

TUGAS AKHIR

OPTIMALISASI PENJADWALAN PROYEK SECARA PROBABILISTIK BERBASIS *FUZZY LOGIC*

Disusun dan Ditujukan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang



Disusun oleh :

ISMATUL KHASANAH

2221102

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

OPTIMALISASI PENJADWALAN PROYEK SECARA PROBABILISTIK BERBASIS FUZZY LOGIC

*Disusun dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik (S-1) Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh:

ISMATUL KHASANAH

NIM 22.21.102

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Untuk Diujikan Pada Tanggal
5 Februari 2026

Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Lila Ayu Ratna W., ST., MT

NIP.P 103 08 00419

Ir. Munasih, MT

NIP.Y 102 88 00187

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang



Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT

NIP.P 103 03 00383

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

OPTIMALISASI PENJADWALAN PROYEK SECARA PROBABILISTIK BERBASIS *FUZZY LOGIC*


Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan di Depan Dosen Penguji Tugas Akhir
Jenjang Strata S-1. Pada Tanggal 5 Februari 2026 dan Diterima untuk Memenuhi
Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1

Disusun Oleh:

ISMATUL KHASANAH
2221102

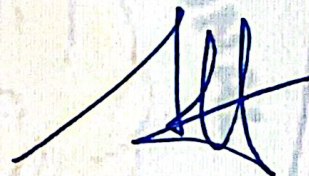
Dosen Penguji

Dosen Penguji I



Dr. Lies Kurniawati W., MT
NIP. P 103 15 00485


Dosen Penguji II



Maranatha W., ST., M.MT., PhD.
NIP. P 103 15 00523

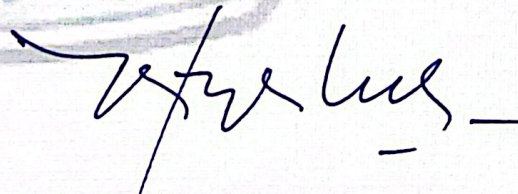
Disahkan Oleh:

Kepala Program Studi Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang



Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT
NIP. P 103 03 00383

Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang



Nenny Roostrianawaty, ST., MT
NIP. P 103 17 00533

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ismatul Khasanah

NIM : 2221102

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul :

“OPTIMALISASI PENJADWALAN PROYEK SECARA PROBABILISTIK BERBASIS *FUZZY LOGIC*”

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya di dalam naskah Tugas Akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah TUGAS AKHIR ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia TUGAS AKHIR ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang undangan yang berlaku (UU No.20 tahun 2003, Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, Februari 2026



Ismatul Khasanah

NIM. 2221102

LEMBAR PERSEMBAHAN

“Dari keraguan dan penilaian, lahir pembuktian”

Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan Rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Tanpa izin, pertolongan, dan kekuatan dari-Nya, penulis tidak akan mampu melalui seluruh proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Skripsi ini merupakan wujud ikhtiar, doa, dan pembelajaran yang penulis persembahkan dengan penuh rasa syukur. Skripsi ini penulis persembahkan kepada :

1. Ayah dan Ibu tercinta, yang senantiasa memberikan doa yang tidak pernah terputus, kasih sayang yang tulus, dukungan moral maupun material, serta kesabaran dalam mendampingi setiap langkah penulis. Pengorbanan Ayah dan Ibu menjadi alasan utama penulis mampu bertahan dan berjuang hingga menyelesaikan studi ini. Dengan izin Allah SWT dan ridho Ayah serta Ibu, anakmu dapat menyelesaikan pendidikan ini dalam waktu 3,5 tahun. Semoga pencapaian ini menjadi bukti kecil dari doa yang selalu Ayah dan Ibu panjatkan.
2. Kedua kakakku tercinta, yang selalu memberikan dukungan, motivasi, menjadi tempat berbagi dan bertanya dalam berbagai kondisi, serta pelindung bagi adik bungsumu. Kehadiran dan dukungan kakak menjadi salah satu sumber semangat bagi penulis untuk terus berjuang, sehingga adik bungsumu ini bisa menyanggah gelar sarjana.
3. Muhammad Ihsani Wansi, seseorang yang selalu memberikan perhatian, dukungan emosional, serta semangat di saat penulis mengalami kelelahan dan keraguan pada diri sendiri. Terimakasih atas kesabaran, pengertian, dan doa yang senantiasa menyertai perjalanan penulis. Dalam lelah, ragu, dan jatuh bangun, engkau selalu hadir dan membantu apa pun dan kapan pun aku membutuhkanmu.
4. Teman – teman, yang telah menemani perjalanan perkuliahan, berbagi ilmu, pengalaman, serta canda dan tawa. Dukungan, kebersamaan, dan semangat dari teman-teman menjadi bagian berharga dalam proses penyelesaian skripsi ini.

