TUGAS AKHIR

OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PENGGUNAAN TOWER CRANE BERBASIS GENETIKA ALGORITMA PADA PROYEK PEMBANGUNAN GKB V UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

Disusun Oleh:

AKBAR FITRA JAUHARI

2121055

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

MALANG

2025

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR

OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PENGGUNAAN TOWER CRANE BERBASIS GENETIKA ALGORITMA PADA PROYEK PEMBANGUNAN GKB V UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

Disusun Oleh:
AKBAR FITRA JAUHARI
NIM 2121055

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk disajikan
Pada tanggal 12 Agustus 2025

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Lila Ayu Ratna W., ST., MT.	**Ir. Deviany Kartika, MT.**
NIP. P. 1030800419	**NIP. P. 1030100364**

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.
NIP. P. 1030300383

Dipindai dengan CamScanner

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PENGGUNAAN TOWER CRANE BERBASIS GENETIKA ALGORITMA PADA PROYEK PEMBANGUNAN GKB V UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Tugas Akhir Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 12 Agustus 2025 Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1

Disusun Oleh:

AKBAR FITRA JAUHARI

NIM 2121055

Dosen Penguji:

Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2
Ir. Munasih, MT.	**Nenny Roostrianawaty. ST., MT.**
NIP. Y. 1028800187	**NIP.P. 1031700533**

Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1	Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1
Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.	**Nenny Roostrianawaty. ST., MT.**
NIP.P. 1030300383	**NIP.P. 1031700533**

Dipindai dengan CamScanner

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Akbar Fitra Jauhari

NIM : 2121055

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul :

" OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PENGGUNAAN TOWER CRANE BERBASIS GENETIKA ALGORITMA PADA PROYEK PEMBANGUNAN GKB V UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG "

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, didalam naskah TUGAS AKHIR ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademiknya disuatu 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 dalam naskah TUGAS AKHIR ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut serta diproses sesuai dengan peraturan perundang undangan yang berlaku (UU. No.20 tahun 2003, Pasal 25 ayat 2). Demikian surat pernyataan ini saya buat tulus dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Malang, 12 Agustus 2025

Akbar Fitra Jauhari

2121055

Dipindai dengan CamScanner

ABSTRAK

Akbar Fitra Jauhari, Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, Agustus 2025, Optimasi Waktu dan Biaya Penggunaan Tower Crane Berbasis Genetika Algoritma pada Proyek Pembangunan GKB V Universitas Muhammadiyah Malang: (1) Dr. Lila Ayu Ratna Winanda, ST. MT. (2) Ir. Deviany Kartika, MT.

Dalam pembangunan proyek konstruksi gedung bertingkat tinggi, penggunaan alat berat Tower Crane merupakan aspek vital yang memengaruhi efisiensi waktu dan biaya proyek. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan waktu dan biaya operasional penggunaan Tower Crane pada proyek pembangunan Gedung Kuliah Bersama (GKB) V Universitas Muhammadiyah Malang. Metode yang digunakan adalah Genetika Algoritma (GA) yang diimplementasikan menggunakan perangkat lunak *Matrix Laboratory* (MATLAB) untuk menentukan posisi, titik *dropzone*, dan radius area kerja Tower Crane secara optimal. Studi ini difokuskan pada pekerjaan struktur tahap II dengan mempertimbangkan variabel seperti waktu siklus, kapasitas angkut, serta biaya sewa alat, bahan bakar, dan tenaga kerja. Penelitian ini membandingkan kondisi eksisting dengan hasil optimasi, di mana input parameter dilakukan secara sistematis dan dievaluasi menggunakan fungsi objektif berbasis waktu dan biaya. Hasil analisis menunjukkan bahwa optimasi menggunakan Genetika Algoritma mampu memberikan efisiensi signifikan. Dengan pengurangan waktu siklus mencapai 6.40% dibandingkan dengan kondisi eksisting, dari total waktu kerja sebesar 1.058,48 jam menjadi 990,70jam. Serta mengurangi total biaya sebesar 6.40%. Biaya operasional berkurang dari Rp 321.990.513,78 menjadi Rp 301.371.317,01. Studi ini juga membuktikan bahwa pemanfaatan MATLAB sebagai alat bantu mampu menyederhanakan proses perhitungan dan meningkatkan akurasi hasil. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi dunia akademik dan praktisi konstruksi dalam menerapkan metode optimasi berbasis algoritma evolusioner untuk mendukung pengambilan keputusan yang efisien dan efektif dalam proyek pembangunan berskala besar.

