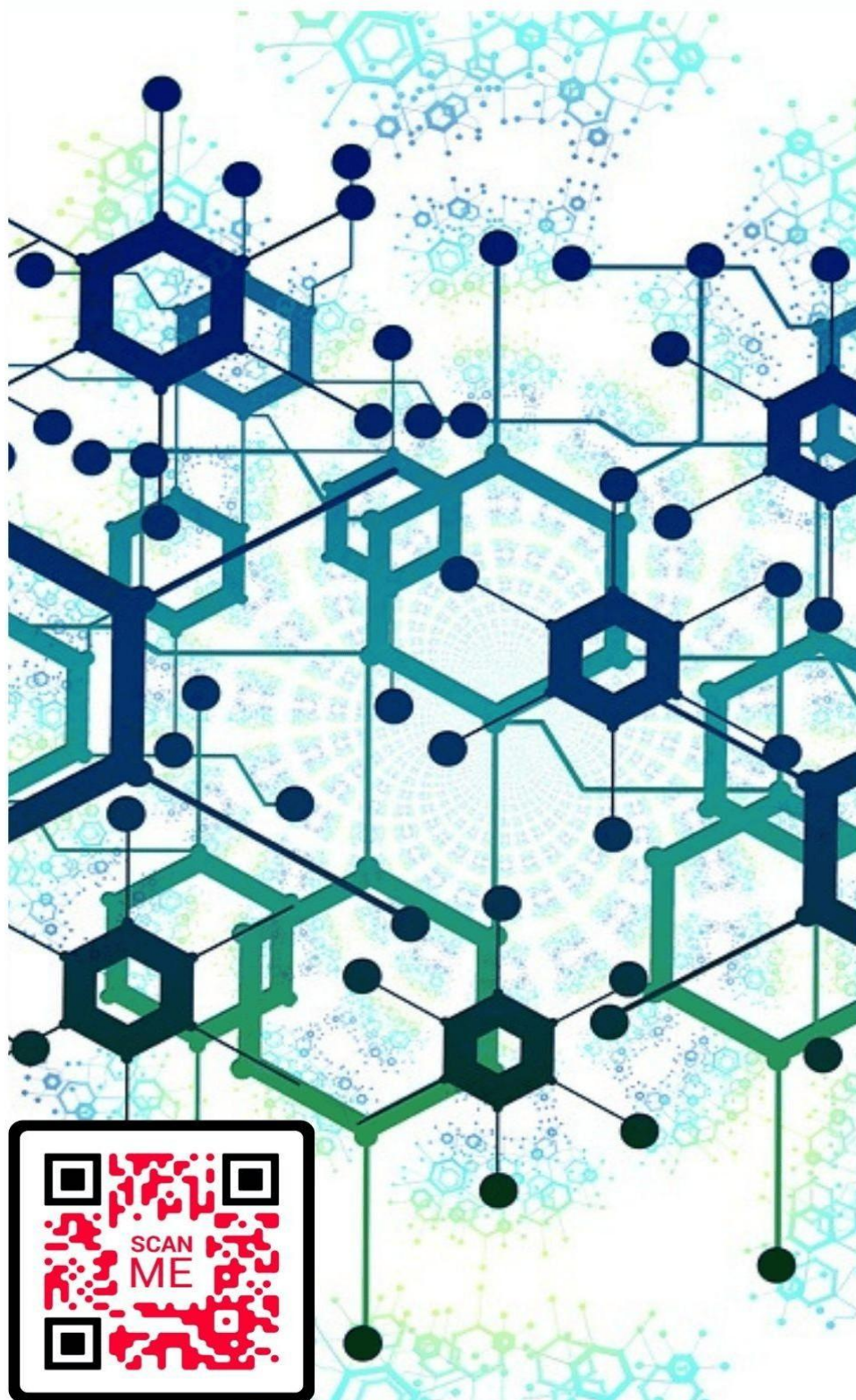


ISSN (ONLINE) 2598-9936



INDONESIAN JOURNAL OF INNOVATION STUDIES
PUBLISHED BY
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO

Table Of Contents

Journal Cover	1
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact.....	5
Cite this article.....	5
Title page	6
Article Title.....	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	7

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licences/by/4.0/legalcode>

Indonesian Journal of Innovation Studies

Vol. 27 No. 1 (2026): January

DOI: 10.21070/ijins.v27i1.1863

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

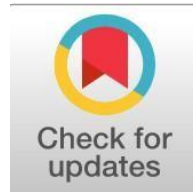
Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

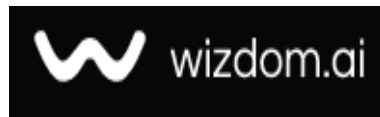
How to submit to this journal ([link](#))

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Genetic Algorithm-Based Web Scheduler Enhances Fairness in Duty Allocation

Aplikasi Penjadwalan Berbasis Algoritma Genetika untuk Meningkatkan Keadilan Distribusi Piket

Rahellea Joiby Onibala, 22210026@unima.ac.id, (1)

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Negeri Manado, Indonesia

Sondy Campvid Kumajas, sondykumajas@unima.ac.id, 0

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Negeri Manado, Indonesia

Efraim Ronald Stefanus Moningkey, fmoningkey@unima.ac.id, 0

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Negeri Manado, Indonesia

⁽¹⁾ Corresponding author

Abstract

This study aims to design and build a website-based application for scheduling fire and rescue personnel on duty at the Minahasa Regency Fire Department by implementing genetic algorithms. The main problem encountered is the manual scheduling process, which causes imbalances in schedule distribution, delays in information, and difficulties in adjusting when personnel changes occur. The system was developed using the Rapid Application Development (RAD) method through the stages of needs identification, design, implementation, and testing. Genetic algorithms are used as an optimization method to produce a fair, efficient, and conflict free schedule. The system also provides a permit submission mechanism and automatic notifications to support officer communication and coordination. The results of User Acceptance Testing (UAT) showed an average score of 4.5 (very good category), indicating that the system is easy to use and meets operational needs. Thus, this application contributes to improving the efficiency, accuracy, and transparency of the on-duty scheduling process at the Minahasa Regency Fire Department.

Highlights

- Ensures fair and conflict-free duty schedules using genetic algorithm optimization.
- Improves communication and coordination with automated permit and notification features.
- Achieves high usability with 4.5 UAT score, supporting operational readiness.

Keywords

Genetic Algorithm; Scheduling System; Firefighters; Web-Based Application; Optimization

Published date: 2025-12-26

I. Pendahuluan

Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan adalah instansi pemerintah yang memiliki tugas penting dalam menjaga keamanan masyarakat dari bahaya kebakaran dan memberikan bantuan penyelamatan dalam keadaan darurat. Karena sifat pekerjaannya yang menuntut kesiapsiagaan setiap waktu, maka pengaturan jadwal piket petugas menjadi hal yang sangat penting agar pelayanan tetap berjalan maksimal dan tidak ada pos yang kekurangan personel.

Selama ini, proses penjadwalan piket di Dinas Pemadam Kebakaran Kabupaten Minahasa masih dilakukan secara manual dengan menggunakan dokumen atau lembar kerja sederhana. Cara seperti ini sering kali menimbulkan beberapa kendala, seperti jadwal yang tidak merata, adanya petugas yang mendapatkan jadwal terlalu sering, sementara yang lain lebih jarang, sering kesulitan dalam menyesuaikan jadwal ketika ada petugas yang berhalangan hadir karena sakit, izin, atau cuti. Selain itu, penyampaian jadwal juga masih dilakukan secara langsung atau melalui pesan pribadi, sehingga tidak semua petugas bisa mendapatkan informasi tepat waktu. Menurut Abram et al. [1], penjadwalan manual cenderung menghasilkan distribusi kerja yang tidak seimbang dan menyulitkan pengelolaan rotasi kerja secara adil.

Permasalahan serupa juga ditemukan dalam berbagai penelitian. Dalam konteks pendidikan, algoritma genetika telah diterapkan untuk menyusun jadwal mata kuliah secara optimal, menghindari bentrok ruang dan waktu serta konflik dosen [2]. Swari et al. [3] menunjukkan bahwa algoritma genetika memiliki performa lebih baik dibandingkan metode Modified Improved Particle Swarm Optimization dalam menghasilkan jadwal kuliah yang efisien dan minim konflik. Penelitian oleh Rumondor et al. [4] juga membuktikan bahwa algoritma genetika efektif dalam menyusun penjadwalan berbasis web menggunakan teknik Tournament Selection dan Roulette Wheel Selection, yang mampu menghasilkan jadwal pelajaran secara otomatis tanpa konflik ruang, waktu, dan alokasi guru. Hal ini memperkuat bahwa metode yang sama sangat relevan digunakan dalam penjadwalan tugas operasional seperti piket pemadam kebakaran. Studi lain oleh Swari et al. [3] menunjukkan bahwa algoritma genetika memiliki performa lebih baik dibandingkan Modified Improved Particles Swarm Optimization dalam menghasilkan jadwal kuliah yang efisien dan minim konflik.

