



Ref : 154/UMA/JITE/X/2024

Medan, 12 October 2024

Subject : Letter of Acceptance

To :

Mr./Mrs. **Ryanda Fadillah Harahap**

Assalamu'alaikum Wr. Wb

We would like to express our sincere gratitude for your participation in submitting an article to the Journal of Informatics and Telecommunication Engineering (JITE). We hereby inform you that the article listed below:

---

**Paper : Penerapan Algoritma Genetika Pada Sistem Perencanaan Proyek  
Konstruksi Di CV. Haza Mulia Engineering**

---

**Author : Ryanda Fadillah Harahap & Rizki Muliono**

---

Based on the review results, we are pleased to inform you that your submitted article has been ACCEPTED for publication in JITE Journal - **Special Issues 2024: Innovations in Predictive Analytics and Sentiment Analysis - Applications in Education, Healthcare, and Social Media**, ISSN: 2549-6247 (Print) ISSN: 2549-6255 (Online).

We would like to thank you for your attention and cooperation.

Wassalamu'alaikum, Wr.Wb.

Best Regards,



**Muhathir, ST., M.Kom**  
Chief Editor



# JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jite> DOI: 10.31289/jite.vvix.xxx

Received: dd-mm-yyyy

Accepted: dd-mm-yyyy

Published: dd-mm-yyyy

## THE APPLICATION OF GENETIC ALGORITHM IN CONSTRUCTION PROJECT PLANNING SYSTEM AT CV. HAZA MULIA ENGINEERING

Ryanda Fadillah Harahap 1)

1) Teknik Informatika, Universitas Medan Area, Indonesia

Email: Simdigryanda@gmail.com

### Abstrak

Penjadwalan proyek merupakan aspek krusial dalam manajemen proyek konstruksi yang bertujuan untuk memastikan bahwa semua tugas dilakukan dalam urutan yang optimal guna memaksimalkan efisiensi dan mengurangi waktu penyelesaian. Penelitian ini memiliki tiga tujuan utama: (1) membangun sistem perencanaan proyek konstruksi berbasis web di CV. Haza Mulia Engineering, (2) menerapkan algoritma genetika pada sistem perencanaan proyek konstruksi di CV. Haza Mulia Engineering, dan (3) menganalisis kinerja algoritma genetika dalam menghasilkan jadwal proyek yang optimal. Penelitian ini dimotivasi oleh kebutuhan untuk menyelesaikan tugas akhir atau skripsi dan menggunakan algoritma genetika sebagai metode utama. Proses penelitian dimulai dengan identifikasi tugas-tugas dan ketergantungan dalam proyek konstruksi. Populasi awal yang terdiri dari penjadwalan acak dihasilkan dan dievaluasi menggunakan algoritma genetika. Proses seleksi, crossover, dan mutasi dilakukan untuk menghasilkan populasi baru yang lebih baik secara bertahap. Fitness dari setiap individu dihitung berdasarkan jumlah ketergantungan kegiatan yang tidak bersambungan, dan algoritma berhenti ketika jadwal terbaik yang saling berkesinambungan ditemukan. Hasil utama penelitian ini adalah aplikasi berbasis web yang dibangun menggunakan PHP. Aplikasi ini mampu menghasilkan penjadwalan proyek yang lebih efisien dibandingkan metode konvensional. Jadwal yang dihasilkan oleh algoritma genetika menunjukkan pengurangan waktu penyelesaian proyek secara signifikan dengan meminimalisir ketergantungan yang tidak terpenuhi. Kesimpulan dari penelitian ini menegaskan bahwa penerapan algoritma genetika dalam penjadwalan perencanaan proyek berbasis web dapat menghindari bentrok antar kegiatan dan membuat jadwal menjadi lebih terstruktur.

Kata Kunci: Penjadwalan Proyek, Algoritma Genetika, Manajemen Proyek Konstruksi, Efisiensi, Ketergantungan Tugas, Aplikasi Berbasis Web

### Abstract

Project scheduling is a crucial aspect in construction project management that aims to ensure that all tasks are carried out in an optimal sequence to maximize efficiency and reduce completion time. This study has three main objectives: (1) to build a web-based construction project planning system at CV. Haza Mulia Engineering, (2) to apply genetic algorithms to the construction project planning system at CV. Haza Mulia Engineering, and (3) to analyze the performance of genetic algorithms in generating optimal project schedules. This study was motivated by the need to complete a final assignment or thesis and used genetic algorithms as the main method. The research process begins with the identification of tasks and dependencies in a construction project. An initial population consisting of random schedules is generated and evaluated using a genetic algorithm. The selection, crossover, and mutation processes are carried out to gradually produce a new, better population. The fitness of each individual is calculated based on the number of unconnected activity dependencies, and the algorithm stops when the best mutually continuous schedule is found. The main result of this study is a web-based application built using PHP. This application is able to produce more efficient project scheduling compared to conventional methods. The schedule generated by genetic algorithm shows significant reduction in project completion time by minimizing unmet dependencies. The conclusion of this study confirms that the application of genetic algorithm in web-based project planning scheduling can avoid conflicts between activities and make the schedule more structured.

Keywords: Project Scheduling, Genetic Algorithm, Construction Project Management, Efficiency, Task Dependencies, Web-Based Applications

Keywords: recommendation system, content-based filtering, collaborative filtering, PT. Angkasa Tour & Travel

## I. PENDAHULUAN

Industri konstruksi adalah salah satu pilar penting dalam perkembangan infrastruktur dan pertumbuhan ekonomi suatu negara. Di tengah pertumbuhan ini, perusahaan konstruksi bertanggung jawab untuk merencanakan, mengelola dan mengeksekusi proyek-proyek konstruksi dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Salah satu tahap kunci dalam pengelolaan proyek konstruksi adalah perencanaan yang baik. Perencanaan yang baik dan efektif memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan alokasi sumber daya, mengendalikan waktu dan meminimalkan biaya, yang semuanya merupakan faktor penentu dalam kesuksesan proyek.

Dalam rangka memenuhi tantangan yang semakin kompleks dalam industri konstruksi, diperlukan pendekatan inovatif untuk meningkatkan proses perencanaan proyek. Perencanaan proyek konstruksi melibatkan penjadwalan aktivitas, alokasi sumber daya, pengelolaan risiko dan pemantauan kemajuan proyek. Pada saat yang sama, batasan waktu yang ketat, keterbatasan sumber daya dan lingkungan kerja yang berubah-ubah menjadikan perencanaan proyek semakin menantang.

