

**PERANCANGAN SISTEM PENGADUK GULA AREN BERBASIS
INTERNET OF THINGS DENGAN PREDIKSI KEMATANGAN
MENGUNAKAN *MACHINE LEARNING***



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

**OLEH:
MUHAMMAD AULIA DZIKRI
062240352266**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANCANGAN SISTEM PENGADUK GULA AREN BERBASIS
INTERNET OF THINGS DENGAN PREDIKSI KEMATANGAN
MENGUNAKAN *MACHINE LEARNING***



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

OLEH:

Nama	: Muhammad Aulia Dzikri
Dosen Pembimbing I	: Ir. Lindawati, S. T., M. T. I
Dosen Pembimbing II	: Mohammad Fadhli, S. Pd., M. T

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA

PALEMBANG

2026

**PERANCANGAN SISTEM PENGADUK GULA AREN BERBASIS
INTERNET OF THINGS DENGAN PREDIKSI KEMATANGAN
MENGUNAKAN MACHINE LEARNING**



Oleh :

Muhammad Aulia Dzikri

062240352266

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,

Ir. Lindawati, S. T., M. T. I
NIP. 197105282006042001

Muhammad Fadhli, S. Pd., M. T
NIP. 199004032018031001

Menyetujui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro,

**Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik
Telekomunikasi,**

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

Mohammad Fadhli, S. Pd., M. T.
NIP. 199004032018031001

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda dibawah ini:

Nama : Muhammad Aulia Dzikri
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 03 Mei 2004
Alamat : Jl. Sultan M Mansyur Lr. Raden Satar No.
885, Palembang, Sumatera Selatan
NPM : 062240352266
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi
Jurusan : Teknik Elektri
Judul Skripsi/Laporan Akhir : PERANCANGAN SISTEM PENGADUK
GULA AREN BERBASIS *INTERNET OF
THINGS* DENGAN PREDIKSI
KEMATANGAN MENGGUNAKAN
MACHINE LEARNING

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Skripsi/Laporan Akhir ini adalah hasil karya 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 Skripsi/Laporan Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Skripsi/Laporan Akhir.

Apabila dikemudian 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 dan Transkrip (Asli dan Copy). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarbenarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.

Palembang, Agustus 2026

Yang menyatakan,



Muhammad Aulia Dzikri

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“If I run out of strength today, I’ll just borrow some from tomorrow.”

-Natsu Dragneel

“Dreams surpass Nightmares.”

-Kamen Rider Zettz

“Damned if I do, is way too late to fix it, I’ll be damned if I don’t, the bane of my existence, they said “damned kid, you gotta try”, even If you never win, you can’t pretend, you’ll never be happy again”

-Puppets Can’t Control You (One OK Rock)

1. Orang Tua yang selalu mensupport saya dan menyayangi saya, berkat dukungan dan doa dari kedua orang tua saya, saya dapat belajar dan terus melangkah hingga saat ini.
2. kakak Perempuan saya yang selalu memberikan saya hiburan dan canda tawa agar saya dapat terus tertawa dan tersenyum.
3. Ibu Ir. Lindawati, S.T., M.Kom. dan Bapak Mohammad Fadhli, S. Pd. M.T. Pembimbing terbaik yang bukan hanya membimbing karya ini, tapi juga keteguhan pikir dan karakter dalam menghadapi tantangan riset dan akademik.
4. Diriku Sendiri untuk tetap hidup, tetap semangat, tetap tersenyum, dan masih dapat membantu orang lain, dan terus bertahan meski berkali-kali hampir menyerah.
5. Aulia Syafitri sebagai teman terdekat yang selalu memberikan dukungan, tawa, dan senyuman untuk penulis agar dapat terus semangat dalam menyelesaikan laporan akhir.
6. Arcy, Rifqi, Rehan, Depran, dan teman teman yang tidak tersebut Namanya beserta teman teman 8TEA yang sudah saling membantu satu sama lain.