Di sektor kesehatan, algoritma genetika juga digunakan untuk menyusun jadwal shift perawat secara otomatis dan fleksibel. Penelitian oleh Imanda et al. [5] menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu mengurangi konflik jadwal dan meningkatkan efisiensi kerja di rumah sakit. Sementara itu, dalam proyek rehabilitasi fasilitas kesehatan, algoritma genetika terbukti mampu menghasilkan urutan kegiatan yang efisien dan sesuai dengan batasan waktu proyek [6]. Agar jadwal lebih efektif, sistem juga dilengkapi dengan fitur notifikasi otomatis melalui WhatsApp, yang akan mengirimkan pengingat kepada petugas H-1 sebelum jadwal piket dimulai. Dengan adanya notifikasi ini, diharapkan tidak ada lagi petugas yang lupa jadwalnya atau terlambat datang karena kelalaian. Penerapan sistem berbasis web seperti ini sebelumnya juga terbukti meningkatkan efektivitas keterampilan digital dan efisiensi alur kerja dalam penelitian Ronald et al. [7] yang mengembangkan Learning Management System berbasis aplikasi sebagai sarana pengelolaan informasi secara terstruktur dan mudah diakses. Sistem ini diharapkan memberikan dampak serupa dalam pengelolaan jadwal piket, khususnya dalam kecepatan distribusi informasi, transparansi, serta kemudahan akses bagi seluruh petugas.

Lebih lanjut, algoritma genetika juga digunakan dalam penjadwalan proyek rehabilitasi fasilitas kesehatan, di mana pendekatan ini mampu menghasilkan urutan kegiatan yang efisien dan sesuai dengan batasan waktu proyek. Bahkan dalam pengaturan jadwal penjagaan portal dinas perhubungan, algoritma ini terbukti mampu menyusun jadwal yang adil dan fleksibel sesuai kebutuhan operasional.

Maka dari itu penulis membuat “Aplikasi Penjadwalan Piket Petugas Pemadaman Dan Penyelamatan Dinas Pemadam Kebakaran Kabupaten Minahasa Menggunakan Algoritma Genetika Berbasis Website” Dengan adanya aplikasi ini, proses penjadwalan yang sebelumnya memakan waktu dan rawan kesalahan dapat dilakukan secara otomatis, cepat, dan lebih akurat. Selain itu, komunikasi antarpetugas dan pihak admin menjadi lebih efisien karena semua informasi tersimpan dan dapat diakses melalui satu sistem. Sistem ini diharapkan dapat membantu meningkatkan profesionalisme dan kinerja petugas pemadam kebakaran dalam menjalankan tugasnya di Kabupaten Minahasa.

II. Metode

1. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Lokasi ini dipilih karena proses penjadwalan piket masih dilakukan secara manual, sehingga sering menimbulkan ketidakseimbangan jadwal dan keterlambatan informasi bagi petugas. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai dari bulan Agustus 2025 sampai dengan Desember 2025.

2. Alat dan Bahan

a. Alat

1) Hardware (Perangkat Keras)

a) Laptop Acer Aspire 3

2) Software (Perangkat Lunak)

- a) Visual Studi Code
- b) Xampp
- c) Web Browser

b. Bahan

- 1) Data pegawai, dan jadwal piket sebelumnya.
- 2) Jurnal/artikel yang berkaitan dengan aplikasi penjadwalan piket petugas pemadaman dan penyelamatan pada Dinas Pemadam Kebakaran Kabupaten Minahasa.

3. Teknik Pengumpulan Data

a. Observasi

Pengamatan langsung terhadap proses penjadwalan piket yang sedang berlangsung di Dinas Pemadam Kebakaran Kabupaten Minahasa.

b. Wawancara

Dilakukan dengan pihak kepala dinas dan staf administrasi untuk memperoleh informasi terkait kebutuhan sistem dan permasalahan dalam penjadwalan.

c. Studi Literatur

Peneliti mengumpulkan referensi dari jurnal, buku, dan penelitian terdahulu yang membahas penerapan algoritma genetika dalam penjadwalan serta pengembangan sistem informasi berbasis web. Studi literatur ini menjadi dasar dalam perancangan sistem dan pemilihan metode penelitian.

d. Dokumentasi

Mengumpulkan data pegawai/petugas, dan jadwal piket sebelumnya.

4. Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan Rapid Application Development (RAD), yang menekankan kecepatan pengembangan sistem dengan melibatkan pengguna secara langsung pada setiap tahap. Dalam metode RAD terdapat lima tahap yang terlibat, berikut ini adalah tahapannya



Figure 1. Metode RAD

a. Perencanaan Kebutuhan (Requirement Planning)

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap sistem penjadwalan manual dan identifikasi kebutuhan pengguna. Data diperoleh dari hasil observasi dan wawancara.

b. Perancangan Sistem (Design Workshop)

Meliputi pembuatan rancangan sistem, mulai dari diagram use case, flowchart, struktur database, hingga desain antarmuka.

Algoritma genetika dirancang untuk menghasilkan jadwal piket dengan mempertimbangkan jumlah petugas, rotasi kerja, serta hari libur.

c. Implementasi Sistem (Implementation)

Tahap ini melibatkan proses pembangunan aplikasi menggunakan PHP, MySQL, dan integrasi algoritma genetika. Sistem dibuat berbasis web agar dapat diakses secara real-time oleh admin dan petugas.

d. Pengujian Sistem (Testing)

Pengujian dilakukan menggunakan User Acceptance Testing (UAT) untuk memastikan semua fitur berjalan sesuai kebutuhan, seperti pembuatan jadwal otomatis, pengajuan izin/cuti, dan pengiriman notifikasi piket melalui WhatsApp.

e. Analisis dan Evaluasi Hasil

Tahap ini bertujuan untuk menilai efektivitas algoritma genetika dalam menghasilkan jadwal optimal serta menilai tingkat kepuasan pengguna terhadap system [8].

III. Hasil dan Pembahasan

A. Perencanaan Kebutuhan (Requirements Planning)

- a. Tahap perencanaan kebutuhan merupakan langkah awal dalam metode Rapid Application Development (RAD) yang bertujuan untuk mengidentifikasi masalah yang ada serta menentukan kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Pada tahap ini, peneliti melakukan observasi dan wawancara dengan pihak Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Kabupaten Minahasa untuk memahami proses penjadwalan piket yang berjalan secara manual.

Berdasarkan hasil wawancara dengan bagian administrasi dan kepala dinas, ditemukan beberapa permasalahan utama, yaitu:

- 1) Proses penjadwalan masih manual, menggunakan dokumen dan lembar kerja sederhana, sehingga sering terjadi ketidakseimbangan jadwal antarpetugas.
- 2) Keterlambatan penyampaian informasi, karena jadwal dibagikan secara langsung atau melalui pesan pribadi.
- 3) Sulitnya penyesuaian jadwal, terutama jika ada petugas yang sakit, izin, atau cuti.
- 4) Tidak adanya sistem pengingat otomatis, yang dapat memberi notifikasi sebelum jadwal piket dimulai.

Dari hasil identifikasi masalah tersebut, diperoleh kebutuhan sistem sebagai berikut:

a) Kebutuhan Fungsional

- (1) Sistem dapat mengelola data petugas (tambah, ubah, hapus).
- (2) Sistem dapat membentuk dan mengatur data peleton dan regu kerja.
- (3) Sistem mampu melakukan penjadwalan otomatis menggunakan algoritma genetika.
- (4) Sistem menyediakan fitur izin, cuti, dan sakit yang terintegrasi dengan jadwal.
- (5) Sistem menampilkan rekap jadwal dan rekap kehadiran petugas.
- (6) Sistem mengirimkan notifikasi otomatis melalui WhatsApp API kepada petugas sebelum jadwal piket berlangsung.
- (7) Sistem memiliki fitur pesan darurat untuk komunikasi cepat antarpetugas.

b) Kebutuhan Non-Fungsional

- (1) Aksesibilitas: Sistem berbasis web dan dapat diakses melalui browser dengan koneksi internet.
- (2) Keamanan: Hanya pengguna yang memiliki akun (admin dan petugas) yang dapat mengakses sistem.

- (3) Kemudahan penggunaan: Tampilan antarmuka (user interface) dirancang sederhana dan mudah dipahami oleh pengguna non-teknis.
- (4) Kinerja sistem: Proses penjadwalan dengan algoritma genetika mampu menghasilkan hasil optimal dalam waktu singkat.

Selain itu, peneliti juga mengumpulkan data yang diperlukan untuk proses implementasi sistem, antara lain:

- (a) Data identitas dan jumlah petugas.
- (b) Pembagian peleton dan regu kerja.
- (c) Jadwal piket sebelumnya.
- (d) Data izin, cuti, dan sakit dari periode sebelumnya.
- (e) Data tersebut digunakan sebagai dasar untuk uji coba algoritma genetika dalam menghasilkan jadwal piket yang optimal [9].

B. Design Workshop

Tahap Design Workshop merupakan fase kedua pada metode Rapid Application Development (RAD). Pada tahap ini, rancangan sistem disusun berdasarkan kebutuhan yang telah diidentifikasi pada tahap Requirement Planning.

Perancangan meliputi arsitektur sistem, rancangan basis data, rancangan antarmuka pengguna, serta desain logika algoritma genetika yang digunakan untuk penjadwalan otomatis.