ABSTRAK

Ismatul Khasanah (2221102), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, Januari 2026, “**Optimalisasi Penjadwalan Proyek secara Probabilistik Berbasis *Fuzzy Logic***” Pembimbing: (1) Dr. Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT. (2) Ir. Munasih, MT.

Penjadwalan proyek konstruksi berperan penting dalam pengendalian waktu penyelesaian proyek. Namun, durasi aktivitas pada praktiknya sering mengandung ketidakpastian akibat kondisi lapangan dan perbedaan persepsi pelaksana, yang belum sepenuhnya dapat direpresentasikan oleh metode *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penjadwalan proyek konstruksi dengan mengintegrasikan pendekatan *Fuzzy Logic* pada metode PERT guna mengukur ketidakpastian durasi aktivitas serta menganalisis risiko keterlambatan proyek. Metode penelitian menggunakan *Fuzzy PERT* dengan pendekatan *Triangular Fuzzy Number* (TFN) yang merepresentasikan durasi optimis, paling mungkin, dan pesimis setiap aktivitas. Data diperoleh melalui wawancara terstruktur dan dokumen proyek. Pemodelan *fuzzy* dilakukan menggunakan MATLAB *Fuzzy Logic Toolbox* dengan metode inferensi Mamdani dan proses defuzzifikasi untuk memperoleh durasi ekspektasi *fuzzy* (TE *Fuzzy*). Selanjutnya, nilai TE *Fuzzy* dibandingkan dengan TE PERT untuk menganalisis risiko keterlambatan proyek menggunakan pendekatan probabilistik melalui perhitungan nilai Z. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode *Fuzzy PERT* menghasilkan durasi penyelesaian proyek sebesar 193 hari, lebih fleksibel dalam merepresentasikan ketidakpastian dibandingkan PERT konvensional. Berdasarkan analisis probabilistik terhadap target durasi proyek sebesar 235 hari, diperoleh probabilitas penyelesaian proyek tepat waktu sebesar 99,869% dengan risiko keterlambatan sebesar 0,131 %. Peneliti selanjutnya disarankan untuk mengembangkan model dengan memasukkan aspek biaya agar analisis penjadwalan mencakup dimensi waktu dan biaya secara bersamaan.

Kata kunci: Analisis Probabilitas, *Fuzzy Logic*, Penjadwalan Proyek, *Program Evaluation and Review Technique*, Risiko Keterlambatan

ABSTRACT

Ismatul Khasanah (2221102), Civil Engineering Study Program, Faculty of Civil Engineering and Planning, National Institute of Technology Malang, January 2026, “Probabilistic Project Scheduling Optimization Based on Fuzzy Logic” Advisors: (1) Dr. Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT. (2) Ir. Munasih, MT.

Construction project scheduling plays an important role in controlling project completion time. However, in practice, activity durations often contain uncertainties due to field conditions and differences in the perceptions of implementers, which cannot be fully represented by the conventional Program Evaluation and Review Technique (PERT) method. This study aims to analyze construction project scheduling by integrating the Fuzzy Logic approach into the PERT method to measure activity duration uncertainty and analyze project delay risks. The research method uses Fuzzy PERT with the Triangular Fuzzy Number (TFN) approach, which represents the optimistic, most likely, and pessimistic duration of each activity. Data were obtained through structured interviews and project documents. Fuzzy modeling was performed using MATLAB Fuzzy Logic Toolbox with the Mamdani inference method and defuzzification process to obtain the fuzzy expectation duration (TE Fuzzy). Furthermore, the TE Fuzzy value was compared with TE PERT to analyze project delay risks using a probabilistic approach through Z value calculations. The results showed that the application of the Fuzzy PERT method produced a project completion duration of 193 days, which was more flexible in representing uncertainty than conventional PERT. Based on a probabilistic analysis of the project duration target of 235 days, the probability of project completion on time is 99.869% with a delay risk of 0.131%. Researchers are further advised to develop a model that incorporates cost aspects so that scheduling analysis covers both time and cost dimensions simultaneously.