ABSTRAK

PERANCANGAN SISTEM PENGADUK GULA AREN BERBASIS *INTERNET OF THINGS* DENGAN PREDIKSI KEMATANGAN MENGUNAKAN *MACHINE LEARNING*

(2026 : XIII + 71 halaman + 46 gambar + 8 tabel + 31 referensi)

MUHAMMAD AULIA DZIKRI

062240352266

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

Proses penentuan tingkat kematangan gula aren umumnya masih dilakukan berdasarkan pengamatan visual dan pengalaman pengrajin sehingga hasil yang diperoleh bersifat subjektif dan berpotensi menimbulkan ketidakkonsistenan kualitas produk. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pengaduk gula aren berbasis internet of things (IoT) yang mampu memprediksi tingkat kematangan secara real-time menggunakan metode polynomial regression. Sistem yang dikembangkan menggunakan ESP32 sebagai pengendali utama yang terintegrasi dengan sensor thermocouple tipe K untuk mengukur suhu nira, sensor encoder infrared untuk membaca kecepatan putaran pengaduk (RPM), serta sensor tegangan untuk memantau kondisi catu daya. Data hasil pengukuran dikirim ke Firebase Realtime Database sebagai media penyimpanan dan monitoring. Selanjutnya, data diproses melalui tahap preprocessing, pembentukan dataset, serta pelatihan model polynomial regression orde dua dengan variabel masukan berupa suhu, RPM, dan waktu stagnasi (time stuck), sedangkan tingkat kematangan digunakan sebagai variabel target. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model memperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 87.58%, Mean Absolute Error (MAE) sebesar 7.54%, dan Root Mean Square Error (RMSE) sebesar 10.17%, sehingga model memiliki kemampuan yang baik dalam memprediksi tingkat kematangan gula aren. Model yang telah dilatih kemudian berhasil diimplementasikan pada mikrokontroler ESP32 dan mampu menampilkan hasil prediksi secara real-time melalui LCD serta aplikasi. Selain itu, sistem mampu mempercepat waktu pemasakan dari sekitar 60 menit pada metode tradisional menjadi 30 sampai 40 menit untuk kapasitas 10kg, sehingga memberikan efisiensi waktu sekitar 33.33% dibandingkan metode tradisional.

Kata kunci: *Internet of things*, *Polynomial Regression*, Gula Aren, ESP32, Prediksi Kematangan

ABSTRACT

DESIGN OF AN INTERNET OF THINGS BASED PALM SUGAR STIRRING SYSTEM WITH MATURITY PREDICTION USING MACHINE LEARNING (2026:XVI + 71 pages + 46 figures + 8 tables + 31 references)

MUHAMMAD AULIA DZIKRI

062240352266

DEPARTEMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

BACHELORS OF APPLIED SCIENCE IN TELECOMMUNICATIONS

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

Determining the maturity level of palm sugar typically relies on visual observation and the artisan's experience, leading to subjective results and potential product quality inconsistencies. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based palm sugar stirring system capable of predicting maturity levels in real-time using polynomial regression. The system utilizes an ESP32 microcontroller integrated with a K-type thermocouple to measure sap temperature, an infrared encoder to monitor stirrer speed (RPM), and a voltage sensor to track power supply status. Measurement data is transmitted to a Firebase Realtime Database for storage and monitoring. Subsequently, the data undergoes preprocessing, dataset creation, and the training of a second-order polynomial regression model; input variables include temperature, RPM, and stagnation time, while the maturity level serves as the target variable. Evaluation results indicate a coefficient of determination (R^2) of 87.58%, a Mean Absolute Error (MAE) of 7.54%, and a Root Mean Square Error (RMSE) of 10.17%, demonstrating the model's strong predictive capability regarding palm sugar maturity. The trained model was successfully implemented on the ESP32 microcontroller, enabling real-time prediction display via an LCD and a mobile application. Furthermore, the system reduced cooking time from approximately 60 minutes (using the traditional method) to 30–40 minutes for a 10 kg batch, representing a time efficiency improvement of about 33.33% over the traditional method.

Keywords: *Internet of things, Polynomial Regression, Palm Sugar, ESP32, Maturity Prediction*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Perancangan Sistem Pengaduk Gula Aren Berbasis *Internet Of Things* Dengan Prediksi Kematangan Menggunakan *Machine Learning*”**. Proposal tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu kurikulum di Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.