C. Arsitektur Sistem

Aplikasi dibangun menggunakan arsitektur client–server berbasis web.

a. Komponen utama:

- 1) Client (pengguna): Admin dan petugas mengakses sistem melalui browser (Chrome, Edge, atau Firefox). Permintaan dikirim ke server melalui protokol HTTP/HTTPS.
- 2) Server Aplikasi: Menjalankan skrip PHP dan menyimpan logika bisnis aplikasi, termasuk algoritma genetika. Mengelola seluruh proses CRUD data petugas, regu, peleton, dan jadwal. Menyediakan API untuk pengiriman pesan WhatsApp otomatis
- 3) Database server: Menggunakan MySQL/MariaDB untuk menyimpan seluruh data operasional (pegawai, jadwal, izin, rekap). File dump damkar scheduler.sql menjadi basis struktur tanel awal.
- 4) Layanan notifikasi WhatsApp: Tersedia pada berkas admin/send whatsapp.php dan admin/send notivications.php. Menghubungkan system dengan API WhatsApp Gateway untuk mengirimkan pengingat piket dan pesan darurat [10].

D. Diagram Use Case dan Deskripsi Aktor

Sistem memiliki dua aktor utama: Admin dan Petugas. Hubungan interaksi dapat digambarkan sebagai berikut:

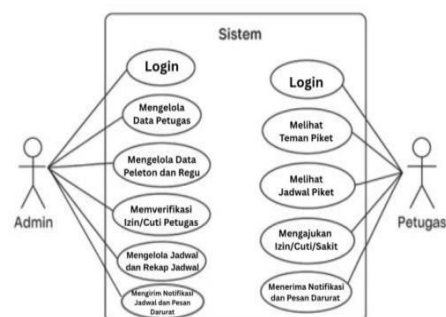


Figure 2. Use Case

Use Case Diagram menggambarkan interaksi antara pengguna (aktor) dengan sistem penjadwalan piket petugas pemadam kebakaran berbasis web. Diagram ini menjelaskan fungsi-fungsi utama yang dapat dilakukan oleh setiap actor dan bagaimana mereka berhubungan dengan system secara keseluruhan. Dalam system ini terdapat dua actor utama yaitu admin dan petugas, yang memiliki peran dan hak akses berbeda sesuai tanggung jawabnya.

Actor admin memiliki peran utama dalam mengelola seluruh data dan proses penjadwalan. Admin dapat melakukan login untuk masuk ke dalam system, mengelolah seluruh data dan proses penjadwalan otomatis menggunakan algoritma genetika untuk menghasilkan jadwal yang optimal dan adil bagi setiap petugas. Selain itu, admin juga dapat melakukan verifikasi izin dan cuti, di mana system akan menyesuaikan jadwal secara otomatis ketika ada petugas yang berhalangan. Admin juga memiliki akses untuk melihat rekap data seperti laporan jadwal, rekap izin, serta mengirim notifikasi dan pesan darurat kepada seluruh petugas melalui integrasi WhatsApp API. Seluruh fungsi ini menjadikan admin sebagai pengelola utama operasional sistem.

Sementara itu, aktor Petugas berperan sebagai pengguna yang menerima dan menjalankan jadwal piket yang telah ditentukan oleh sistem. Petugas dapat melakukan login ke sistem untuk mengakses menu lihat jadwal, sehingga mereka dapat mengetahui jadwal piket masing-masing secara real-time. Apabila terdapat kondisi di mana petugas tidak dapat melaksanakan tugas, mereka dapat menggunakan fitur ajukan izin atau cuti dengan mengunggah bukti pendukung seperti surat sakit atau surat keterangan resmi. Selain itu, petugas juga menerima notifikasi otomatis melalui WhatsApp API yang berisi pengingat jadwal piket dan pesan darurat dari admin. Hal ini memastikan komunikasi berjalan cepat dan efektif di antara seluruh personel.

Hubungan antara actor dan system bersifat interaktif serta saling mendukung. Admin bertanggung jawab memastikan system berjalan dengan baik dan jadwal tersusun secara optimal, sedangkan petugas menjadi penerima informasi dan pelaksana tugas di lapangan. Melalui diagram ini dapat terlihat bahwa sistem dirancang tidak hanya untuk mempermudah pembuatan jadwal, tetapi juga meningkatkan efisiensi komunikasi, akurasi penugasan, serta transparansi informasi antarpetugas dan pihak pengelola dinas pemadam kebakaran.

E. Class Diagram

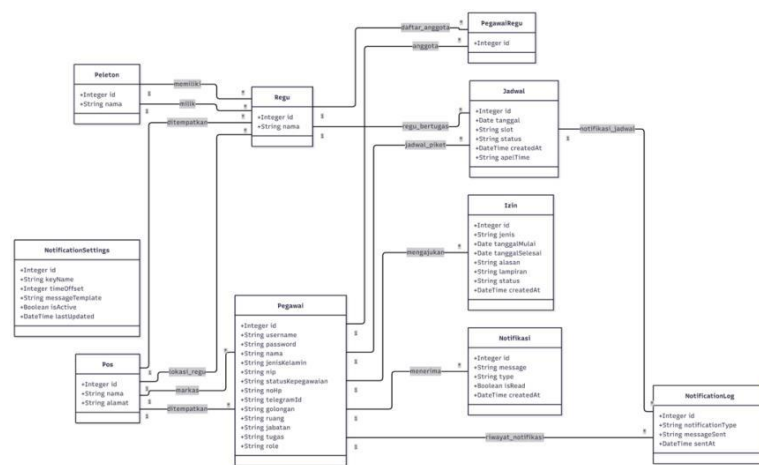


Figure 3. Class Diagram

Class Diagram pada sistem penjadwalan piket petugas pemadam kebakaran ini dirancang untuk memodelkan struktur objek, atribut, dan relasi yang membentuk keseluruhan arsitektur logis aplikasi. Diagram ini terdiri atas beberapa kelas inti, yaitu Peleton, Regu, Pegawai, Pos, Jadwal, Izin, Notifikasi, NotificationLog, NotificationSettings, serta kelas asosiasi PegawaiRegu. Seluruh kelas tersebut berperan dalam mendukung proses operasional penjadwalan piket, pengelolaan keanggotaan regu, pengelolaan izin kerja, serta pengiriman notifikasi otomatis kepada petugas. Kelas peleton dan regu merepresentasikan struktur organisasi internal meadam kebakaran. Satu peleton dapat memiliki lebih dari satu regu, sedangkan satu regu menjadi entitas yang menaungi sejumlah pegawai. Hubungan hierarkis ini memberikan landasan bagi mekanisme pembagian tugas dan penentuan regu yang dijadwalkan bertugas pada hari tertentu.

Kelas pegawai memuat data personal dan administrative yang berkaitan dengan petugas, antara lain identitas, jabatan, nomor kontak, serta kredensial akun. Pegawai dapat ditempatkan pada satu Pos, yaitu lokasi operasional pemadam kebakaran. Relasi many-to-many antara Pegawai dan Regu direpresentasikan melalui kelas PegawaiRegu, yang memungkinkan seorang pegawai menjadi anggota lebih dari satu regu apabila diperlukan oleh struktur organisasi [11].

Proses penjadwalan direpresentasikan oleh kelas Jadwal, yang memuat atribut seperti tanggal piket, slot tugas, regu yang bertugas, serta waktu apel. Jadwal menjadi pusat koordinasi system, karena seluruh notifikasi dan pemeriksaan izin merujuk pada data jadwal yang berlaku.

Kelas izin digunakan untuk memodelkan pengajuan izin oleh pegawai, baik izin sakit, cuti, maupun izin lainnya. Setiap objek izin menyimpan informasi mengenai jenis izin, rentang tanggal, alasan, lampiran bukti, serta status persetujuan yang ditentukan oleh admin. Hubungan pegawai izin bersifat one-to-many, karena setiap pegawai dapat mengajukan lebih dari satu izin dalam periode tertentu.

Fitur pemberitahuan otomatis system direalisasikan melalui kelas notifikasi, yang menyimpan pesan notifikasi yang diterima oleh pegawai, termasuk status baca dan waktu pembuatan. Riwayat pengiriman notifikasi dicatat pada kelas NotificationLog, yang berfungsi sebagai arsip audit proses pengiriman pesan, mencakup tipe notifikasi, isi pesan, dan waktu pengiriman. Pengaturan system notifikasi dikelola oleh kelas NotificationSettings, yang menyimpan konfigurasi seperti interval pengiriman, template pesan, dan status aktif pengaturan tersebut.

Secara keseluruhan, Class Diagram ini memberikan gambaran komprehensif mengenai entitas dan hubungan yang bekerja dalam sistem. Struktur model ini memungkinkan integrasi antara proses penjadwalan, manajemen keanggotaan regu, pengajuan izin, serta pengiriman notifikasi secara konsisten dan terstruktur. Selain itu, desain ini memberikan fleksibilitas untuk pengembangan fitur lanjutan pada tahap berikutnya tanpa mengubah struktur dasar sistem.