Keywords: *Delay Risk, Fuzzy Logic, Probability Analysis, Program Evaluation and Review Technique, Project Scheduling.*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**OPTIMALISASI PENJADWALAN PROYEK SECARA PROBABILISTIK BERBASIS FUZZY LOGIC**” dengan baik dan tepat waktu. Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., PhD. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang
2. Ibu Dr. Debby Budi Susanti, ST., MT. selaku Dekan FTSP Institut Teknologi Nasional Malang
3. Bapak Dr. Yosimson P.Manaha, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
4. Ibu Dr. Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir
5. Ibu Ir. Munasih, MT. selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir
6. Orang tua, kakak, dan keluarga tercinta yang selalu memberikan do’a dan dukungan baik moral maupun materi
7. Teman-teman dan orang terdekat penulis yang selalu memberikan dukungan

Penulis menyadari bahwa pada penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan maupun kesalahan. Oleh karena itu, penulis selalu mengharapkan saran, kritik, petunjuk dan bimbingan yang bersifat membangun. Penulis berharap semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi semua orang.

Malang, Febuari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	5
1.6 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Manajemen Proyek.....	13
2.2.1 Definisi Manajemen Proyek.....	13
2.2.2 Fungsi Manajemen Proyek.....	14
2.3 Penjadwalan Proyek.....	15

2.3.1	Definisi Penjadwalan Proyek.....	15
2.3.2	Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Penjadwalan.....	16
2.4	Ketidakpastian dalam Penjadwalan.....	17
2.4.1	Definisi Ketidakpastian Durasi dan Sumbernya	18
2.4.2	Dampak Ketidakpastian terhadap Hasil Proyek.....	19
2.4.3	Pentingnya Pengelolaan Ketidakpastian dalam Penjadwalan	19
2.5	Metode Penjadwalan	20
2.5.1	<i>Critical Path Method (CPM)</i>	20
2.5.2	<i>Program Evaluation and Review Technique (PERT)</i>	22
2.6	<i>Fuzzy logic</i> dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi	27
2.6.1	Konsep <i>Fuzzy Logic</i> dan Perbedaannya dengan Logika Klasik.....	28
2.6.2	Alat dan Teknik <i>Fuzzy logic</i>	29
2.6.3	<i>Fuzzy Logic</i> Toolbox pada MATLAB	31
2.6.4	Penerapan <i>Fuzzy logic</i> dalam Mengelola Ketidakpastian.....	38
2.6.5	Fungsi Keanggotaan.....	40
2.7	Metode PERT Berbasis <i>Fuzzy Logic</i>	42
2.7.1	Representasi Bilangan <i>Fuzzy</i> dalam Estimasi Durai.....	43
2.7.2	Penerapan <i>Fuzzy</i> PERT dengan MATLAB	44
2.7.3	Analisis Interval Waktu Aktivitas Proyek	45
2.7.4	Pengukuran Ketidakpastian Durasi	46
2.8	Pengendalian Risiko Penjadwalan Proyek.....	46
2.8.1	Konsep Risiko dalam Penjadwalan Proyek.....	47
2.8.2	Identifikasi dan Analisis Risiko Penjadwalan	48
2.8.3	Strategi Pengendalian Risiko Keterlambatan berbasis <i>Fuzzy</i> PERT .	49
2.8.4	Pengukuran Risiko Penjadwalan Proyek Berbasis <i>Fuzzy</i> PERT	50

2.9	Konsep Data dalam Penelitian	51
2.9.1	Pengertian Data Primer	51
2.9.2	Pengertian Data Sekunder	51
2.10	Teknik Pengambilan Sampel	52
2.10.1	Pengertian Teknik Pengambilan Sampel	52
2.10.2	<i>Purposive Sampling</i>	52
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		54
3.1	Metode Penelitian	54
3.2	Jenis dan Metode Pengumpulan Data	54
3.2.1	Data Primer	54
3.2.2	Data Sekunder	56
3.3	Variabel Penelitian	56
3.4	Tahapan Analisis Data	57
3.5	Diagram Alir	67
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		69
4.1	Gambaran Umum Proyek	69
4.2	Profil Responden	70
4.3	Identifikasi Kegiatan Proyek	73
4.4	Penentuan Nilai Estimasi Waktu	76
4.5	Analisis Durasi Proyek Menggunakan Metode PERT	80
4.5.1	Perhitungan Durasi Ekspektasi (TE PERT)	80
4.5.2	Penentuan Lintasan Kritis	83
4.5.3	Perhitungan Varians dan Standar Deviasi	84
4.6	Klasifikasi Linguistik dan Penetapan <i>Triangular Fuzzy Number</i> (TFN)	