Pada konteks ini, penggunaan teknologi komputasi dan algoritma optimasi dapat memberikan kontribusi besar dalam memperbaiki perencanaan proyek konstruksi. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah penerapan Algoritma Genetika. Algoritma Genetika yang terinspirasi oleh proses evolusi alam, menawarkan pendekatan yang kuat untuk mencari solusi penjadwalan yang optimal. Mereka dapat mempertimbangkan berbagai faktor seperti urutan aktivitas, ketergantungan waktu, sumber daya yang terbatas dan tujuan penjadwalan proyek.

Algoritma genetika adalah algoritma optimasi yang menggunakan analogi proses evolusi alam. Algoritma genetika bekerja dengan cara membangkitkan solusi-solusi awal secara acak. Solusi-solusi ini kemudian dievaluasi berdasarkan nilai *fitness*-nya. Solusi-solusi dengan nilai *fitness* yang lebih baik memiliki peluang yang lebih besar untuk dipertahankan dan diwariskan kepada generasi selanjutnya.

CV. Haza Mulia Engineering adalah salah satu konsultan dan kontraktor konstruksi yang bergerak di bidang bangunan gedung. Perusahaan ini didirikan pada tahun 2012 dan berkantor pusat di Jl. Sepakat Komplek Taman Ubud Blok C1, Desa/Kelurahan Binjai, Kec. Medan Denai, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara 20228. Perusahaan ini telah mengerjakan berbagai proyek konstruksi, mulai dari proyek kecil hingga proyek besar. Proyek-proyek tersebut meliputi gedung perkantoran, gedung apartemen, gedung universitas, gedung sekolah dan gedung dinas pemerintahan.

Saat ini, CV. Haza Mulia Engineering masih menggunakan metode penjadwalan manual untuk merencanakan proyeknya. Hal ini memiliki beberapa kekurangan, antara lain: proses penjadwalan yang memakan waktu dan tenaga, kesulitan untuk mempertimbangkan berbagai faktor yang mempengaruhi penjadwalan, kesulitan untuk menentukan solusi yang optimal, meminimalkan biaya dan waktu pengerjaan proyek dan mengalami kesulitan dalam memprediksi waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang dapat membantu perusahaan konstruksi dalam merencanakan proyek dengan lebih efektif.

Berdasarkan masalah yang telah dijelaskan, penulis mengusulkan penelitian skripsi yang berjudul **"Penerapan Algoritma Genetika Pada Sistem Perencanaan Proyek Konstruksi Di CV. Haza Mulia Engineering"**.

## II. METODE PENELITIAN

### 2.1 WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Penelitian ini berlangsung dengan waktu kurang lebih 3 bulan, mulai dari November 2023 hingga Januari 2024. Dalam kurun waktu tersebut melibatkan kegiatan perencanaan, pengumpulan data,

pengembangan dan pengujian. Tempat penelitian ini dilakukan di lingkungan perusahaan CV. Haza Mulia Engineering, yang bertujuan untuk secara langsung mengumpulkan data tentang data proyek konstruksi, data uraian kegiatan proyek, data sumber daya, data waktu dan data biaya. Tempat penelitian tersebut beralamat di Jl. Sepakat Komplek Taman Ubud Blok C1, Desa/Kelurahan Binjai, Kec. Medan Medai, Kota Medan, Provinsi Sumatera Utara 20228.

**Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian**

No.	Keterangan	November 2023				Desember 2023				Januari 2024			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Perencanaan												
2	Pengumpulan Data												
3	Perancangan												
4	Pengujian												
5	Analisis Hasil												

## 2.2 ANALISIS SISTEM BERJALAN

Proses perencanaan proyek konstruksi yang dilakukan di CV. Haza Mulia Engineering masih menggunakan sistem manual, yaitu untuk merencanakan uraian kegiatan, sumber daya, waktu dan biaya yang dibutuhkan masih diprediksi tanpa menggunakan algoritma khusus dan data perencanaan masih dibuat dalam bentuk tulisan tangan kertas ataupun dokumen berformat spreadsheets. Hal ini tentu memiliki banyak kelemahan seperti hasil perencanaan yang tidak efisien dan optimal, pemrosesan data dan penyimpanan data yang tidak terpusat dan tidak tersimpan dengan rapi serta tidak mudah diakses.

## 2.3 ANALISIS SISTEM YANG DIUSULKAN

Sistem terbaru yang diusulkan untuk CV. Haza Mulia Engineering berbasis website dan sudah menggunakan algoritma khusus yaitu algoritma genetika yang dapat memberikan hasil optimal untuk perencanaan proyek konstruksi dengan mempertimbangkan waktu dan biaya yang dibutuhkan serta sistem tersebut dapat dengan mudah diakses di manapun dan dengan perangkat apapun serta seluruh data yang disimpan menjadi terpusat.

## 2.4 ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

Alat dan bahan penelitian yang digunakan dalam skripsi ini mencakup berbagai komponen dan sumber daya yang dibutuhkan yang mencakup perangkat lunak dan perangkat keras untuk penerapan algoritma genetika pada sistem perencanaan proyek konstruksi di CV. Haza Mulia Engineering.

## Perangkat Keras

Perangkat keras (*hardware*) yang dibutuhkan sebagai pendukung selama penelitian ini berlangsung yaitu sebagai berikut:

1. Laptop Gear Book
2. Processor Intel® Core™ i5-3320M @ 2.60GHz
3. RAM DDR3 8GB
4. Storage SSD SATA 256GB

## Perangkat Lunak

Adapun perangkat lunak (*software*) yang dibutuhkan sebagai pendukung selama penelitian ini berlangsung yaitu sebagai berikut:

1. Sistem Operasi Microsoft® Windows 10 Home 64-bit
2. XAMPP
3. Visual Studio Code
4. Google Chrome

## 2.5 TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Teknik pengumpulan data adalah instrumen dalam proses mengumpulkan keterangan atau bahan yang dapat dijadikan dasar penelitian. Pada penelitian ini teknik pengumpulan data yang digunakan ialah metode kuantitatif. Metode kuantitatif adalah metode yang mengandalkan pengukuran objektif terhadap sampel data yang diperoleh melalui kuesioner, atau instrumen penelitian lainnya.

Ada tiga cara yang dilakukan untuk mengumpulkan data pada penelitian ini, yaitu:

1. Studi Literatur

studi literatur yaitu mencakup proses membaca, mencatat dan mengolah materi penelitian dan kemudian mencari referensi yang relevan dengan menggunakan tinjauan pustaka.

2. Observasi

Observasi yaitu melakukan penelitian dengan cara interaksi langsung kepada objek penelitian untuk memahami masalah yang terjadi di lingkungan tersebut. Dalam penelitian ini observasi dilakukan di lingkungan perusahaan CV. Haza Mulia Engineering.

3. Wawancara

Wawancara yaitu mengajukan pertanyaan-pertanyaan langsung kepada narasumber terkait untuk mendapatkan informasi dan data yang dibutuhkan. Dalam penelitian ini wawancara dilakukan dengan para pemangku jabatan, staf kantor, staf lapangan, dan para stakeholder yang ada di perusahaan CV. Haza Mulia Engineering.