F. Activity Diagram

a. Activity Diagram – Admin Membuat Jadwal Otomatis



Figure 4. Activity Diagram Admin

b. Activity Diagram – Petugas Melihat Jadwal dan Mengajukan Izin

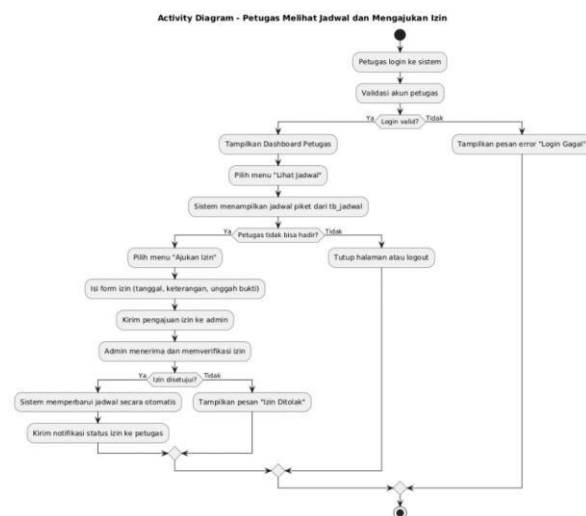


Figure 5. Activity Diagram Petugas

Activity Diagram digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas atau urutan proses yang terjadi di dalam sistem penjadwalan piket petugas pemadam kebakaran. Diagram ini memperlihatkan bagaimana pengguna (admin dan petugas) berinteraksi dengan sistem dari awal hingga akhir proses, sehingga memudahkan dalam memahami logika kerja aplikasi secara keseluruhan.

Pada activity diagram admin, proses dimulai ketika admin melakukan login ke dalam system. Setelah kredensial diverifikasi, system menampilkan dashboard utama yang berisi menu penjadwalan otomatis. Admin kemudian memilih menu tersebut untuk memulai proses penyusunan jadwal piket. System akan menampilkan data regu, petugas, dan pos jaga yang menjadi input bagi algoritma genetika. Setelah admin menekan tombol Generate Jadwal, system menjalankan proses optimasi dengan algoritma genetika untuk menghasilkan pembagian jadwal yang seimbang dan efisien.

Hasil jadwal kemudian disimpan ke dalam database dan sistem secara otomatis mengirimkan notifikasi jadwal kepada seluruh petugas melalui integrasi WhatsApp API. Jika proses berhasil, sistem menampilkan pesan konfirmasi bahwa penjadwalan telah selesai. Namun, apabila terjadi kesalahan seperti kegagalan login atau kendala pengolahan data, sistem akan menampilkan pesan error kepada pengguna.

Sementara itu, pada Activity Diagram Petugas, alur dimulai ketika petugas melakukan login menggunakan akun yang terdaftar. Setelah login berhasil, system menampilkan halaman dashboard petugas yang berisi informasi jadwal piket yang diambil dari tb jadwal. Petugas dapat melihat jadwal mereka untuk periode tertentu. Jika terdapat kondisi di mana petugas tidak dapat hadir, maka petugas dapat memilih menu Ajukan Izin. System akan menampilkan formulir pengajuan izin yang harus diisi dengan tanggal, alasan, dan bukti pendukung (misalnya surat sakit, atau surat cuti). Setelah formulir dikirim, data akan diteruskan ke admin untuk diverifikasi. Jika izin disetujui, system akan memperharui jadwal secara otomatis dengan menyesuaikan penugasan petugas lain, serta mengirimkan notifikasi status izin kepada petugas yang bersangkutan. Sebaliknya, jika izin ditolak, system akan menampilkan pesan bahwa pengajuan tidak diterima.

Secara keseluruhan, kedua Activity Diagram ini menunjukkan interaksi yang saling terhubung antara pengguna dan system. Admin berperan sebagai pengendali proses penjadwalan, sedangkan petugas menjadi pihak yang menerima jadwal dan mengajukan izin bila diperlukan. Alur aktivitas ini memastikan bahwa setiap proses berjalan secara efisien, transparan, dan terdokumentasi dengan baik dalam sistem penjadwalan berbasis web yang terintegrasi dengan algoritma genetika [12].

G. Desain Antar Muka

Menampilkan desain form login admin, login pengguna, dan registrasi pengguna. Desain ini dikembangkan dengan Figma, memungkinkan pembuatan mockup interaktif untuk tata letak login dengan pendekatan sederhana dan responsif.

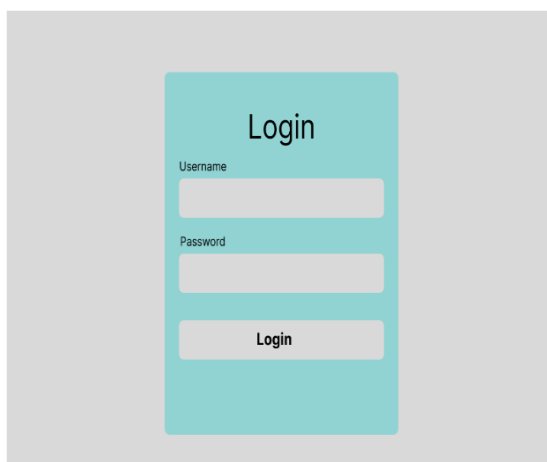


Figure 6. *Desain Halaman Login*

a. Desain Halaman Dashboard Admin dan User

Pada gambar 4 dibuat sebagai langkah awal untuk merancang tampilan utama dari sistem yang akan dikembangkan.

Penggunaan figma memungkinkan untuk secara cepat menggambarkan desain yang terstruktur dan fungsional, serta memberikan gambaran visual yang jelas tentang bagaimana halaman dashboard untuk administrator akan dirancang dan berfungsi. Pada gambar 4.6 ini adalah desain tampilan dasar yang akan diisi dengan berbagai fungsionalitas pengelolaan system

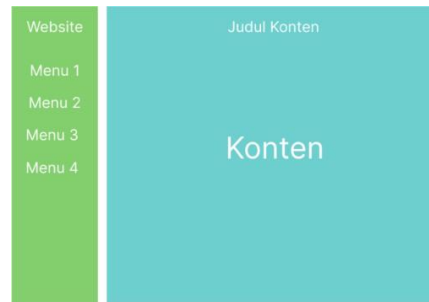


Figure 7. *Desain Halaman Konten*

H. Implementasi

Hasil dari penelitian ini berupa aplikasi penjadwalan piket petugas pemadam kebakaran berbasis website yang menerapkan algoritma genetika (Genetic Algorithm) dalam proses penentuan jadwal. Aplikasi ini dirancang untuk membantu Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Kabupaten Minahasa dalam mengelola jadwal piket secara otomatis, adil, dan efisien.

Sistem dikembangkan dengan menggunakan:

- Bahasa Pemrograman: PHP
- Database: MySQL
- Framework Desain: HTML, CSS, JavaScript
- Metode Pengembangan: Rapid Application Development (RAD)
- Metode Optimasi: Algoritma Genetika

Berikut hasil implementasi dan tampilan dari sistem yang telah dibangun.

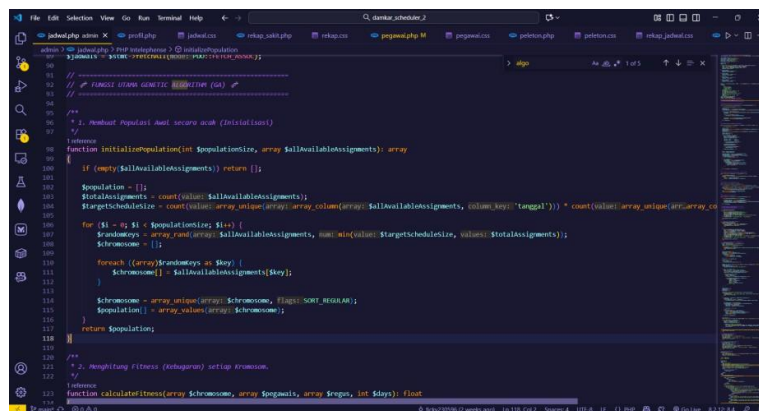


Figure 8. *Baris Kode Algoritma Genetika*

Kode tersebut menggunakan algoritma genetika untuk membuat jadwal piket secara otomatis. Prosesnya dimulai dengan membentuk jadwal acak dari kombinasi tanggal, pos, regu, dan pegawai. Setiap jadwal dinilai menggunakan fungsi fitness untuk mengukur seberapa baik pembagian tugasnya—misalnya, apakah pegawai mendapat shift ganda, apakah semua pos terisi, dan apakah beban kerja merata. Jadwal terbaik dipilih dan digabungkan (crossover), lalu sebagian kecilnya diubah secara acak (mutasi) untuk menjaga variasi. Proses ini diulang beberapa kali hingga didapat jadwal dengan nilai fitness tinggi. Hasil akhir berupa jadwal terbaik kemudian disimpan ke database sebagai jadwal piket yang optimal dan adil [13].

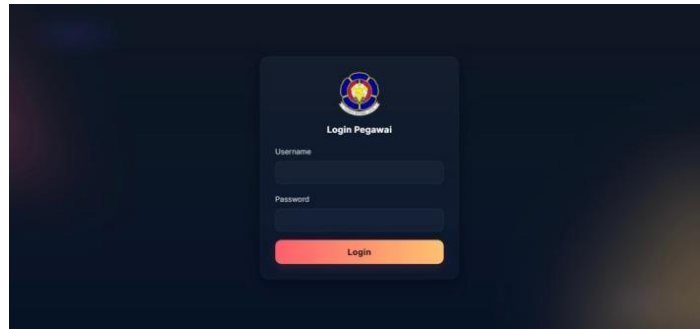


Figure 9. Halaman Login

Halaman login digunakan oleh admin dan petugas untuk mengakses sistem dengan hak akses yang berbeda. Admin dapat mengatur jadwal, menambah data petugas, serta memverifikasi izin.