Terwujudnya penulisan Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan semangat, bantuan serta bimbingan yang terus diberikan kepada saya. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan Terima Kasih yang sebesar- besarnya kepada Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Ibu **Ir. Lindawati, S. T., M. T. I.** selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya dan Dosen Pembimbing I. Bapak **Mohammad Fadhli, S. Pd., M. T.,** selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya dan dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan nasihatnya kepada penulis dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga saya tercinta yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan do'a terbaik.
2. Bapak Ir. H. Irawan Rusnadi, M. T. Selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ir. Selamat Muslimin, S. T., M. Kom., IPM., Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Aan dan Bapak Dadang selaku owner UKM Jasmine Aren yang telah memberikan penulis ide dan inspirasi.

5. Aulia syafitri teman dekat penulis yang selalu memberikan semangat dan masukan kepada penulis.
6. Teman teman 8 TEA yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan canda tawa kepada penulis selama proses penyelesaian proposal.

Pada penyusunan Tugas Akhir ini penulis menyadari masih terdapat banyak bagian yang belum sempurna. Hal ini dikarenakan terbatasnya kemampuan dan pengetahuan yang penulis miliki dan sesungguhnya kesempurnaan itu hanya milik-Nya. Untuk itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan sebagai perbaikan di masa yang akan datang.

Akhir kata penulis mengharapkan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat menjadi sebuah referensi baru bagi penelitian selanjutnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Palembang, Agustus 2026

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Metode Penulisan	6
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Gula Aren	8
2.2 <i>Internet Of Things</i> (IoT)	9
2.2.1 Protokol <i>Internet of Things</i>	10
2.3 <i>Machine Learning</i>	10
2.3.1 <i>Polynomial Regression</i>	10
2.4 <i>Artificial Intelligence of Things</i> (AIoT)	12
2.5 Komponen Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	13
2.5.1 Motor DC	13
2.5.2 Driver Motor DC.....	14

2.5.3	NodeMCU ESP32	14
2.5.4	<i>Power Supply</i>	15

2.5.5	LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	16
2.5.6	UBEC Regulator Step Down	16
2.5.7	ACS712	17
2.5.8	Thermocouple	17
2.5.9	<i>Disk Encoder Infrared</i>	18
2.6	Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	19
2.6.1	MIT App Inventor	19
2.6.2	Bahasa Pemrograman C	20
2.7	Penelitian Terdahulu	20
BAB III METODOLOGI		22
3.1	Metodologi Penelitian	22
3.2	Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	23
3.2.1	Perancangan Mekanik	25
3.2.2	Perancangan Rangkaian <i>Hardware</i>	27
3.3	Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	29
3.4	Perancangan Kerja Sistem Keseluruhan	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Implementasi Sistem	37
4.1.1	Hasil Perancangan Alat	37
4.1.2	Implementasi Sensor Suhu MAX6675	39
4.1.3	Implementasi Sensor Tegangan	40
4.1.4	Implementasi Sensor RPM Encoder Infrared	41
4.1.5	Implementasi Sistem Monitoring IoT	41
4.1.6	Implementasi Firebase Realtime Database	43
4.2	Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	44
4.2.1	Pengambilan Data Proses Pemasakan	44
4.2.2	Struktur Dataset.....	47
4.3	Analisis Karakteristik Data	50
4.3.1	Analisis Hubungan Suhu Terhadap Tingkat Kematangan... ..	50
4.3.2	Analisis Hubungan RPM Terhadap Tingkat Kematangan... ..	52