4.7	Pembentukan Fungsi Keanggotaan Durasi Aktivitas.....	87
4.8	Inferensi <i>Fuzzy</i> Durasi Aktivitas	103
4.9	Defuzzifikasi dan Penentuan Nilai TE <i>Fuzzy</i>	105
4.10	Analisis Ketidakpastian Durasi Aktivitas Proyek	112
4.11	Analisis Risiko Keterlambatan Proyek	115
4.11.1	Perbandingan TE <i>Fuzzy</i> dan TE PERT	115
4.11.2	Simulasi Perubahan Nilai a, m, b terhadap TE <i>Fuzzy</i>	118
4.11.3	Analisis Risiko Keterlambatan Berbasis Probabilitas.....	123
4.12	Pembahasan Hasil	126
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		130
5.1	Kesimpulan	130
5.2	Saran.....	130
DAFTAR PUSTAKA		132
LAMPIRAN		135

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tampilan FIS Editor	34
Gambar 2. 2 Tampilan Membership Function	36
Gambar 2. 3 Tampilan Rule Editor	37
Gambar 2. 4 Proses Inferensi Fuzzy	39
Gambar 2. 5 Alur Logika Sistem Inferensi Fuzzy.....	40
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	68
Gambar 4. 1 Denah Lokasi Jembatan	69
Gambar 4. 2 Distribusi Responden Berdasarkan Umur	71
Gambar 4. 3 Distribusi Responden Berdasarkan Pengalaman Kerja.....	72
Gambar 4. 4 Distribusi Responden Berdasarkan Jabatan	72
Gambar 4. 5 Gantt Chart Proyek Berbasis TE PERT.....	83
Gambar 4. 6 Fungsi Keanggotaan Aktivitas Mobilisasi.....	90
Gambar 4. 7 Fungsi Keanggotaan Aktivitas Pengujian Parameter Kualitas Air... 93	
Gambar 4. 8 Fungsi Keanggotaan Aktivitas Pengujian Vibrasi Lingkungan.....	95
Gambar 4. 9 Fungsi Keanggotaan Pengujian Parameter Udara	98
Gambar 4. 10 Fungsi Keanggotaan Pengeboran termasuk SPT	100
Gambar 4. 11 Tampilan Rule Editor pada MATLAB	104
Gambar 4. 12 Hasi Defuzzifikasi Durasi Aktivitas Pada Proyek.....	106
Gambar 4. 13 Visualisasi Durasi Aktivitas Proyek Berbasis TFN.....	109
Gambar 4. 14 Gantt Chart Proyek Berbasis TE Fuzzy	111
Gambar 4. 15 Simulasi TE Fuzzy untuk Garis Vertikal Berada di Sebelah Kiri .119	
Gambar 4. 16 Simulasi TE Fuzzy untuk Garis Vertikal Berada di Tengah.....	120
Gambar 4. 17 Simulasi TE Fuzzy untuk Garis Vertikal Berada di Sebelah Kanan	121
Gambar 4. 18 Bagan Hubungan Durasi Normal, PERT, dan Fuzzy PERT terhadap Resiko Keterlambatan	129

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Studi Terdahulu	6
Tabel 3. 1 Contoh Identifikasi Aktivitas Proyek	58
Tabel 3. 2 Contoh Hasil Rekapitulasi dari Wawancara	59
Tabel 3. 3 Contoh Kategori Linguistik Estimasi Durasi Aktivitas A1	61
Tabel 4. 1 Profil Narasumber	70
Tabel 4. 2 Item Pekerjaan.....	73
Tabel 4. 3 Estimasi Durasi Aktivitas Berdasarkan Hasil Wawancara	78
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan TE PERT	81
Tabel 4. 5 Varians Aktivitas Kritis Metode PERT	84
Tabel 4. 6 Klasifikasi Linguistik dan Penetapan TFN pada Aktivitas Proyek	86
Tabel 4. 7 Hasil Defuzzifikasi berupa nilai TE Fuzzy	107
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Ketidakpastian Durasi Aktivitas Proyek.....	113
Tabel 4. 9 Perbandingan TE Fuzzy dan TE PERT	116
Tabel 4. 10 Probabilitas Penyelesaian Proyek terhadap Variasi Durasi Rencana berbasis PERT	124
Tabel 4. 11 Probabilitas Penyelesaian Proyek terhadap Variasi Durasi Rencana berbasis Fuzzy.....	125
Tabel 4. 12 Perbandingan Durasi Proyek Berdasarkan Time Schedule, PERT dan Fuzzy PERT	128