## 2.6 TAHAPAN PENELITIAN

Tahapan penelitian yaitu serangkaian langkah yang dilakukan dalam sebuah penelitian untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan. Tahapan yang akan dilaksanakan yaitu:

1. Perencanaan

Proses perencanaan berperan penting dalam memberikan arah dan kerangka untuk pembuatan sistem. Proses ini membentuk kerangka kerja agar sesuai dengan keinginan dan kebutuhan yang diperlukan.

2. Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk penelitian ini, termasuk data proyek, data sumber daya, data waktu dan data biaya. Data tersebut diperoleh dari CV. Haza Mulia Engineering.

3. Perancangan Sistem

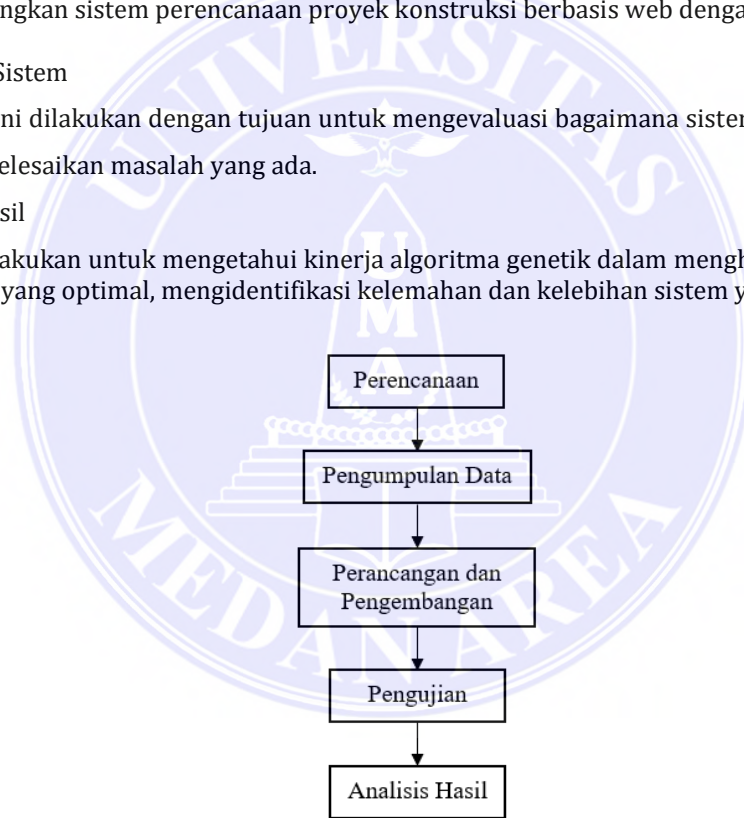
Setelah perencanaan sistem telah ditentukan dan pengumpulan data telah dilakukan, selanjutnya dilakukan proses perancangan sistem. Perancangan dilakukan untuk membuat dan mengembangkan sistem perencanaan proyek konstruksi berbasis web dengan algoritma genetika.

4. Pengujian Sistem

Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi bagaimana sistem mampu memproses data, menyelesaikan masalah yang ada.

5. Analisis Hasil

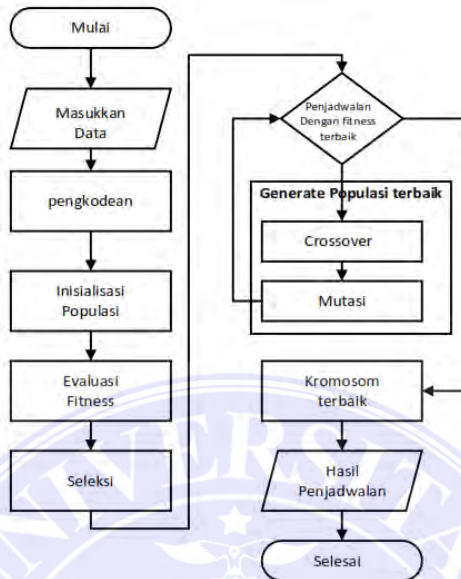
Analisis dilakukan untuk mengetahui kinerja algoritma genetik dalam menghasilkan jadwal proyek konstruksi yang optimal, mengidentifikasi kelemahan dan kelebihan sistem yang telah dibuat.



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian

## 2.7 ALUR SISTEM

Alur sistem yang akan dirancang untuk melakukan proses penyelesaian masalah pada penelitian ini dapat dilihat pada *flowchart* berikut ini.



Gambar 3.2 Flowchart Sistem

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil dari implementasi algoritma genetika pada sistem perencanaan proyek konstruksi di CV. Haza Mulia Engineering. Sistem yang telah dikembangkan bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam proses perencanaan proyek, terutama dalam hal penjadwalan proyek menggunakan algoritma genetika.

#### 3.1.1 Data yang Digunakan

Pada penelitian ini, proses penjadwalan di ujicoba terhadap data proyek pembangunan rumah tinggal. Pada bagian ini, kita akan membahas penerapan algoritma genetika untuk penjadwalan proyek dengan menggunakan tiga kegiatan sebagai sampel: Kegiatan 1 (Persiapan Lahan), Kegiatan 2 (Pembangunan Fondasi), dan Kegiatan 3 (Struktur Bangunan Utama). Tujuan dari penerapan algoritma genetika ini adalah untuk mendapatkan jadwal yang saling berkesinambungan dengan meminimalisir ketergantungan yang tidak bersambungan.

#### 3.1.2 Hasil Analisis Data

Berikut adalah tahapan proses algoritma genetika pada penjadwalan :

1. Inisialisasi Populasi: Membuat populasi awal secara acak.
2. Evaluasi Fitness: Menghitung nilai fitness dari setiap individu dalam populasi.
3. Seleksi: Memilih individu terbaik untuk dikawinkan.
4. Crossover: Menggabungkan dua individu untuk menghasilkan individu baru.
5. Mutasi: Mengubah sebagian kecil dari individu untuk menghasilkan variasi.
6. Evaluasi populasi baru: Menggantikan individu lama dengan individu baru.