Kata Kunci: Tower Crane, Genetika Algoritma, Optimasi Biaya dan Waktu

Dipindai dengan CamScanner

ABSTRACT

Akbar Fitra Jauhari, Civil Engineering Program, Bachelor of Science, Faculty of Civil Engineering and Planning, National Institute of Technology Malang, August 2025, Optimization of Time and Cost in the Use of Tower Crane Based on Genetic Algorithms in the Construction Project of GKB V University of Muhammadiyah Malang: (1) Dr. Lila Ayu Ratna Winanda, ST. MT. (2) Ir. Deviany Kartika, MT.

In the construction of high-rise buildings, the use of heavy equipment such as tower cranes is a critical aspect that significantly impacts project efficiency in terms of time and cost. This study aims to optimise the time and operational costs of using a tower crane in the construction project of the GKB V building at Muhammadiyah University of Malang. The method used is the Genetic Algorithm (GA), implemented using MATLAB software, to determine the optimal position, drop zone, and working radius of the tower crane. The study focuses on the second phase of structural work, considering variables such as cycle time, load capacity, and rental costs for equipment, fuel, and labour. The research compares existing conditions with optimised results, where input parameters are systematically analysed and evaluated using time- and cost-based objective functions. The analysis results show that optimisation using Genetic Algorithms can provide significant efficiency. The cycle time was reduced by 6.40% compared to the existing conditions, from a total working time of 1.058,48 hours to 990,70 hours. It also reduced the total cost by 6.40%. Operational costs decreased from Rp 321.990.513,78 to Rp 301.371.317,01. This study also demonstrates that the use of MATLAB as a tool can simplify the calculation process and improve the accuracy of results. This research is expected to serve as a reference for the academic world and construction practitioners in applying evolutionary algorithm-based optimisation methods to support efficient and effective decision-making in large-scale construction projects.

Keywords: *Tower Crane, Genetic Algorithm, Cost and Time Optimization*

Dipindai dengan CamScanner

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **"OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PENGGUNAAN TOWER CRANE BERBASIS GENETIKA ALGORITMA PADA PROYEK PEMBANGUNAN GKB V UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG"** tepat pada waktunya dan dapat diselesaikan dengan baik sebagai pemenuhan persyaratan dalam pengajuan Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam proses penyelesaian tugas akhir ini, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. **Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.** selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
2. **Dr. Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT.** selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir.
3. **Ir. Deviany Kartika, MT.** selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir.
4. **Dr. Ir. Vega Aditama, ST., MT., IPM.** selaku Kepala Studio Skripsi Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan mendukung saya baik secara moral maupun materil.
6. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis menyadari bahwasannya masih terdapat kekurangan maupun kesalahan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran serta kritik yang membangun demi menyempurnakan tugas akhir ini. Dengan demikian tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai studi literatur dan referensi selanjutnya khususnya pada bidang teknik sipil.

Malang, 12 Agustus 2025

Penyusun

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN i
LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN iv
ABSTRAK vi
ABSTRACT vii
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR TABEL xv
DAFTAR LAMPIRAN xvi
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar belakang 1
1.2. Identifikasi Masalah 4
1.3. Rumusan Masalah 4
1.4. Tujuan 5
1.5. Batasan Masalah 5
1.6. Manfaat Penulisan/Penyusunan 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 Penelitian Terdahulu 7
2.2 Optimasi 15
2.2.1 Komponen Optimasi 15
2.2.2 Komponen Pemodelan 16
2.3 Tower Crane 17
2.3.1 Komponen Tower Crane 18
2.3.2 Jenis-jenis Tower Crane 21
2.3.3 Kriteria Pemilihan Tower Crane 22
2.3.4 Kapasitas Tower Crane 23
2.3.5 Faktor yang mempengaruhi posisi Tower Crane 23
2.3.6 Pergerakan Tower Crane 24
2.3.7 Waktu Siklus 30

