

PERANCANGAN MODUL *PREDICTIVE MAINTENANCE* MENGUNAKAN MODEL *MACHINE LEARNING* UNTUK PREDIKSI RISIKO KERUSAKAN MESIN PADA SISTEM *MAINTENANCE MANAGEMENT*

ALMA AZZURA NADIA



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Perancangan Modul *Predictive Maintenance* Menggunakan Model *Machine Learning* untuk Prediksi Risiko Kerusakan Mesin pada Sistem *Maintenance Management*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tugas akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Alma Azzura Nadia
F3401221084

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

ALMA AZZURA NADIA. Perancangan Modul Predictive Maintenance Menggunakan Model *Machine Learning* untuk Prediksi Risiko Kerusakan Mesin pada Sistem *Maintenance Management*. Dibimbing oleh TAJUDDIN BANTACUT dan ELISA ANGGRAENI.

Kegiatan pemeliharaan mesin di Divisi *Engineering Plant II* PT XYZ masih bersifat reaktif, dengan *downtime* tahun 2025 mencapai 283 jam atau 7,15% dari total 3.958 jam operasi. Penelitian ini bertujuan merancang Modul *Predictive Maintenance* berbasis web untuk menghasilkan peringatan kerusakan, tingkat keparahan kerusakan, dan estimasi interval *downtime*. Penelitian menggunakan pendekatan desain keteknikan melalui analisis kebutuhan, pengembangan model *machine learning*, perancangan sistem, serta validasi fungsional dan pengguna. Pengembangan menggunakan 267 data aktual dan 1.000 observasi sintetis pada setiap target. Model terpilih meliputi *Logistic Regression* untuk *breakdown warning*, *Random Forest* untuk *breakdown severity* dan estimasi *downtime* kategori *low* serta *high severity*, dan *Extra Trees* untuk kategori *medium severity*. Rata-rata akurasi kelima target 83,70%. Seluruh fungsi modul dinyatakan valid melalui *black-box testing*, sedangkan *User Acceptance Test* menghasilkan tingkat penerimaan 83,20% dalam kategori baik. Modul yang dirancang digunakan sebagai prototipe pendukung keputusan *maintenance*, tetapi masih memerlukan validasi menggunakan data operasional aktual.

Kata kunci: *downtime*, *machine learning*, manajemen pemeliharaan, pemeliharaan prediktif, risiko kerusakan

ABSTRACT

ALMA AZZURA NADIA. Design of a Predictive Maintenance Module Using Machine Learning Models for Machine Failure Risk Prediction in a Maintenance Management System. Supervised by TAJUDDIN BANTACUT and ELISA ANGGRAENI.

Machine maintenance in the Engineering Division of Plant II, PT XYZ, remains reactive, with 2025 downtime reaching 283 hours or 7.15% of 3,958 total operating hours. This study aimed to design a web-based Predictive Maintenance Module that provides failure warnings, failure severity levels, and downtime intervals. An Engineering design approach was applied through requirement analysis, machine learning model development, system design, and functional and user validation. Model development used 267 actual maintenance records and 1,000 synthetic observations for each prediction target. The selected models were Logistic Regression for breakdown warning, Random Forest for breakdown severity and downtime estimation in the low- and high-severity categories, and Extra Trees for the medium-severity category. The mean accuracy across the five prediction targets was 83.70%. All module functions were declared valid through black-box testing, while the User Acceptance Test achieved an acceptance rate of 83.20%, categorized as good. The developed module can be used as a maintenance decision-support prototype but still requires further validation using actual operational data.

Keyword: *downtime*, *machine learning*, maintenance management, predictive maintenance, risk prediction



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



PERANCANGAN MODUL *PREDICTIVE MAINTENANCE* MENGUNAKAN MODEL *MACHINE LEARNING* UNTUK PREDIKSI RISIKO KERUSAKAN MESIN PADA SISTEM *MAINTENANCE MANAGEMENT*

ALMA AZZURA NADIA

Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tugas Akhir:

- 1 Dr. Ir. Sugiarto M.Si.
- 2 Dr. Muhammad Syukur Sarfat M.Si.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Tugas Akhir : Perancangan Modul *Predictive Maintenance* Menggunakan Model *Machine Learning* untuk Prediksi Risiko Kerusakan Mesin pada Sistem *Maintenance Management*