7. Pengulangan: Mengulangi proses hingga mendapatkan jadwal yang saling berkesinambungan atau mencapai iterasi maksimal.

### 1. Inisialisasi populasi awal

Peneliti akan menginisialisasi populasi awal dengan beberapa jadwal yang diacak. Sebagai contoh perhitungan manual diambil sample kegiatan sebagai berikut:

1. Persiapan Lahan :
  - Pembersihan lahan
  - Pengukuran lahan
  - Pemasangan pagar pengaman
2. Pembangunan Fondasi:
  - Penggalan fondasi
  - Pemasangan bekisting
  - pengecoran beton
  - Pemasangan tulangan
3. Struktur Bangunan Utama:
  - Pemasangan kolom dan balok
  - Pemasangan dinding
  - pengecoran plat lantai

Berikut adalah populasi awal yang diacak:

Individu 1: [2.1, 1.3, 1.1, 2.4, 3.1, 1.2, 3.3, 2.3, 3.2, 2.2]

Individu 2: [1.1, 2.1, 3.1, 2.2, 1.2, 1.3, 2.3, 3.2, 3.3, 2.4]

Individu 3: [3.1, 1.1, 1.3, 2.1, 2.3, 1.2, 3.3, 2.2, 3.2, 2.4]

### 2. Evaluasi fitness

Fitness pada algoritma genetika untuk penjadwalan proyek didapatkan berdasarkan seberapa baik jadwal memenuhi ketergantungan antar kegiatan. Secara khusus, fitness dihitung berdasarkan jumlah ketergantungan yang tidak terpenuhi dalam suatu jadwal. Semakin sedikit ketergantungan yang tidak terpenuhi, semakin tinggi nilai fitness.

Berikut adalah rumus perhitungan fitness yang digunakan dalam konteks ini:

$$\text{Fitness} = \sum_{j=1}^K \text{Fulfilled}(S_{ij})$$

di mana:

$$\text{Fulfilled}(S_{ij}) = \begin{cases} 1 & \text{jika ada ketergantungan untuk } S_{ij} \text{ yang tidak terpenuhi} \\ 0 & \text{jika ada ketergantungan untuk } S_{ij} \text{ yang terpenuhi} \end{cases}$$



Proses Perhitungan:

a. Identifikasi Ketergantungan:

Untuk setiap kegiatan *Sij*, identifikasi kegiatan-kegiatan yang harus selesai sebelum kegiatan tersebut dapat dimulai.

b. Evaluasi Ketergantungan:

Periksa apakah semua ketergantungan untuk kegiatan *Sij* terpenuhi dalam urutan kegiatan individu ke-*i*.

c. Hitung Fitness:

Fitness dihitung dengan menjumlahkan nilai terpenuhinya ketergantungan dari setiap kegiatan dalam individu tersebut.

Ketergantungan Antar Kegiatan:

Persiapan Lahan (1)

- 1.1: Pembersihan lahan
- 1.2: Pengukuran lahan
- 1.3: Pemasangan pagar pengaman

Pembangunan Fondasi (2)

- 2.1: Penggalian fondasi (tergantung pada 1.1, 1.2)
- 2.2: Pemasangan bekisting (tergantung pada 2.1)
- 2.3: pengecoran beton (tergantung pada 2.2)
- 2.4: Pemasangan tulangan (tergantung pada 2.3)

Struktur Bangunan Utama (3)

- 3.1: Pemasangan kolom dan balok (tergantung pada 2.4)
- 3.2: Pemasangan dinding (tergantung pada 3.1)
- 3.3: pengecoran plat lantai (tergantung pada 3.2)

Evaluasi Fitness:

Individu 1: [2.1, 1.3, 1.1, 2.4, 3.1, 1.2, 3.3, 2.3, 3.2, 2.2]

2.1 (Penggalian fondasi): Ketergantungan pada 1.1, 1.2 → Tidak terpenuhi

2.4 (Pemasangan tulangan): Ketergantungan pada 2.3 → Tidak terpenuhi

3.1 (Pemasangan kolom dan balok): Ketergantungan pada 2.4 → Tidak terpenuhi

3.3 (Pengecoran plat lantai): Ketergantungan pada 3.2 → Tidak terpenuhi

2.3 (Pengecoran beton): Ketergantungan pada 2.2 → Tidak terpenuhi

3.2 (Pemasangan dinding): Ketergantungan pada 3.1 → Tidak terpenuhi

2.2 (Pemasangan bekisting): Ketergantungan pada 2.1 → Tidak terpenuhi

Jumlah ketergantungan yang terpenuhi: 0

Fitness = 0

Individu 2: [1.1, 2.1, 3.1, 2.2, 1.2, 1.3, 2.3, 3.2, 3.3, 2.4]

2.1 (Penggalian fondasi): Ketergantungan pada 1.1, 1.2 → Terpenuhi

3.1 (Pemasangan kolom dan balok): Ketergantungan pada 2.4 → Tidak terpenuhi

2.2 (Pemasangan bekisting): Ketergantungan pada 2.1 → Terpenuhi

2.3 (Pengecoran beton): Ketergantungan pada 2.2 → Terpenuhi

3.2 (Pemasangan dinding): Ketergantungan pada 3.1 → Terpenuhi

3.3 (Pengecoran plat lantai): Ketergantungan pada 3.2 → Terpenuhi

2.4 (Pemasangan tulangan): Ketergantungan pada 2.3 → Tidak terpenuhi

Jumlah ketergantungan yang terpenuhi: 5

Fitness=5

Individu 3: [3.1, 1.1, 1.3, 2.1, 2.3, 1.2, 3.3, 2.2, 3.2, 2.4]

3.1 (Pemasangan kolom dan balok): Ketergantungan pada 2.4 → Tidak terpenuhi

2.1 (Penggalian fondasi): Ketergantungan pada 1.1, 1.2 → Tidak terpenuhi

2.3 (Pengecoran beton): Ketergantungan pada 2.2 → Tidak terpenuhi

3.3 (Pengecoran plat lantai): Ketergantungan pada 3.2 → Tidak terpenuhi

2.2 (Pemasangan bekisting): Ketergantungan pada 2.1 → Tidak terpenuhi

3.2 (Pemasangan dinding): Ketergantungan pada 3.1 → Tidak terpenuhi

2.4 (Pemasangan tulangan): Ketergantungan pada 2.3 → Tidak terpenuhi

Jumlah ketergantungan yang terpenuhi: 0

Fitness=0

### 3. Seleksi

Seleksi dalam algoritma genetika adalah proses memilih individu-individu terbaik dari populasi untuk menghasilkan keturunan (offspring) untuk generasi berikutnya. Tujuan dari seleksi adalah memastikan bahwa karakteristik yang baik dari individu-individu terbaik dapat diwariskan kepada keturunan mereka, meningkatkan kualitas populasi secara keseluruhan.

Salah satu metode seleksi yang umum digunakan adalah Roulette Wheel Selection, yang juga dikenal sebagai seleksi probabilistik atau seleksi proporsional. Dalam metode ini, probabilitas setiap individu untuk dipilih sebanding dengan fitness-nya.