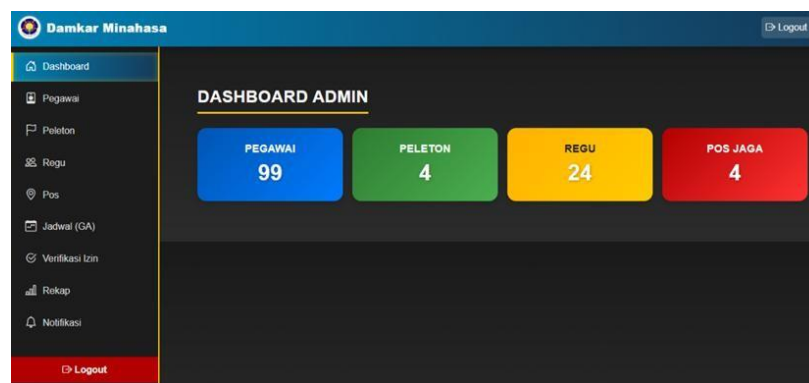


Figure 10. Halaman Dashboard

Menampilkan ringkasan informasi seperti jumlah petugas aktif, jadwal piket yang sedang berjalan, dan status izin. Dari dashboard ini, admin dapat mengakses semua fitur utama sistem.



Figure 11. Halaman Data Pegawai

Gambar diatas Berfungsi untuk mengelola data petugas, termasuk nama, jabatan, nomor telepon (untuk notifikasi WhatsApp), serta status keaktifan. Data ini menjadi dasar pembentukan jadwal pada proses algoritma genetika.

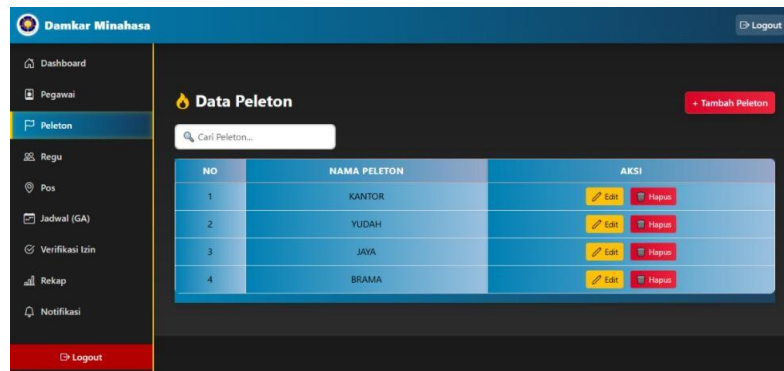


Figure 12. Halaman Data Peleton

Gambar di atas merupakan tampilan halaman Data Peleton pada aplikasi penjadwalan piket petugas pemadam kebakaran berbasis web. Halaman ini digunakan oleh admin untuk mengelola daftar peleton atau kelompok kerja petugas. Tampilan ini dirancang dengan kombinasi warna merah khas identitas Dinas Pemadam Kebakaran agar mencerminkan karakter institusi dan memudahkan pengguna dalam navigasi data.

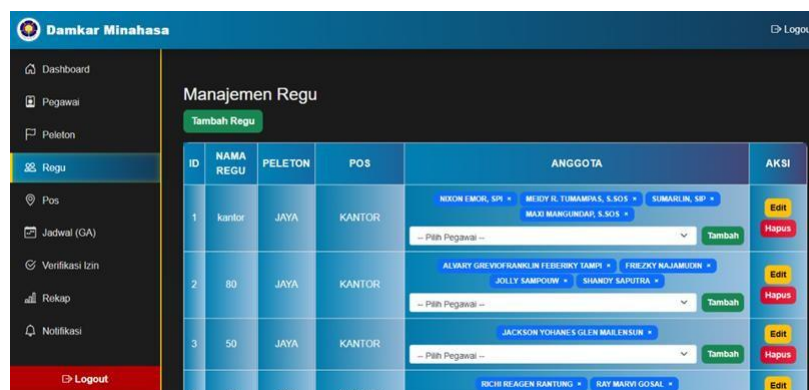


Figure 13. Halaman Manajemen Regu

Halaman Manajemen Regu digunakan oleh admin untuk mengelola pembagian regu petugas pemadam kebakaran. Setiap regu berisi sejumlah petugas yang akan dijadwalkan piket berdasarkan peleton dan pos tugas masing-masing. Halaman ini membantu admin dalam mengorganisir struktur kerja petugas sehingga proses penjadwalan dengan algoritma genetika dapat berjalan lebih teratur dan sesuai dengan pembagian regu yang sudah ditetapkan.



Figure 14. Halaman Data Pos Jaga

Halaman Data Pos Jaga berfungsi untuk mengelola informasi mengenai lokasi pos pemadam kebakaran yang ada di wilayah Kabupaten Minahasa. Melalui halaman ini, admin dapat menambah, mengedit, atau menghapus data pos jaga yang menjadi tempat penugasan regu pemadam. Dengan adanya halaman ini, proses penjadwalan piket menjadi lebih akurat karena sistem dapat menempatkan petugas berdasarkan lokasi pos kerja masing-masing, yang selanjutnya digunakan dalam proses perhitungan algoritma genetika untuk menghasilkan jadwal yang optimal.

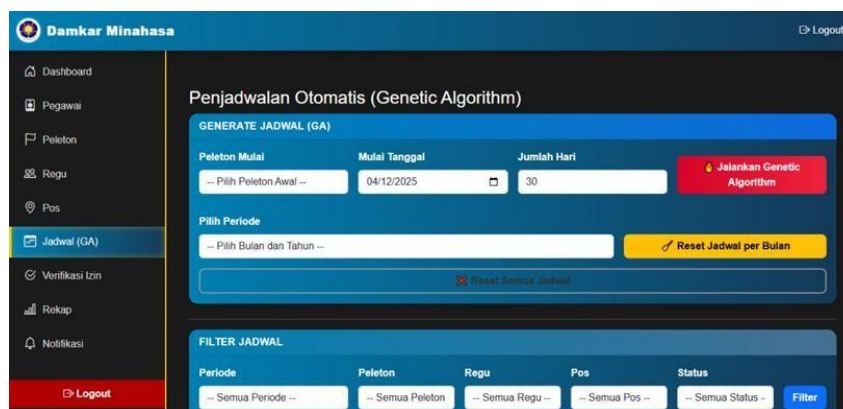


Figure 15. Halaman Penjadwalan Otomatis

Halaman Penjadwalan Otomatis merupakan fitur utama dari aplikasi penjadwalan piket petugas pemadam kebakaran berbasis web. Pada halaman ini, admin dapat menghasilkan jadwal piket secara otomatis dengan menerapkan algoritma genetika (Genetic Algorithm) sebagai metode optimasi. Halaman ini membantu mempercepat proses penentuan jadwal piket yang sebelumnya dilakukan manual.

Dengan penerapan algoritma genetika, jadwal yang dihasilkan menjadi lebih adil, efisien, dan minim konflik, karena sistem mempertimbangkan pemerataan jadwal dan ketersediaan setiap petugas.



Figure 16. Halaman Verifikasi Izin/Cuti

Halaman Verifikasi Izin digunakan oleh admin untuk mengelola dan memverifikasi permohonan izin atau cuti dari petugas pemadam kebakaran. Fitur ini terintegrasi langsung dengan sistem penjadwalan agar perubahan jadwal dapat disesuaikan secara otomatis ketika ada petugas yang berhalangan. Dengan adanya halaman ini, proses pengajuan dan persetujuan izin menjadi lebih cepat, transparan, dan terdokumentasi dengan baik, serta memungkinkan sistem untuk menyesuaikan jadwal piket secara otomatis tanpa mengganggu rotasi kerja petugas lainnya.

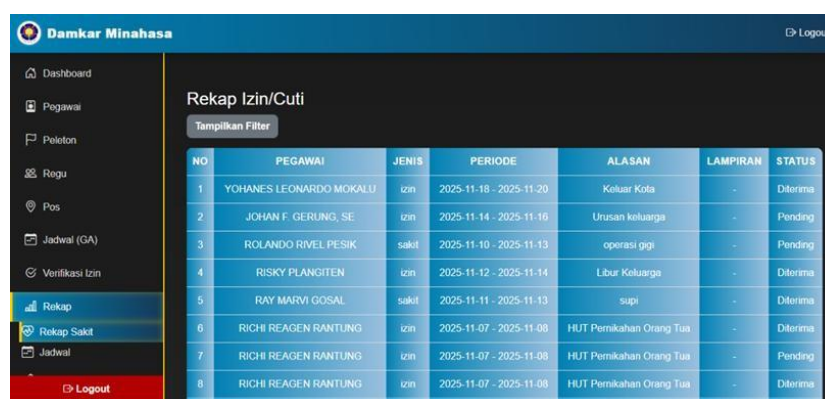


Figure 17. Halaman Rekap Izin/Cuti

Halaman Rekap Izin/Cuti berfungsi untuk menampilkan data petugas pemadam kebakaran yang mengajukan izin karena

sakit dalam periode tertentu. Halaman ini memudahkan admin untuk memantau tingkat kehadiran dan kondisi kesehatan petugas yang berpengaruh terhadap penjadwalan piket. Dengan adanya halaman ini, proses pendataan izin sakit menjadi lebih sistematis dan terdokumentasi, sekaligus membantu sistem dalam menyesuaikan jadwal piket otomatis agar tetap berjalan seimbang meskipun ada petugas yang tidak dapat bertugas karena alasan kesehatan.