Nama : Alma Azzura Nadia
NIM : F3401221084

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Tajuddin Bantacut, M.Sc

Pembimbing 2:

Dr. Elisa Anggraeni, S.T.P., M.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ir. Ono Suparno, S.TP., M.T.
NIP 197212031997021001

Tanggal Ujian:
13 Agustus 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhaanahu wa ta'la atas segala karunia-Nya sehingga laporan akhir yang berjudul “Perancangan Modul *Predictive Maintenance* Menggunakan Model *Machine Learning* untuk Prediksi Risiko Kerusakan Mesin pada Sistem *Maintenance Management*” dapat diselesaikan dengan baik sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Industri Pertanian. Laporan akhir ini merupakan hasil proyek yang dilaksanakan mulai bulan Februari 2025 hingga Juni 2026. Penyelesaian laporan akhir ini tidak terlepas dari banyak bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih atas bimbingan dan kerja sama kepada:

1. Dr. Elisa Anggraeni, S.T.P., M.Sc. selaku dosen PIC kelompok kami yang telah memberikan bimbingan selama proyek ini berlangsung.
2. Prof. Dr. Ir. Tajuddin Bantacut, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan selama perjalanan akademik penulis.
3. Seluruh dosen, tenaga pendidik, dan civitas akademik Program Studi Teknik Industri Pertanian atas ilmu, arahan, dan bantuan selama perkuliahan.
4. Pimpinan dan seluruh staff di perusahaan mitra yang telah memberikan izin dan kepercayaan sebagai mitra untuk menyelesaikan proyek ini.
5. Saudara Fanisirojul yang telah mendampingi tim kami selama pelaksanaan proyek dan kegiatan observasi di perusahaan mitra.
6. Orang tua penulis, Ibu Elisa Rahmawati yang telah memberikan semangat, cinta, kasih sayang, serta doa yang tiada henti untuk penulis.
7. Rekan anggota kelompok dalam pelaksanaan proyek akhir, Victoria Angelian dan Muhammad Hamzah Ayas, yang telah memberikan kerja sama, dedikasi, serta kontribusi selama proses pengerjaan proyek hingga selesai.
8. Seluruh sahabat penulis, khususnya Thukthet dan Lomba Bismillah, yang telah memberikan dukungan, kebersamaan, serta kenangan menyenangkan selama masa perkuliahan.
9. Muhammad Hamzah Ayas selaku pasangan penulis, yang telah memberikan dukungan, semangat, serta menemani penulis selama perkuliahan. Terima kasih atas kesabaran, perhatian, dan motivasi yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan perkuliahan dengan baik.
10. Seluruh teman satu bimbingan dan seluruh teman-teman Angkatan 59 Teknik Industri Pertanian “Tinit 59”, atas kebersamaan selama menjalani perkuliahan

Bogor, Agustus 2026

Alma Azzura Nadia

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Keterkaitan dengan Proyek Utama	4
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 <i>Maintenance Management</i>	6
2.2 Strategi Pemeliharaan Mesin	7
2.3 <i>Predictive Maintenance</i> dalam Industri 4.0	11
2.4 <i>Machine Learning</i> untuk Prediksi Risiko Kerusakan Mesin	12
2.5 Algoritma <i>Machine Learning</i>	12
2.6 Metrik Evaluasi Model Prediksi	14
2.7 Integrasi Model dalam Sistem <i>Maintenance Management</i>	15
III METODE	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2 Kerangka Pemikiran Penelitian	16
3.3 Metode Pengumpulan Data	26
3.4 Perancangan Sistem	26
3.5 Validasi Sistem	28
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil Eksplorasi Kondisi Aktual	30
4.2 Hasil Pendefinisian Masalah	35
4.3 Hasil Analisis Kebutuhan	37
4.4 Hasil Pengembangan Model Prediksi	40
4.5 Hasil Perancangan Sistem	49
4.6 Analisis Kinerja Sistem	56
4.7 Evaluasi Sistem	59
V SIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Simpulan	61
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	67
RIWAYAT HIDUP	75