4.3.3	Analisis Tegangan Terhadap Tingkat Kematangan	53
4.4	Pengembangan dan Pengujian Model <i>Polynomial Regression</i>	54
4.4.1	Pembentukan Model <i>Polynomial Regression</i>	54
4.4.2	Hasil Pelatihan Model	54
4.4.3	Evaluasi Model <i>Polynomial Regression</i>	56
4.5	Pembahasan	59
4.5.1	Analisis Pengaruh Parameter Terhadap Kematangan	59
4.5.2	Analisis Kinerja Model <i>Polynomial Regression</i>	60
4.6	Perbandingan Waktu Pemasakan	61
4.7	<i>Quality Of Service Internet Of Things</i>	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		66
5.1	Kesimpulan	66
5.2	Saran	67
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	<i>Internet of Things (IoT)</i>	9
Gambar 2.2	Grafik Regresi Polynomial Sederhana	11
Gambar 2.3	<i>Artificial Intelligence of Things (AIoT)</i>	12
Gambar 2.4	Motor DC	13
Gambar 2.5	<i>Driver</i> Motor DC Modul BTS7960.....	14
Gambar 2.6	NodeMCU ESP 32	15
Gambar 2.7	<i>Power Supply</i>	15
Gambar 2.8	LCD 16x2.....	16
Gambar 2.9	UBEC <i>Regulator Step Down</i>	16
Gambar 2.10	Sensor ACA712	17
Gambar 2.11	Sensor Thermocouple.....	18
Gambar 2.12	Encoder Sensor	18
Gambar 2.13	MIT App Inventor	19
Gambar 2.14	Pemrograman C.....	20
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Kerangka Penelitian.....	22
Gambar 3.2	Blok Diagram Sistem Rangkaian Perangkat Keras.....	23
Gambar 3.3	Desain 3D Mesin Pengaduk Gula Aren	25
Gambar 3.4	Skematik Rangkaian <i>Hardware</i>	27
Gambar 3.5	<i>Flowchart Software</i>	29
Gambar 3.6	<i>Flowchart Mechine Learning</i>	31
Gambar 3.7	Matrix Evaluasi Regresi Polynomial.....	33
Gambar 3.8	<i>Flowchart</i> Prinsip Kerja Sistem Keseluruhan.....	35
Gambar 4.1	Hasil Perancangan Alat Pengaduk Gula Aren.....	37
Gambar 4.2	Box Panel Kontroler Sistem.....	38
Gambar 4.3	Mekanisme Penggerak Pengaduk Gula Aren.....	39
Gambar 4.4	Implementasi Sensor MAX6675	40
Gambar 4.5	Implementasi Sensor Tegangan	40
Gambar 4.6	Implementasi Sensor RPM Encoder Infrared	41
Gambar 4.7	Tampilan MIT App Inventor.....	42

Gambar 4.8	Firestore Realtime Database	43
Gambar 4.9	Data Batch 1	44
Gambar 4.10	Data Batch 2	45
Gambar 4.11	Data Batch 3	45
Gambar 4.12	Data Batch 4	46
Gambar 4.13	Data Batch 5	46
Gambar 4.14	Contoh Dataset Hasil Pengolahan Data	49
Gambar 4.15	Hubungan Antara Temperature Terhadap Kematangan	50
Gambar 4.16	Perubahan Suhu Terhadap Waktu Pemasakan	51
Gambar 4.17	Hubungan RPM Terhadap Kematangan	52
Gambar 4.18	Perubahan RPM Terhadap Waktu Pemasakan	53
Gambar 4.19	Koefisien <i>Polynomial Regression</i> Hasil Pelatihan	55
Gambar 4.20	Hasil Evaluasi Model <i>Polynomial Regression</i>	56
Gambar 4.21	Hasil Prediksi Yang Ditampilkan Di LCD	57
Gambar 4.22	Notifikasi Pada MIT App Inventor	58
Gambar 4.23	Perbandingan Nilai Aktual dan Hasil Prediksi	59
Gambar 4.24	Hasil Pemasakan Metode Tradisional	61
Gambar 4.25	Hasil Pemasakan Menggunakan Alat	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel Penelitian Terdahulu	19
Tabel 4.1	Estimasi Biaya.....	36
Tabel 4.2	Jadwal Kegiatan	37
Tabel 4.3	Contoh Dataset Hasil Pengolahan Data	49
Tabel 4.4	Koefisien <i>Polynomial Regression</i> Hasil Pelatihan.....	55
Tabel 4.5	Hasil Evaluasi Model <i>Polynomial Regression</i>	56
Tabel 4.6	Hasil Perbandingan Pemasakan	62
Tabel 4.7	Hasil <i>Quality of Service Internet of Things</i>	64

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Daftar Riwayat Hidup
Lampiran 2	Lembar Kesepakatan Bimbingan Tugas Akhir
Lampiran 3	Lembar Bimbingan Tugas Akhir
Lampiran 4	Lembar Rekomendasi Sidang Tugas Akhir
Lampiran 5	Lembar Revisi Sidang Tugas Akhir
Lampiran 6	Lembar Pelaksanaan Revisi Tugas Akhir
Lampiran 7	<i>Letter of Acceptance (LoA)</i>
Lampiran 8	Naskah Jurnal Penelitian
Lampiran 9	<i>Source Code</i>
Lampiran 10	Dokumentasi
Lampiran 11	Surat Izin Pengambilan Data