	Peran Sensor pada Penelitian Aquaponik.....	23
2.6.4	Cara Kerja Sensor <i>Irradiance Meter</i>	23
2.6.5	Prinsip Kerja Sensor <i>Irradiance</i>	24
2.7	Sensor PZEM004T.....	24
2.8	Sensor PZEM017 300V.....	26
2.9	Serial TTL to RS485 <i>Converter Adapter Communication Module</i>	27
2.10	Mikrokontroler NodeMCU ESP8266.....	28
2.11	NodeMCU <i>Expansion Board</i>	29
2.12	Modem Wi-Fi.....	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		32
3.1	Kerangka Laporan Tugas Akhir.....	32
3.1.1	Studi Literatur.....	33
3.1.2	Perancangan Sistem Aquaponik Otomatis Berbasis Tenaga Surya.....	33
3.1.3	Pembuatan Sistem Aquaponik Otomatis Berbasis Tenaga Surya.....	33
3.1.4	Pengambilan dan Pengujian Data Sistem Aquaponik Otomatis Berbasis Tenaga Surya.....	34
3.1.5	Evaluasi.....	34
3.1.6	Pembuatan Laporan.....	34
3.2	<i>Flowchart</i>	34

3.2.1	<i>Input Dataset</i>	35
3.2.2	<i>Pre-processing Data</i>	36
3.2.3	<i>Building Model CNN-LSTM</i>	36
3.2.4	<i>Training Model CNN-LSTM</i>	37
3.2.5	<i>Testing Model CNN-LSTM</i>	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Deksripsi Sistem Aquaponik Otomatis Dengan Tenaga Surya.....	39
4.2	Deksripsi Data Simulasi.....	41
4.2.1	<i>Preprocessing Data Simulasi</i>	41
4.2.2	<i>Building Model Data Simulasi</i>	42
4.3	Deksripsi Data Experiment.....	44
4.3.1	<i>Preprocessing Data Experiment</i>	48
4.3.2	<i>Building Model Data Eksperiment</i>	49
4.3.3	<i>Tuning Hyperparameter Data Experiment</i>	50
4.4	Hasil Analisa Data Simulasi.....	52
4.4.1	Hasil Prediksi Data Simulasi.....	53
4.4.2	Matriks Evaluasi Data Simulasi.....	54
4.4.3	Performa Model Data Simulasi.....	55
4.5	Hasil Analisa Data Experiment.....	57
4.5.1	Hasil Prediksi Data Experiment.....	57
4.5.2	Matriks Evaluasi Data Experiment.....	62
4.5.3	Matriks Evaluasi Data Experiment.....	63
4.6	Hubungan Antara <i>Output</i> PV Terhadap Keseimbangan Ekosistem Ikan di Aquaponik.....	65

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	lxviii
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>State of the Art</i> dalam Prediksi <i>Solar Irradiance</i>	7
Tabel 4. 2 Nilai Matriks Evaluasi CNN.....	55
Tabel 4. 2 Nilai Matriks Evaluasi CNN-LSTM.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Aquaponik.....	9
Gambar 2. 2 Panel Surya.....	10
Gambar 2. 3 Arsitektur CNN-LSTM.....	17
Gambar 2. 4 Google Colab.....	18
Gambar 2. 5 Web Google Colab.....	19
Gambar 2. 6 Tampilan Utama Web Google Colab.....	19
Gambar 2. 7 Notebook Berbasis Cloud Google Colab.....	20
Gambar 2. 8 Pengaturan <i>Runtime</i> Google Colab.....	20
Gambar 2. 9 Sensor <i>Irradiance Meter</i>	22
Gambar 2. 10 Sensor PZEM004T.....	25
Gambar 2. 11 Sensor PZEM017.....	27
Gambar 2. 12 Modul TTL to RS485.....	28
Gambar 2. 13 NodeMCU ESP8266.....	29
Gambar 2. 14 NodeMCU <i>Expansion Board</i>	30
Gambar 2. 15 Modem Wi-Fi.....	31
Gambar 3. 1 Kerangka Laporan Tugas Akhir.....	32
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i>	35
Gambar 3. 3 <i>Input Dataset</i>	36
Gambar 4. 1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).....	39
Gambar 4. 2 Panel <i>Power Monitor</i> (PLTS).....	40
Gambar 4. 3 <i>Power Monitor</i> PLTS.....	40
Gambar 4. 4 <i>Radiation Data</i> Sebelum Prediksi.....	41
Gambar 4. 5 Normalisasi Data Simulasi.....	42
Gambar 4. 6 <i>Building Model Data</i> Simulasi.....	44
Gambar 4. 7 Data Asli <i>Voltage DC</i> (Volt).....	45
Gambar 4. 8 Data Asli <i>Current DC</i> (Ampera).....	45
Gambar 4. 9 Data Asli <i>Power DC</i> (Watt).....	46
Gambar 4. 10 Data Asli <i>Voltage AC</i> (Volt).....	46
Gambar 4. 11 Data Asli <i>Current AC</i> (Ampere).....	47

Gambar 4. 12 Data Asli Power AC (Watt).....	47
Gambar 4. 13 Data Asli Irradiance (W/m^2).....	48
Gambar 4. 14 Pre-Prossesing Data Experiment.....	49
Gambar 4. 15 Normalisasi Data Experiment.....	49
Gambar 4. 16 Building Model Data Experiment.....	50
Gambar 4. 17 Tuning Hyperparameter Data Experiment.....	52
Gambar 4. 18 True vs Predicted Value Radiation (Scaled)	54
Gambar 4. 19 CNN Training vs Validation Loss.....	56
Gambar 4. 20 CNN Training vs Validation Accuracy.....	56
Gambar 4. 21 Prediksi vs Aktual Voltage DC (Volt).....	58
Gambar 4. 22 Prediksi vs Aktual Current DC (Ampere).....	59
Gambar 4. 23 Prediksi vs Aktual Power DC (Watt).....	59
Gambar 4. 24 Prediksi vs Aktual Voltage AC (Volt).....	60
Gambar 4. 25 Prediksi vs Aktual Current AC (Ampere).....	60
Gambar 4. 26 Prediksi vs Aktual Power AC (Watt).....	61
Gambar 4. 27 Prediksi vs Aktual Irrrandiance (W/m^2).....	61
Gambar 4. 28 Training vs Validation Loss (Per-Epoch).....	64
Gambar 4. 29 Training vs Validation Accuracy (Per-Epoch).....	64
Gambar 4. 30 Ekosistem Ikan dalam Aquaponik Bergantung pada Output PV....	65