NO	TANGGAL	PELETON	REGU	POS	PEGAWAI	STATUS
1	2025-01-01	YUDAH	20	KANTOR	FEREN TATOR	sakit
2	2025-01-01	YUDAH	30	KANTOR	ALVANDRIAN MARCO KAMAGI	sakit
3	2025-01-01	YUDAH	70	KAWANGKOWAN	DERIL REFINO MANOPFO PONDANG	sakit
4	2025-01-01	YUDAH	80	KANTOR	REYNALDI WALES	sakit
5	2025-12-31	JAYA	10	MANDOLANG	NICKY JOSUA TANOWAS	sakit
6	2025-12-31	JAYA	20	KANTOR	ARIF IN FARUK	sakit
7	2025-12-30	BRAMA	10	MANDOLANG	DENNIS TIMONTILING	sakit
8	2025-12-30	BRAMA	10	MANDOLANG	HARDIANTO NURDIN	sakit

Figure 18. Halaman Rekap Jadwal

Halaman Rekap Jadwal digunakan untuk menampilkan hasil keseluruhan jadwal piket petugas pemadam kebakaran dalam periode tertentu. Halaman ini berfungsi sebagai pusat informasi bagi admin dan petugas untuk melihat riwayat serta pembagian jadwal yang telah dihasilkan oleh sistem. Dengan adanya halaman ini, seluruh proses penjadwalan dapat dipantau dan dievaluasi dengan mudah, serta memudahkan pihak dinas dalam membuat laporan bulanan atau tahunan mengenai kehadiran dan pembagian tugas piket petugas pemadam kebakaran.

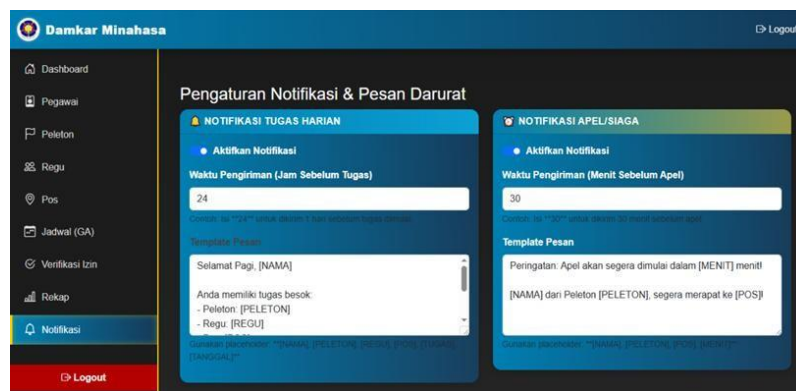
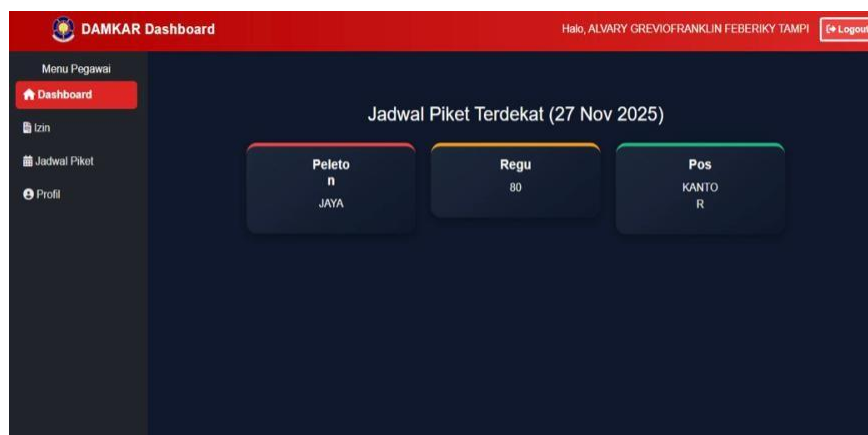


Figure 19. Halaman Pengaturan Notifikasi & Pesan

Halaman Pengaturan dan Pesan Darurat merupakan fitur penting yang digunakan oleh admin untuk mengatur konfigurasi sistem serta mengelola pengiriman pesan darurat kepada seluruh petugas pemadam kebakaran. Fitur ini berfungsi untuk memastikan sistem berjalan sesuai kebutuhan dan mendukung komunikasi cepat saat terjadi keadaan darurat. Halaman ini membantu meningkatkan respons cepat dan koordinasi lapangan ketika terjadi kebakaran atau insiden mendesak, serta memastikan bahwa seluruh petugas menerima informasi penting secara real-time dan terpusat melalui sistem berbasis web.



Peleton	Regu	Pos
JAYA	80	KANTOR

Figure 20. Halaman Dashboard Pegawai

Halaman Dashboard Pegawai merupakan tampilan utama yang muncul setelah petugas berhasil login ke dalam sistem. Pada halaman ini, petugas dapat langsung melihat informasi jadwal piket terbaru, termasuk tanggal, shift, dan lokasi pos jaga yang telah ditentukan oleh sistem. Selain itu, dashboard juga menampilkan notifikasi penting seperti status pengajuan izin atau pesan darurat dari admin. Desain halaman dibuat sederhana dan responsif agar mudah diakses melalui komputer maupun perangkat seluler, sehingga petugas dapat memperoleh informasi jadwal secara cepat dan efisien.

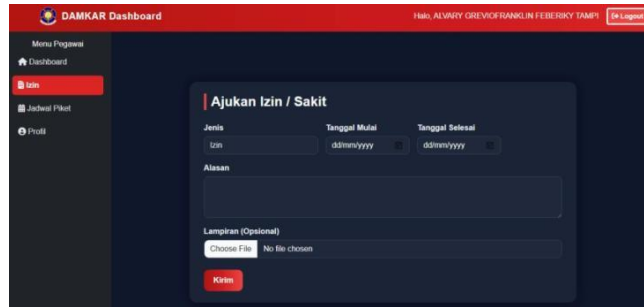
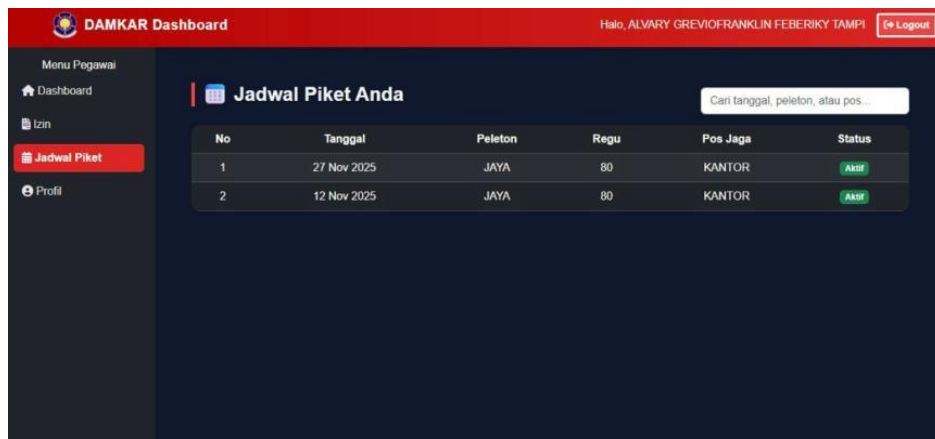


Figure 21. Halaman Pengajuan Izin

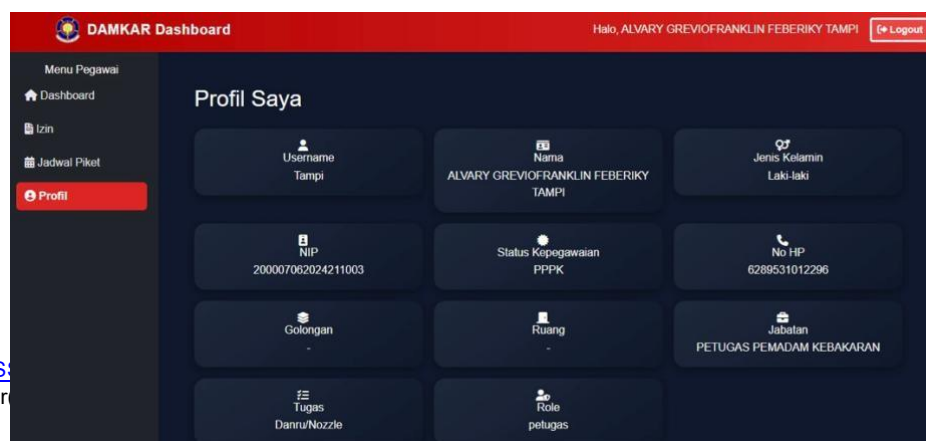
Halaman Pengajuan Izin digunakan oleh petugas untuk mengajukan izin, cuti, atau sakit ketika tidak dapat melaksanakan jadwal piket. Pada halaman ini, petugas dapat mengisi formulir yang berisi informasi seperti tanggal mulai izin, tanggal selesai, jenis izin, dan keterangan tambahan, serta mengunggah file bukti pendukung seperti surat izin atau surat keterangan dokter. Setelah formulir dikirim, data akan otomatis tersimpan di database dan masuk ke daftar verifikasi admin. Admin kemudian dapat meninjau dan memberikan keputusan berupa persetujuan atau penolakan. Tampilan halaman ini dirancang sederhana dengan tombol dan kolom input yang jelas, sehingga memudahkan petugas dalam melakukan pengajuan izin secara cepat dan akurat.