Langkah-langkah Seleksi dengan Roulette Wheel:

Hitung Fitness Total:

$$\text{Total Fitness} = \text{Fitness}(\text{Individu 1}) + \text{Fitness}(\text{Individu 2}) + \text{Fitness}(\text{Individu 3})$$

$$\text{Total Fitness} = 0 + 5 + 0 = 5$$

Hitung Probabilitas Seleksi:

$$\text{Probabilitas Seleksi (Individu 1)} = \text{Fitness}(\text{Individu 1}) / \text{Total Fitness} = 0 / 5 = 0$$

$$\text{Probabilitas Seleksi (Individu 2)} = \text{Fitness}(\text{Individu 2}) / \text{Total Fitness} = 5 / 5 = 1$$

$$\text{Probabilitas Seleksi (Individu 3)} = \text{Fitness}(\text{Individu 3}) / \text{Total Fitness} = 0 / 5 = 0$$

*Roulette Wheel:*

Bayangkan sebuah roda roulette di mana setiap individu mendapat bagian dari roda yang sesuai dengan probabilitas seleksinya. Dalam contoh ini, seluruh roda akan ditempati oleh Individu 2 karena memiliki probabilitas seleksi 1, sementara Individu 1 dan 3 tidak memiliki bagian karena fitness mereka 0.

Pemilihan Individu:

Putar roda untuk memilih individu. Dalam kasus ini, setiap kali roda diputar, pasti akan memilih Individu 2 karena memiliki probabilitas seleksi tertinggi.

Proses Seleksi yang Diterapkan:

Individu Terpilih: Berdasarkan probabilitas seleksi, hanya Individu 2 yang akan terpilih setiap kali seleksi dilakukan dalam contoh ini. Karena hanya ada satu individu dengan fitness yang lebih besar dari 0, proses seleksi dalam contoh ini akan selalu memilih Individu 2.

Namun, dalam populasi yang lebih besar dan lebih beragam, metode ini memungkinkan individu dengan fitness lebih tinggi untuk lebih sering dipilih, tetapi tetap memberikan kesempatan kepada individu dengan fitness lebih rendah untuk dipilih.

### 4. Crossover

*Crossover* adalah proses kombinasi dua individu (*parent*) untuk menghasilkan satu atau lebih individu baru (*offspring*) dengan menggabungkan bagian-bagian dari kedua *parent*. Tujuan dari *crossover* adalah untuk menghasilkan individu baru yang mungkin memiliki karakteristik lebih baik daripada kedua *parent* dengan mencampurkan gen-gen mereka.

Disini peneliti menggunakan metode *one-point crossover*, Dalam metode *one-point crossover*, satu titik *crossover* dipilih secara acak pada urutan gen, dan bagian dari kedua parent ditukar di sekitar titik tersebut untuk membentuk dua *offspring*.

Langkah-langkah Crossover dengan One-Point Crossover:

Pilih Dua Parent:

Berdasarkan hasil seleksi, Individu 2 adalah satu-satunya yang terpilih dalam contoh ini. Untuk ilustrasi crossover, kita akan menggunakan dua salinan dari Individu 2 sebagai parent.

Parent 1: [1.1, 2.1, 3.1, 2.2, 1.2, 1.3, 2.3, 3.2, 3.3, 2.4]

Parent 2: [1.1, 2.1, 3.1, 2.2, 1.2, 1.3, 2.3, 3.2, 3.3, 2.4]

Pilih Titik Crossover:

Misalkan kita memilih titik crossover setelah gen ke-5 (secara acak).

Crossover Point: Setelah gen ke-5

Bentuk Offspring:

Offspring 1: Mengambil gen dari Parent 1 hingga titik crossover, lalu mengambil gen dari Parent 2 setelah titik crossover.

Offspring 2: Mengambil gen dari Parent 2 hingga titik crossover, lalu mengambil gen dari Parent 1 setelah titik crossover.

Offspring 1: [1.1, 2.1, 3.1, 2.2, 1.2 | 1.3, 2.3, 3.2, 3.3, 2.4]

Offspring 2: [1.1, 2.1, 3.1, 2.2, 1.2 | 1.3, 2.3, 3.2, 3.3, 2.4]

Namun, dalam contoh ini, kedua offspring akan sama karena parent yang digunakan identik.

Untuk hasil yang lebih baik, peneliti akan mengasumsikan adanya individu berbeda dalam populasi yang terpilih:

Parent yang Dipilih (Individu Terpilih):

Parent 1:

Urutan Kegiatan: [1.1, 2.1, 3.1, 2.2, 1.2, 1.3, 2.3, 3.2, 3.3, 2.4]

Fitness: 5

Parent 2 (hipotetis dengan urutan berbeda):

Urutan Kegiatan: [1.2, 1.1, 2.3, 3.1, 2.4, 2.1, 3.2, 2.2, 3.3, 1.3]

Fitness: 3

Langkah Crossover:

Pilih Titik Crossover: Misalkan kita memilih titik crossover setelah gen ke-5.

Bentuk Offspring:

Offspring 1: Mengambil gen dari Parent 1 hingga titik crossover, lalu mengambil gen dari Parent 2 setelah titik crossover.

Offspring 2: Mengambil gen dari Parent 2 hingga titik crossover, lalu mengambil gen dari Parent 1 setelah titik crossover.

Offspring 1: [1.1, 2.1, 3.1, 2.2, 1.2 | 2.1, 3.2, 2.2, 3.3, 1.3]

Karena terdapat gen ganda dan beberapa yang hilang, perbaiki offspring dengan menghilangkan duplikasi dan menambahkan gen yang hilang.

Perbaikan: [1.1, 2.1, 3.1, 2.2, 1.2, 2.3, 3.2, 3.3, 2.4, 1.3]

Offspring 2: [1.2, 1.1, 2.3, 3.1, 2.4 | 1.3, 2.3, 3.2, 3.3, 2.4]

Perbaikan: [1.2, 1.1, 2.3, 3.1, 2.4, 2.1, 3.2, 3.3, 2.2, 1.3]

Proses Crossover yang Diterapkan:

Parent 1:

[1.1, 2.1, 3.1, 2.2, 1.2, 1.3, 2.3, 3.2, 3.3, 2.4]

Parent 2:

[1.2, 1.1, 2.3, 3.1, 2.4, 2.1, 3.2, 2.2, 3.3, 1.3]

Titik Crossover: Setelah gen ke-5

Offspring yang Dihasilkan:

Offspring 1 (setelah perbaikan): [1.1, 2.1, 3.1, 2.2, 1.2, 2.3, 3.2, 3.3, 2.4, 1.3]

Offspring 2 (setelah perbaikan): [1.2, 1.1, 2.3, 3.1, 2.4, 2.1, 3.2, 3.3, 2.2, 1.3]

Dengan proses ini, kita telah menghasilkan dua offspring baru yang mungkin memiliki karakteristik lebih baik daripada parent mereka. Offspring ini kemudian akan dievaluasi untuk fitness mereka, dan proses seleksi, crossover, dan mutasi akan diulang hingga solusi optimal ditemukan.

