UNIVERSITAS
GADJAH MADA
PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING DAN DETEKSI RISIKO KETERLAMBATAN PROYEK KONSTRUKSI BERBASIS INTEGRASI EXCEL VBA DAN MACHINE LEARNING
Nurul Fakhri Ma'arif, Dr. Toriq Arif Ghuzdewan, ST, M.Sc.E.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
KATA PENGANTAR v
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL ix
DAFTAR GAMBAR x
INTISARI xii
ABSTRACT xiii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Masalah 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 6
2.1 Tinjauan Pustaka 6
2.1.1 Monitoring dan Pengendalian Proyek 6
2.1.2 Digitalisasi dan *Data-Driven Decision Making* dalam Konstruksi 6
2.1.3 *Random Forest* dan *Ensemble Learning* 7
2.1.4 Deteksi Risiko Berbasis Data 7
2.2 Keaslian Penelitian 7
BAB 3 LANDASAN TEORI 9
3.1 Manajemen Proyek dan Monitoring 9
3.2 Progres dan Kuantitas Pekerjaan 9
3.3 Risiko Keterlambatan 10
3.4 Data Deret Waktu (*Time Series*) 10
3.5 *Machine Learning* 11
3.6 *Random Forest Regression* dan C*lassification* 11
3.7 Evaluasi Model Regresi 14
3.7.1 *Mean Absolute Error* (MAE) 14
3.7.2 *Mean Squared Error* (MSE) 15

PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING DAN DETEKSI RISIKO KETERLAMBATAN PROYEK KONSTRUKSI BERBASIS INTEGRASI EXCEL VBA DAN MACHINE LEARNING
Nurul Fakhri Ma'arif, Dr. Toriq Arif Ghuzdewan, ST, M.Sc.E.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

3.7.3 *Root Mean Squared Error* (RMSE) 15
3.7.4 Koefisien Determinasi (R^2) 15
3.7.5 *Weighted Absolute Percentage Error* (WAPE) 16
3.7.6 *Symmetric Mean Absolute Percentage Error* (sMAPE) 16
3.7.7 *Accuracy* (Akurasi) 17
3.7.8 *Precision* (Presisi) 17
3.7.9 *Recall* 18
3.7.10 *F1-Score* 18
3.7.11 *Receiver Operating Characteristic – Area Under Curve* (ROC-AUC) 18
3.8 Konsep Risiko Keterlambatan Berbasis Pola Progres 19
3.9 Integrasi *Excel* VBA dan *Python* 20
BAB 4 METODE PENELITIAN 21
4.1 Prosedur Penelitian 21
4.2 Data Penelitian 23
4.2.1 Struktur Data 23
4.3 Tahapan Penelitian 24
4.3.1 Tinjauan Pustaka 24
4.3.2 Pengumpulan Data Sekunder 25
4.3.3 *Prepocessing* dan Verifikasi Data 25
4.3.4 *Feature Engineering* 25
4.3.5 Pengembangan Model *Machine Learning* 26
4.3.6 Integrasi Sistem 27
4.3.7 Evaluasi Hasil dan Sistem 27
4.3.8 Penyusunan Laporan 28
4.4 Alat Penelitian 28
4.5 Metode Analisis 32
4.5.1 Metode Penyusunan dan Pengolahan Data 32
4.5.2 Metode Analisis Model Regresi 33
4.5.3 Metode Analisis Model Klasifikasi 33
4.5.4 Metode Analisis Risiko Keterlambatan 33
4.5.5 Metode Implementasi Sistem 35
4.5.6 Metode Validasi Hasil Pemodelan 35
BAB 5 . HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 36
5.1 Hasil Pengolahan dan Penyusunan Data 36

PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING DAN DETEKSI RISIKO KETERLAMBATAN PROYEK KONSTRUKSI BERBASIS INTEGRASI EXCEL VBA DAN MACHINE LEARNING
Nurul Fakhri Ma'arif, Dr. Toriq Arif Ghuzdewan, ST, M.Sc.E.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

5.1.1 Hasil Pengumpulan dan Struktur Data Penelitian 36
5.1.2 Hasil *Preprocessing* Data 37
5.1.3 Hasil *Feature Engineering* 38
5.1.4 Hasil Pembuatan Database untuk Dataset 38
5.2 Hasil Implementasi Sistem 43
5.2.1 Hasil Pembuatan Tampilan pada *Excel* 43
5.2.2 Prosedur analisis tahapan penggunaan aplikasi 46
5.2.3 Integrasi Excel VBA dan Python 53
5.3 Hasil Pengembangan Model *Machine Learning* 53
5.3.1 Hasil Pelatihan Skenario 53
5.3.2 Hasil Prediksi Model pada Skenario 54
5.3.3 Hasil Pemodelan untuk Deteksi Dini 58
5.3.4 Hasil Pemodelan pada Evaluasi 66
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN 78
6.1 Kesimpulan 78
6.2 Saran 79
DAFTAR PUSTAKA 80