Dipindai dengan CamScanner

2.3.9 Menentukan Kapasitas Angkatan 32
2.3.10 Faktor Efisiensi Alat 33
2.4 Genetika Algoritma 34
2.4.1 Pembangkitan Populasi Awal 34
2.4.2 Pengkodean (*Encoding*) 37
2.4.3 Evaluasi Nilai Fitness 37
2.4.4 Seleksi Induk 38
2.4.5 *Crossover* (Penyilangan) 38
2.4.5 Mutasi 39
2.4.6 Elitisme 40
2.4.7 Pembangkitan Populasi Baru 40
2.5 Pemodelan 41
2.5.1 Sistem Koordinat Kartesius 41
2.5.2 Titik Tengah Geometri 42
2.6 MATLAB 43
BAB III METODE PENELITIAN 45
3.1 *Deskripsi Daerah Studi* 45
3.2 Gambaran Umum Proyek 45
3.3 Lokasi Proyek 45
3.4 Data Penelitian 46
3.5 Asumsi Dalam Penelitian Yang Digunakan 47
3.6 Variabel-Variabel Penelitian Yang Digunakan 48
3.6.1 Variabel Keputusan (*Decision Variables*) 48
3.6.2 Variabel Batasan (*Constraints*) 49
3.6.3 Variabel Fungsi Objektif (*Objective Function*) 50
3.7 Metode Analisis Data 51
3.8 Diagram Alir 56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 57
4.1 Tinjauan Umum 57
4.1.1 Input Data Eksisting 57
4.1.2 Zonasi Area Penelitian Eksisting 63
4.2 Langkah-langkah Analisa 64

Dipindai dengan CamScanner

4.2.1 Menganalisa Titik Koordinat Tengah 64
4.2.2 Kuantitas Material 67
4.2.3 Siklus Material 67
4.3 Analisa dan Model pada penempatan Tower Crane Eksisting 69
4.3.1 Eksisting Radius Area Kerja Tower Crane 65 meter 69
4.4 Analisa dan Model Numerik Posisi Tower Crane Eksisting 69
4.5 Hasil Waktu Eksisting *Hoisting*, *Slewing*, dan *Trolleying* 73
4.6 Analisis Waktu Siklus Kerja alat berat Tower Crane (TT) 73
4.7 Analisis Biaya 74
4.7.1 Biaya Bahan Bakar Tower Crane 74
4.7.2 Analisis Biaya Sewa Tower Crane 75
4.7.3 Analisis Biaya Tenaga Kerja Operator dan Spotter 75
4.8 Analisa dan Model Genetika Algoritma Tower Crane Rencana 76
4.8.1 *Input Initial* Parameter Genetika Algoritma 76
4.8.2 *Input* Parameter Tower Crane 76
4.8.3 Pembuatan Fungsi (*function*) Inisiasi Kode Biner 78
4.8.4 Iterasi 78
4.8.5 Pengkodean (*Fungsi get_coordinates*) 78
4.8.6 Evaluasi Nilai *fitness* 79
4.8.7 Elitisme 81
4.8.8 Seleksi Induk 82
4.8.9 *Crossover* (Penyilangan) dan Mutasi 82
4.9 Hasil (Output) Matrix Laboratory (MATLAB) 84
4.10 Nilai Fitness Rata-Rata 85
4.11 Konvergensi Nilai Fitness 85
4.12 Analisa Total Waktu Kerja alat berat Tower Crane (TT) 86
4.13 Analisis Rencana Biaya 86
4.13.1 Analisa Biaya Bahan Bakar 86
4.13.2 Analisa Biaya Sewa Tower Crane 87
4.13.3 Analisa Biaya Pekerja *Operator* dan *Spotter* 87
4.13.4 Validasi Model & Pembahasan 88
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 90

Dipindai dengan CamScanner

5.1 Kesimpulan 90
5.2 Saran 90
LAMPIRAN 95

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bagian-bagian dalam Tower Crane 20
Gambar 2. 2 Rail-Mounted Tower 21
Gambar 2. 3 Hammerhead Tower 21
Gambar 2. 4 Climbing Tower Crane 22
Gambar 2. 5 Hoisting 25
Gambar 2. 6 Slewing 26
Gambar 2. 7 Pergerakan jib dan hook 29
Gambar 2. 8 Trolleying 30
Gambar 2. 9 Feasible Task 33
Gambar 2. 10 Overlap Feasible Area 33
Gambar 2. 11 Faktor Efisiensi Alat (Fa) 34
Gambar 2. 12 Alel dan Lokus 35
Gambar 2. 13 Gen 35
Gambar 2. 14 Kromosom 36
Gambar 2. 15 Pengkodean Biner 37
Gambar 2. 16 Pengambilan sampel universal stokastik 39
Gambar 2. 17 Mutasi dengan individu mutasi 40
Gambar 2. 18 Penentuan koordinat titik tengah pada bidang datar 41
Gambar 2. 19 Penentuan koordinat pada sumbu xyz 41
Gambar 2. 20 Titik tengah pada persegi Panjang 43
Gambar 2. 21 Menu awal aplikasi MATLAB 2023 44
Gambar 3. 1 Lokasi Proyek 46
Gambar 3. 2 Site Layout Proyek Pembangunan GKB V Universitas Muhammadiyah Malang 46
Gambar 3. 3 Komposisi gen dan kromosom 53
Gambar 3. 4 Diagram Alir Mekanisme Pembahasan Genetika Algoritma 56
Gambar 4. 1 Batasan Area Direksi Keet, Barak Pekerja, dan Area Luar Proyek 58
Gambar 4. 2 Lokasi Demand Point 59
Gambar 4. 3 Lokasi Supply Point 60
Gambar 4. 4 Denah Penempatan Lokasi Tower Crane 61