## 5. Mutasi

Mutasi adalah proses di mana satu atau lebih gen dalam individu diubah secara acak untuk memperkenalkan variasi baru ke dalam populasi. Tujuannya adalah untuk menghindari konvergensi prematur pada solusi lokal dan meningkatkan keberagaman genetik dalam populasi.

Langkah-langkah Proses Mutasi:

1. Tentukan Probabilitas Mutasi: Probabilitas mutasi (mutation rate) menentukan seberapa sering gen akan bermutasi. Biasanya, ini adalah nilai yang kecil, misalnya 0.01 atau 1%.
2. Pilih Gen untuk Dimutasi: Berdasarkan probabilitas mutasi, pilih satu atau lebih gen dalam individu untuk dimutasi.
3. Lakukan Mutasi: Tukar posisi gen yang dipilih dengan gen lain dalam individu tersebut.

## Contoh Proses Mutasi

Offspring yang Dihasilkan dari Crossover:

Offspring 1:

[1.1, 2.1, 3.1, 2.2, 1.2, 2.3, 3.2, 3.3, 2.4, 1.3]

Offspring 2:

[1.2, 1.1, 2.3, 3.1, 2.4, 2.1, 3.2, 3.3, 2.2, 1.3]

Mutasi pada Offspring 1

Probabilitas Mutasi: Misalkan probabilitas mutasi adalah 0.1 (10%).

Pilih Gen untuk Dimutasi: Misalkan gen ke-3 dan ke-7 dipilih secara acak untuk dimutasi.

Lakukan Mutasi: Tukar posisi gen ke-3 dengan gen ke-7.

Sebelum Mutasi: [1.1, 2.1, 3.1, 2.2, 1.2, 2.3, 3.2, 3.3, 2.4, 1.3]

Setelah Mutasi: [1.1, 2.1, 3.2, 2.2, 1.2, 2.3, 3.1, 3.3, 2.4, 1.3]

Mutasi pada Offspring 2

Probabilitas Mutasi: Misalkan probabilitas mutasi adalah 0.1 (10%).

Pilih Gen untuk Dimutasi: Misalkan gen ke-5 dan ke-9 dipilih secara acak untuk dimutasi.

Lakukan Mutasi: Tukar posisi gen ke-5 dengan gen ke-9.

Sebelum Mutasi: [1.2, 1.1, 2.3, 3.1, 2.4, 2.1, 3.2, 3.3, 2.2, 1.3]

Setelah Mutasi: [1.2, 1.1, 2.3, 3.1, 2.2, 2.1, 3.2, 3.3, 2.4, 1.3]

Ringkasan Hasil Mutasi

Offspring 1 Setelah Mutasi:

[1.1, 2.1, 3.2, 2.2, 1.2, 2.3, 3.1, 3.3, 2.4, 1.3]

Offspring 2 Setelah Mutasi:

[1.2, 1.1, 2.3, 3.1, 2.2, 2.1, 3.2, 3.3, 2.4, 1.3]

## 6. Evaluasi Populasi Baru

Setelah melakukan seleksi, crossover, dan mutasi, langkah selanjutnya adalah mengevaluasi populasi baru yang dihasilkan. Evaluasi ini melibatkan penghitungan fitness untuk setiap individu dalam populasi baru. Tujuan dari evaluasi ini adalah untuk menentukan kualitas solusi yang dihasilkan dan memastikan bahwa populasi terus mengalami perbaikan dari generasi ke generasi.

Populasi Baru Hasil Crossover dan Mutasi

Offspring 1:

Urutan Kegiatan: [1.1, 2.1, 3.2, 2.2, 1.2, 2.3, 3.1, 3.3, 2.4, 1.3]

Fitness: 7

Offspring 2:

Urutan Kegiatan: [1.2, 1.1, 2.3, 3.1, 2.2, 2.1, 3.2, 3.3, 2.4, 1.3]

Fitness: 6

Offspring 1:

- 1.1 (Pembersihan lahan): Tidak ada ketergantungan → Terpenuhi
- 2.1 (Penggalian fondasi): Ketergantungan pada 1.1 → Terpenuhi
- 3.2 (Pemasangan dinding): Ketergantungan pada 3.1 → Tidak terpenuhi
- 2.2 (Pemasangan bekisting): Ketergantungan pada 2.1 → Terpenuhi
- 1.2 (Pengukuran lahan): Tidak ada ketergantungan → Terpenuhi
- 2.3 (Pengecoran beton): Ketergantungan pada 2.2 → Terpenuhi
- 3.1 (Pemasangan kolom dan balok): Ketergantungan pada 2.4 → Tidak terpenuhi
- 3.3 (Pengecoran plat lantai): Ketergantungan pada 3.2 → Terpenuhi
- 2.4 (Pemasangan tulangan): Ketergantungan pada 2.3 → Terpenuhi
- 1.3 (Pemasangan pagar pengaman): Tidak ada ketergantungan → Terpenuhi

Jumlah ketergantungan yang terpenuhi: 7

Fitness = 7

Offspring 2:

- 1.2 (Pengukuran lahan): Tidak ada ketergantungan → Terpenuhi
- 1.1 (Pembersihan lahan): Tidak ada ketergantungan → Terpenuhi
- 2.3 (Pengecoran beton): Ketergantungan pada 2.2 → Tidak terpenuhi
- 3.1 (Pemasangan kolom dan balok): Ketergantungan pada 2.4 → Tidak terpenuhi
- 2.2 (Pemasangan bekisting): Ketergantungan pada 2.1 → Terpenuhi
- 2.1 (Penggalian fondasi): Ketergantungan pada 1.1 → Terpenuhi
- 3.2 (Pemasangan dinding): Ketergantungan pada 3.1 → Tidak terpenuhi

3.3 (Pengecoran plat lantai): Ketergantungan pada 3.2 → Terpenuhi

2.4 (Pemasangan tulangan): Ketergantungan pada 2.3 → Terpenuhi

1.3 (Pemasangan pagar pengaman): Tidak ada ketergantungan → Terpenuhi

Jumlah ketergantungan yang terpenuhi: 6

Fitness=6

Proses Evaluasi Keseluruhan

Populasi Awal:

Individu 1: Fitness = 0

Individu 2: Fitness = 5

Individu 3: Fitness = 0

Populasi Baru:

Offspring 1: Fitness = 7

Offspring 2: Fitness = 6

Populasi baru menunjukkan peningkatan fitness dibandingkan dengan populasi awal. Offspring 1 dan Offspring 2 memiliki fitness yang lebih tinggi (7 dan 6) dibandingkan dengan individu-individu di populasi awal. Mutasi dan crossover telah memperkenalkan variasi baru dalam populasi, yang meningkatkan peluang untuk menemukan solusi yang lebih baik di generasi berikutnya.