No	Tanggal	Peleton	Regu	Pos Jaga	Status
1	27 Nov 2025	JAYA	80	KANTOR	Aktif
2	12 Nov 2025	JAYA	80	KANTOR	Aktif

Figure 22. Halaman Jadwal Piket

Halaman Jadwal Piket Pegawai berfungsi untuk menampilkan daftar jadwal tugas setiap petugas pemadam kebakaran. Pada halaman ini, petugas dapat melihat informasi lengkap mengenai tanggal piket, shift (pagi atau malam), regu, dan lokasi pos jaga yang telah ditentukan secara otomatis oleh sistem menggunakan algoritma genetika. Tampilan jadwal disusun dalam bentuk tabel yang mudah dibaca dan diurutkan berdasarkan tanggal, sehingga memudahkan petugas dalam memantau jadwal kerja mereka. Selain itu, halaman ini juga terintegrasi dengan fitur notifikasi WhatsApp, sehingga setiap perubahan atau pengingat jadwal akan dikirim langsung kepada petugas. Desain halaman dibuat responsif agar dapat diakses dengan baik melalui perangkat desktop maupun ponsel.



Username Tampi	Nama ALVARY GREVIOFRANKLIN FEBERIKY TAMP1	Jenis Kelamin Laki-laki
NIP 200007062024211003	Status Kepegawaian PPPK	No HP 6289531012296
Golongan -	Ruang	Jabatan PETUGAS PEMADAM KEBAKARAN
Tugas Danru/Nozzle	Role petugas	

Figure 23. *Halaman Profil*

Halaman Profil Pegawai berfungsi untuk menampilkan dan memperbarui informasi pribadi setiap petugas. Pada halaman ini, petugas dapat melihat data diri seperti nama lengkap, NIP, jabatan, regu, nomor WhatsApp, dan status keaktifan. Sistem juga menyediakan fitur edit profil yang memungkinkan petugas memperbarui data kontak atau foto profil agar tetap akurat. Desain halaman dibuat sederhana dengan form dan tampilan data yang tertata rapi, sehingga mudah digunakan tanpa memerlukan langkah yang rumit. Dengan adanya halaman ini, setiap petugas dapat memastikan bahwa informasi pribadinya selalu terkini dan sesuai dengan data yang digunakan dalam proses penjadwalan serta pengiriman notifikasi.

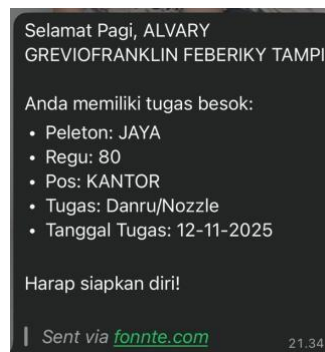


Figure 24. *Tampilan Notifikasi*

Halaman Notifikasi dan Pesan Darurat berfungsi sebagai pusat pengelolaan komunikasi antara admin dan petugas. Melalui halaman ini, admin dapat mengirimkan pesan penting seperti pengingat jadwal piket, informasi mendesak, atau pesan darurat kepada seluruh petugas aktif secara langsung melalui integrasi WhatsApp API. Admin hanya perlu menulis isi pesan pada kolom yang tersedia, lalu menekan tombol Kirim Pesan untuk mendistribusikannya ke semua nomor WhatsApp petugas yang tersimpan di database.

Setiap pesan yang dikirim akan tercatat secara otomatis di tabel notification_log lengkap dengan waktu pengiriman dan status pesan (berhasil atau gagal). Hal ini memudahkan admin dalam melakukan pemantauan dan memastikan pesan terkirim dengan benar. Desain halaman dibuat sederhana dengan tampilan daftar pesan dan tombol aksi yang jelas, sehingga proses komunikasi dapat dilakukan secara cepat dan efisien, terutama dalam situasi darurat yang membutuhkan respon segera [14].

I. Pengujian Sistem

a. Tujuan Pengujian

Tahap pengujian sistem bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh fitur pada aplikasi penjadwalan piket petugas pemadam kebakaran berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna dan telah memenuhi standar fungsionalitas sistem. Pengujian dilakukan dengan pendekatan User Acceptance Testing (UAT), di mana pengguna akhir (admin dan petugas) secara langsung mencoba sistem dan memberikan umpan balik terhadap hasil implementasi.

b. Metode Pengujian

Metode User Acceptance Testing (UAT) digunakan untuk menilai sejauh mana sistem yang dikembangkan telah sesuai dengan kebutuhan operasional di lapangan. UAT dilakukan dengan memberikan sejumlah skenario pengujian berdasarkan fungsi utama sistem, kemudian pengguna (admin dan petugas) diminta untuk mencoba setiap fitur dan menilai apakah hasilnya sesuai harapan.

Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert dengan kriteria sebagai berikut:

Skor	Keterangan
1	Sangat Tidak Setuju
2	Tidak Setuju
3	Cukup Setuju

4	Setuju
5	Sangat Setuju

Tabel 1. *Kriteria*

c. Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan berdasarkan fungsi utama pada sistem, baik dari sisi admin maupun petugas. Berikut skenario pengujian yang digunakan:

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Status
1	Login Sistem	Admin dan petugas memasukkan username & password	Sistem menampilkan dashboard sesuai hak akses	Berhasil
2	Penjadwalan Otomatis	Admin menekan tombol “Generate Jadwal”	Sistem menghasilkan jadwal piket otomatis menggunakan algoritma genetika	Berhasil
3	Kelola Data Petugas	Admin menambah dan mengedit data petugas	Data berhasil tersimpan dan muncul di tabel	Berhasil
4	Verifikasi Izin	Admin memverifikasi pengajuan izin dari petugas	Status izin berubah sesuai tindakan (disetujui/ditolak)	Berhasil
5	Lihat Jadwal Petugas	Petugas membuka menu “Jadwal Piket”	Jadwal tampil sesuai data di database	Berhasil
6	Ajukan Izin	Petugas mengisi formulir izin dan unggah bukti	Data izin tersimpan dan menunggu verifikasi admin	Berhasil
7	Notifikasi WhatsApp	Admin mengirim pesan atau jadwal melalui WhatsApp API	Pesan terkirim ke nomor petugas	Berhasil
8	Rekap Jadwal	Admin membuka menu “Rekap Jadwal”	Data jadwal tampil lengkap dan bisa diekspor	Berhasil
9	Ubah Profil	Petugas memperbarui data profil	Data berhasil diperbarui dan tersimpan di database	Berhasil
10	Logout	Pengguna keluar dari sistem	Sistem kembali ke halaman login	Berhasil

Tabel 2. *Skenario Pengujian*

d. Hasil Pengujian User Acceptance Testing

Setelah dilakukan uji coba oleh beberapa pengguna (admin dan petugas), diperoleh hasil evaluasi sebagai berikut:

Aspek yang Dinilai	Skor Rata-rata	Keterangan
--------------------	----------------	------------

Aspek yang Dinilai	Skor Rata-rata	Keterangan
Kemudahan Penggunaan	4.6	Sangat Setuju
Kesesuaian Fitur	4.5	Sangat Setuju
Kecepatan Akses	4.3	Setuju
Keakuratan Data Jadwal	4.7	Sangat Setuju
Tampilan Antarmuka	4.4	Setuju
Keandalan Sistem	4.5	Sangat Setuju
Rata-rata Keseluruhan	4.5	Sangat Baik

Tabel 3. Hasil Pengujian User Acceptance Testing

J. Analisis Hasil Ujian

Berdasarkan hasil User Acceptance Testing (UAT), dapat disimpulkan bahwa sistem telah berfungsi sesuai dengan kebutuhan pengguna. Seluruh fitur utama, seperti login, penjadwalan otomatis, pengajuan izin, verifikasi izin, dan pengiriman notifikasi melalui WhatsApp API, dapat berjalan dengan baik tanpa adanya kesalahan fungsional.

Rata-rata skor UAT sebesar 4.5 (Sangat Baik) menunjukkan bahwa pengguna merasa puas terhadap performa dan kemudahan penggunaan sistem. Dengan demikian, aplikasi penjadwalan piket petugas pemadam kebakaran dinyatakan layak untuk digunakan dalam kegiatan operasional Dinas Pemadam Kebakaran sebagai alat bantu manajemen jadwal yang efisien, cepat, dan terintegrasi [15].

K. Pembahasan

Aplikasi penjadwalan piket ini telah berhasil diimplementasikan dengan algoritma genetika sebagai metode optimasi. System terdiri dari modul-modul utama seperti manajemen data peletom, regu, pos jaga, penjadwalan otomatis, verifikasi izin, dan pesan darurat yang semuanya saling terhubung.