Dipindai dengan CamScanner

Gambar 4. 5 Tower Crane 6520/10 E nomor seri 1012TC1700650 63
Gambar 4. 6 Visualisasi Penempatan Tower Crane dan Area yang dituju..... 64
Gambar 4. 7 Centroid pada Demand 1 Lantai 5 65
Gambar 4. 8 Feasible Area pada Tower Crane Eksisting dengan radius 65m 69
Gambar 4. 9 Pseudo-code Input Initial Parameter..... 76
Gambar 4. 10 Pseudo-code Input Parameter Tower Crane 77
Gambar 4. 11 *Pseudo-code* Parameter koordinat dan Centroid Koordinat Titik *Demand* per lantai 77
Gambar 4. 12 Pseudo-code function Inisiasi Kode Biner 78
Gambar 4. 13 Pengkodean get_coordinates 79
Gambar 4. 14 Fungsi Fitness_Value 79
Gambar 4. 15 Analisa Waktu Hoisting..... 80
Gambar 4. 16 Analisa Waktu *Slewing*..... 80
Gambar 4. 17 Analisa Waktu Trolleying 81
Gambar 4. 18 *Pseudo-code Elitisme*..... 81
Gambar 4. 19 Pseudo-code Seleksi Induk dan Roulette Wheel 82
Gambar 4. 20 Pseudo-code crossover (penyilangan) 83
Gambar 4. 21 *Pseudo-code* Mutasi..... 83
Gambar 4. 22 *Pseudo-code* Mutasi *Parents* 84
Gambar 4. 23 Grafik Nilai Fitness..... 84
Gambar 4. 24 Grafik Nilai Fitness Rata-rata..... 85
Gambar 4. 25 Grafik Konvergensi Utama..... 85

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Parameter Populasi Awal 52
Tabel 3. 2 Parameter Elitisme 53
Tabel 3. 3 Parameter penyilangan (crossover) 54
Tabel 3. 4 Parameter Mutasi..... 54
Tabel 4. 1 Elevasi lantai proyek GKB V Universitas Muhammadiyah Malang .. 61
Tabel 4. 2 Spesifikasi Teknis Tower Crane Zoomlion 6520..... 62
Tabel 4. 3 Contoh Titik Demand dan Supply Eksisting Lantai 5..... 63
Tabel 4. 4 Hasil pemetaan area Supply dan Tower Crane 66
Tabel 4. 5 Jumlah titik Demand point (D) untuk setiap lantai 66
Tabel 4. 6 Kuantitas Material 67
Tabel 4. 7 Siklus pengiriman material besi tulangan, beton segar, dan bekisting 68
Tabel 4. 8 Hasil Eksisting Waktu Pergerakan 73
Tabel 4. 9 Detail Analisa Waktu Kerja Total Tower Crane Eksisting 74
Tabel 4. 10 Analisa Upah pekerja Operator dan Spotter Tower Crane Eksisting 75
Tabel 4. 11 Detail Analisis Total waktu kerja Tower Crane 86
Tabel 4. 12 Analisa Upah pekerja Operator dan Spotter Tower Crane Eksisting 88
Tabel 4. 13 Perbandingan Koordinat yang dihasilkan..... 88
Tabel 4. 14 Selisih antara waktu pada kondisi eksisting dan Hasil Optimasi 89
Tabel 4. 15 Selisih antara biaya pada kondisi eksisting dan Hasil Optimasi 89

Dipindai dengan CamScanner

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Spesifikasi Tower Crane

LAMPIRAN 2 Denah Kolom, Balok dan Plat Lt. 5-Lt. 11 atap

LAMPIRAN 3 Gambar 3D Site Layout

LAMPIRAN 4 Denah Eksisting

LAMPIRAN 5 Feasible Area Eksisting

LAMPIRAN 6 Perhitungan Eksisting TC

LAMPIRAN 7 Perhitungan Rencana TC

LAMPIRAN 8 Genetika Algoritma Koding

LAMPIRAN 9 Hasil Output Genetika Algoritma

LAMPIRAN 10 Gambar Rencana

LAMPIRAN 11 Feasible Area Rencana

Dipindai dengan CamScanner