Populasi baru akan mengalami proses seleksi, di mana individu dengan fitness tertinggi akan diprioritaskan untuk menghasilkan generasi berikutnya.

Offspring 1 [1.1, 2.1, 3.2, 2.2, 1.2, 2.3, 3.1, 3.3, 2.4, 1.3] 7

Offspring 2 [1.2, 1.1, 2.3, 3.1, 2.2, 2.1, 3.2, 3.3, 2.4, 1.3] 6

Offspring 1 dan 2 nantinya akan menggantikan populasi awal yang memiliki nilai fitness yang rendah. Setelah mendapatkan populasi yang baru maka kita telah menyelesaikan satu iterasi dalam algoritma genetika atau disebut dengan satu generasi. Proses ini dilakukan berulang-ulang sampai generasi dipenuhi

Dari proses iterasi yang sudah dilakukan sebanyak 1 kali generasi, didapatkan hasil dengan nilai fitness terbaik ada di Offspring 1.

### 3.2 DESAIN INTERFACE

Pada bab ini, akan menampilkan hasil dari perancangan website algoritma genetika pada penjadwalan proyek. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi keefektifan algoritma genetika dalam menghasilkan jadwal proyek yang efisien dan optimal.



### 3.2.1 Form Tampilan Input Kegiatan

Halaman awal website penjadwal ini adalah memasukkan berbagai tahapan kegiatan yang akan dilakukan dalam proyek pembangunan. Seperti tahapan perencanaan, pembersihan lahan dan tahapan yang lainnya. Seperti dapat ditampilkan pada gambar 4.1.

Masukkan Kegiatan	
perencanaan	5
pembersihan lahan	7
pembangunan pondasi	10
pembangunan struktur utama	21
pasangan atap	3
pegecatan	3
pasangan listrik dan air	5
finishing	2

Tambah Kegiatan    Lanjut ke Dependensi

Kembali ke Awal

Gambar 4.1 Form input kegiatan

### 3.2.2 Form Tampilan Input Dependensi

Setelah seluruh tahapan kegiatan sudah di inputkan, lalu user akan mengklik button lanjut ke dependensi. Di halaman dependensi ini user akan memilih dari kegiatan mana saja yang memiliki ketergantungan oleh kegiatan lainnya untuk selesai lebih dahulu lalu kegiatan tersebut dapat dikerjakan. Tampilan form input dependensi dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut.

Masukkan Dependensi

**perencanaan**

- pembersihan lahan
- pembangunan pondasi
- pembangunan struktur utama
- pemasangan atap
- pengecatan
- pemasangan listrik dan air
- finishing

**pembersihan lahan**

- perencanaan
- pembangunan pondasi
- pembangunan struktur utama
- pemasangan atap
- pengecatan
- pemasangan listrik dan air
- finishing

Gambar 4.2 Form Input Dependensi

### 3.2.3 Tampilan Jadwal Awal Acak

Setelah dependensi selesai di inputkan, maka user akan di arahkan untuk mengklik button generate, lalu website akan bekerja melakukan generate dengan menggunakan algoritma genetika untuk mencari jadwal terbaik. Namun sebelum menampilkan jadwal terbaik, website akan menampilkan jadwal awal yang digenerate secara acak urutannya. Seperti pada gambar 4.3 dibawah ini.

Jadwal Awal		
Jadwal 0		
Pekerjaan	Durasi (hari)	Volume Pekerjaan
finishing	2	-
pembersihan lahan	7	-
pasang listrik dan air	5	-
pembangunan struktur utama	21	-
perencanaan	5	-
pengcetakan	3	-
pasang atap	3	-
pembangunan pondasi	10	-
Jadwal 1		
Pekerjaan	Durasi (hari)	Volume Pekerjaan
pasang atap	3	-
pembangunan struktur utama	21	-
perencanaan	5	-

Gambar 4.3 Acak Jadwal Awal

### 3.2.4 Tampilan Jadwal Terbaik

Setelah melewati proses generasi dengan algoritma genetika, dan didapatkan jadwal terbaik yang sudah sesuai dengan aturan dependensi, maka jadwal terbaik akan ditampilkan pada website. Dapat dilihat pada gambar 4.4 untuk hasil jadwal terbaik yang sudah melewati proses algoritma genetika.

Jadwal terbaik ditemukan di generasi ke-13860

Jadwal Terbaik		
Pekerjaan	Durasi (hari)	Volume Pekerjaan
perencanaan	5	-
pembersihan lahan	7	-
pembangunan pondasi	10	-
pembangunan struktur utama	21	-
pasang atap	3	-
pasang listrik dan air	5	-
pengcetakan	3	-
finishing	2	-

Buat Jadwal Baru

Gambar 4.4 Hasil Jadwal Terbaik

## IV. KESIMPULAN DAN SARAN

### SIMPULAN

Dari pembahasan pada bab 4, metode yang digunakan dan hasil keseluruhan, penulis dapat mengambil kesimpulan pada pembahasan dan menjawab identifikasi masalah yang sebelumnya telah dijelaskan pada penelitian ini. Berikut ini adalah kesimpulan yang didapatkan dari penjadwalan perencanaan proyek menggunakan algoritma genetika berbasis web ialah dapat menghindari bentrok antar kegiatan dan membuat jadwal menjadi terstruktur.

Sistem penjadwalan proyek menggunakan algoritma genetika ini telah berhasil dibangun dan diimplementasikan untuk mencari solusi jadwal yang optimal yaitu memenuhi batasan/persyaratan dalam penjadwalan proyek, meliputi beberapa kegiatan tidak bisa dimulai sebelum kegiatan yang lain selesai.

### SARAN

Adapun saran-saran yang diajukan oleh penulis untuk pengembangan penelitian selanjutnya yaitu:

1. Dapat dikembangkan sistem penjadwalan proyek yang dapat menangani berbagai kendala, seperti keterbatasan sumber daya manusia dan biaya.
2. Diharapkan sistem penjadwalan proyek hendaknya dapat memberikan lebih banyak pilihan metode seleksi dan metode pindah silang (crossover).

### DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, H., & Junianto, M. B. S. (2022). Penerapan Algoritma Genetika untuk Penjadwalan Mata Pelajaran. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(1), 329. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i1.3418>
- Astuty, E. Y., & Ferinza, F. D. (2021). Rancang Bangun Sistem Perencanaan Biaya Proyek Menggunakan Metode Activity Based Costing Pada PT Bintang Serasi. *Jurnal Sains & Teknologi*, 11(1), 49–63. <https://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/view/10678/950520>
- Aswiputri, M. (2022). Literature Review Determinasi Sistem Informasi Manajemen: Database, Cctv Dan Brainware. *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, 3(3), 312–322. <https://doi.org/10.31933/jemsi.v3i3.821>
- Dr. Wahyudi, S.T., M. T. (2022). Pemrograman Web: HTML dan CSS. *CV. Eureka Media Aksara*.
- Fajriani, F., Jatmika, A. H., & Ulum, L. M. (2020). Sistem Informasi Pengelolaan Arsip Surat Di Kantor Bpkad Provinsi Nusa Tenggara Barat Berbasis Web Dengan Php Mysql. *Jurnal Begawe Teknologi Informasi (JBegaTI)*, 1(1), 120–130. <https://doi.org/10.29303/jbegati.v1i1.158>
- Fardinal, F., Ali, H., & US, K. A. (2022). Mutu Pendidikan Islam: Jenis Kesisteman, Konstruksi Kesisteman, Dan Berfikir Kesisteman. *Jemsi; Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, 3(4), 370–382. <https://doi.org/10.31933/jemsi.v3i4>
- Firdaus, A., Widodo, S., Sutrisman, A., Fadhilah Nasution, S. G., & Mardiana, R. (2019). Rancang Bangun Sistem Informasi Perpustakaan Menggunakan WEB Sevice Pada Jurusan Teknik Komputer Polstri. *Jurnal Informatika*, 5(2), 81–87.

Hasri Awal. (2019). Perancangan Prototype Smart Home Dengan Konsep Internet of Thing (IoT) Berbasis

Web Server. *Majalah Ilmiah UPI YPTK*, 26, 65–79. <https://doi.org/10.35134/jmi.v26i2.53>

Insani, F., & Ramadhan, A. R. (2019). Optimasi Biaya Bahan Dan Jasa Pembangunan Rumah Menggunakan Algoritma Genetika. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi Dan Industri*, 0(0), 222–229. <http://103.193.19.206/index.php/SNTIKI/article/view/8013>

Istiqomah, H. (2022). Sistem manajemen pendapatan hasil koperasi KPRI Betik Gawi menggunakan basis data MySQL. *Jurnal Ilmu Data*, 2(4), 1–12. <http://ilmudata.org/index.php/ilmudata/article/view/110%0Ahttp://ilmudata.org/index.php/ilmudata/article/download/110/108>

Latada, H. (2022). Analisis Penyelesaian Sengketa Jasa Konstruksi pada Proyek Pembangunan Pasar Rakyat Pontolo Kabupaten Gorontalo. *Journal Flyover (Jfo)*, 2(1), 18.

Lutfan Anas Zahir. (2021). Algoritma Harmony Search Untuk Menyelesaikan Masalah Penjadwalan Konstruksi Rehabilitasi Puskesmas Besuki. *Jurnal Daktilitas*, 1(1), 17–29. <https://doi.org/10.36563/daktilitas.v1i1.398>

Mubarak, A. (2019). Rancang Bangun Aplikasi Web Sekolah Menggunakan Uml (Unified Modeling Language) Dan Bahasa Pemrograman Php (Php Hypertext Preprocessor) Berorientasi Objek. *JIKO (Jurnal Informatika Dan Komputer)*, 2(1), 19–25. <https://doi.org/10.33387/jiko.v2i1.1052>

Mufti Prasetyo, S., Ivan Prayogi Nugroho, M., Lima Putri, R., & Fauzi, O. (2022). Pembahasan Mengenai Front-End Web Developer dalam Ruang Lingkup Web Development. *Jurnal Multidisiplin Ilmu*, 1(6), 1015–1020. <https://journal.mediapublikasi.id/index.php/bullet>

Muhsinina, S., & Sahid. (2023). Penentuan Jalur Kritis Pada Penjadwalan Proyek Konstruksi Menggunakan Fuzzy Trapezoidal Critical Path Method. *Jurnal Kajian Dan Terapan Matematika*, 8(November), 114–128.

Oktarina, D., & Hajjah, A. (2019). Perancangan Sistem Penjadwalan Seminar Proposal dan Sidang Skripsi dengan Metode Algoritma Genetika. *JOISIE (Journal Of Information Systems And Informatics Engineering)*, 3(1), 32. <https://doi.org/10.35145/joisie.v3i1.421>

Pane, S. F., Maulana Awangga, R., Rahmadani, E. V., & Permana, S. (2019). Implementasi Algoritma Genetika Untuk Optimalisasi Pelayanan Kependudukan. *Jurnal Tekno Insentif*, 13(2), 36–43. <https://doi.org/10.36787/jti.v13i2.130>

Putra, A. S. (2021). Sistem Manajemen Pelayanan Pelanggan Menggunakan PHP Dan MySQL ( Studi Kasus pada Toko Surya ). *Tekinfo: Jurnal Bidang Teknik Industri Dan Teknik Informatika*, 22(1), 100–116. <https://doi.org/10.37817/tekinfo.v22i1.1190>

Rachmat, N., & Sugiarto, T. F. (2020). Penambahan Dan Pengurangan Tenaga Kerja. *Dimensi Pratama Teknik Sipil*, 9(2), 151–158. <https://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-sipil/article/view/10678/950520>

Riyan Dirgantara, M., Syahputri, S., & Hasibuan, A. (2023). Pengenalan Database Management System (DBMS). *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 300(6), 300–306. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8123019>

Rizki, M. A. K., & Ferico, A. (2021). Rancang Bangun Aplikasi E-Cuti Pegawai Berbasis Website (Studi Kasus: Pengadilan Tata Usaha Negara). *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi*, 2(3), 1–13. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/sisteminformasi/article/view/887>

Rochman, A., Hanafri, M. I., & Wandira, A. (2020). Implementasi Website Profil SMK Kartini Sebagai Media Promosi dan Informasi Berbasis Open Source. *Academic Journal of Computer Science Research*, 2(1), 46–51. <https://doi.org/10.38101/ajcsr.v2i1.272>

Sari, I. P., Jannah, A., Meuraxa, A. M., Syahfitri, A., & Omar, R. (2022). Perancangan Sistem Informasi Penginputan Database Mahasiswa Berbasis Web. *Hello World Jurnal Ilmu Komputer*, 1(2), 106–110. <https://doi.org/10.56211/helloworld.v1i2.57>

Sofiyana, A., Sularno, S., & Yuliana, F. (2019). Sistem Informasi Inventaris Barang Menggunakan Bahasa Pemrograman Php Pada Sman 1 Dumai. *I N F O R M A T I K A*, 11(1), 52. <https://doi.org/10.36723/juri.v11i1.155>

Yusuf, R. (2022). Mengetahui Penyebab Profesional Manajer Proyek Dalam Kegiatan Proyek Konstruksi. *Tolis Ilmiah: Jurnal Penelitian*, 4(1), 43–50. <https://doi.org/10.56630/jti.v4i1.211>