Penerapan algoritma genetika dilakukan memaui eberapa tahapan, yaitu inisialisasi populiasi, evaluasi fitness, seleksi, crossover, mutasi, dan terminasi. Proses ini menghasilkan jadwal optimal dengan pembagian tugas yang adil dan tanpa bentrok.

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode Black Box dan User Acceptance Testing (UAT), system dinilai berfungsi dengan baik dan diterima pengguna. Nilai rata-rata kepuasan pengguna sebesar 89,6% dengan kategori sangat baik.

System ini memberikan dampak positif berupa efisiensi waktu penjadwalan, transparansi data, pemerataan tugas, serta kemudahan komunikasi melalui pesan darurat. Namun masih terdapat beebberapa keterbatasan, seperti belum mendukung penjadwalan lintas pos secara otomatis dan ketergantungan pada koneksi internet untuk pengiriman notifikasi. Selain itu, potensi risiko teknis seperti ebban server yang tinggi saat proses generate jadwal secara simultan, kesalahan input data personel yang dapat memengaruhi hasil optomasi, serta kemungkinan keterlambatan pengiriman notifikasi pada kondisi jaringan tidak stabil juga perlu diperhatikan karena dapat mengurnagi kinerja system dalam situasi tertentu.

Secara keseluruhan, penerapan algoritma genetika dalam system ini terbukti efektif dalam menghasilkan jadwal piket yang efisien danterukur, serta memberikan solusi nyata terhadap permasalahan yang dihadapi Dinas Pemadam Kebakaran Kabupaten Minahasa. Untuk meperkuat pengembangan jangka panjang, system ini berpotensi dikemangkan dengan integrasi kecerdasan buatan lain seperti machine learning untuk meprediksi kebutuhan personel berdasarkan pola kejadian kebakaran atau beban kerja petugas. Selain itu, perluasan cakupan penjadwalan hingga mencakup penempatan lintas pos dan rotasi dinamis antarregu juga dapat meningkatkan fleksibilitas sistem dalam menghadapi kondisi operasional yang terus berubah. Pengembangan modul analitik berbasis data historis juga dapat menjadi langkah strategis untuk mendukung pengambilan keputusan manajerial secara lebih akurat dan terukur.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Sistem Penjadwalan Otomatis Berbasis Website: Penelitian ini telah menghasilkan sebuah aplikasi penjadwalan piket petugas pemadam kebakaran berbasis web yang dapat membantu Dinas Pemadam Kebakaran dan Penyelamatan Kabupaten Minahasa dalam mengelola jadwal piket secara lebih efisien, adil, dan transparan.

2. Penerapan Algoritma Genetika: Implementasi algoritma genetika berhasil diterapkan dalam sistem untuk mengoptimalkan proses penjadwalan. Algoritma ini mampu menghasilkan jadwal yang tidak bentrok, seimbang antarpetugas, dan fleksibel terhadap perubahan seperti izin atau sakit, dengan waktu pemrosesan yang jauh lebih cepat dibandingkan metode manual
3. Efisiensi dan Akurasi Jadwal: proses penjadwalan yang sebelumnya membutuhkan waktu ± 1 jam kini dapat diselesaikan dalam waktu kurang dari 2 menit dengan hasil pembagian piket yang merata. Selain itu, system dapat melakukan penyesuaian otomatis saat terjadi perubahan data petugas tanpa mengganggu rotasi jadwal yang sudah ada.
4. Fitur Pendukung yang Efektif: fitur seperti verifikasi izin, rekap sakit, rekap jadwal, dan pesan darurat terbukti mendukung proses administrasi serta komunikasi antarpetugas secara real time melalui integrasi WhatsApp API. Hal ini membantu meningkatkan koordinasi dan kesiapsiagaan instansi dalam menghadapi situasi darurat.
5. Pengujian Black Box Testing dan User Acceptance Testing (UAT), seluruh fitur system berjalan dengan baik dan diterima pengguna dengan tingkat kepuasan 89,6% (kategori sangat baik). Hal ini menunjukkan bahwa system sesuai dengan kebutuhan operasional dinas dan mudah digunakan oleh petugas.

Secara keseluruhan, aplikasi ini telah mewujudkan tujuan penelitian, yaitu merancang dan membangun system penjadwalan piket yang otomatis, efisien, dan responsive terhadap perubahan, serta mampu mendukung peningkatan kinerja Dinas Pemadam Kebakaran Kabupaten Minahasa.

Implikasi praktis dari penelitian ini adalah bahwa system dapat diimplmentasikan langsung sebagai alat operasional utama untuk mengurangi beban administrasi manual, meminimalkan human error, dan meningkatkan kesiapsiagaan petugas melalui penjadwalan yang lebih akurat dan terstruktur. Selain itu, penggunaan algoritma genetika membuktikan bahwa pendekatan komputasional dapat menjadi solusi efektif bagi instansi pemerintah dalam mengelolah sumber daya manusia secara optimal. Sebagai rekomendasi lanjutan, penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambahkan modul prediksi kebutuhan personel menggunakan machine learning, integrasi dengan system kehadiran biometric, serta dashboard analitik untuk memantau beban kerja setiap petugas dalam jangka panjang. Pengembangan ini diharapkan dapat semakin meningkatkan akurasi, efisiensi, dan adaptabilitas sistem terhadap kondisi operasional yang dinamis.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Dinas Pemadam Kebakaran Kabupaten Minahasa beserta seluruh petugas yang telah memberikan dukungan, kesempatan, dan kerja sama selama proses penelitian berlangsung. Apresiasi juga diberikan kepada pihak manajemen dan staf yang terlibat dalam penyediaan data serta informasi yang diperlukan untuk pengembangan aplikasi ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing atas bimbingan, arahan, serta masukan yang sangat berharga sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis berharap karya ini dapat memberikan manfaat bagi peningkatan efektivitas penjadwalan piket petugas serta pengembangan teknologi informasi di lingkungan dinas kebakaran.

References

1. K. Abram, N. Achmad, M. R. F. Payu, N. Nurwan, D. Wungguli, and A. Asriadi, "Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Karyawan Ira Stationary," *Euler: Jurnal Ilmiah Matematika, Sains dan Teknologi*, vol. 11, no. 1, pp. 22–34, 2023.
2. F. Mone and J. E. Simarmata, "Application of Genetic Algorithm in Scheduling Subjects," *Barekeng*, vol. 15, no. 4, pp. 615–628, 2021.
3. M. H. P. Swari, C. A. Putra, and I. P. S. Handika, "Analisis Perbandingan Algoritma Genetika dan Modified Improved Particle Swarm Optimization dalam Penjadwalan Mata Kuliah," *JANAPATI*, vol. 11, no. 2, pp. 92–101, 2022.
4. G. L. Rumondor, S. C. Kumajas, and K. Santa, "Penjadwalan Mata Pelajaran Menggunakan Metode Tournament Selection dan Roulette Wheel Selection di SMP Negeri 1 Tondano Berbasis Web," *MINFO POLGAN*, vol. 14, pp. 2970–2979, Nov. 2025.
5. I. Imanda, A. C. Siregar, and B. C. Octariadi, "Implementasi Algoritma Genetika untuk Penjadwalan Shift Perawat," *LANCAH: Jurnal Inovasi dan Tren*, vol. 3, no. 1, 2025.
6. I. Hidayat, S. Revo, L. Inkiriwang, and P. A. K. Pratas, "Optimasi Penjadwalan Menggunakan Metode Algoritma Genetika pada Proyek Rehabilitasi Puskesmas Minanga," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 7, no. 12, pp. 1669–1680, 2020.
7. E. Ronald, S. Moningkey, and M. B. Triyono, "Learning Management System untuk Meningkatkan Kemampuan Teknologi Informasi dan Komunikasi di Era Revolusi Industri 4.0," *IJCEE*, vol. 8, no. 1, pp. 8–14, 2022.
8. S. A. Darmawan and I. Cholissodin, "Optimasi Penjadwalan Mesin dan Shift Karyawan Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus Pada PT. Petro Jordan Abadi)," *J-PTIHK*, vol. 2, no. 12, 2020.
9. M. Agil, A. Homaidi, and I. Hamdani, "Perancangan Sistem Penjadwalan Otomasi Petugas Vidiotron di Dinas Komunikasi dan Informatika Situbondo," *Journal of Information System and Application Development*, vol. 3, no. 2, pp. 135–145, 2025.
10. L. D. Anggraini, A. Mahmudi, and Y. A. Pranoto, "Implementasi Algoritma Genetika untuk Penjadwalan Praktikum Laboratorium," *IJAI*, vol. 9, no. 2, pp. 322–331, 2025.
11. E. N. Ananti, I. Cholissodin, and B. Rahayudi, "Optimasi Penjadwalan Pekerja Shift di Rumah Makan Cepat Saji menggunakan Algoritma Genetika," *JPTIHK*, vol. 5, no. 7, pp. 3208–3216, 2021.
12. R. Kurniawan Budhi, "Aplikasi Algoritma Genetik untuk Optimasi Penjadwalan Kegiatan Perkuliahan," *Jurnal Transformatika*, vol. 6, no. 1, 2021.

13. P. R. Pangestu and A. Voutama, "Pemanfaatan UML pada Sistem Pengelolaan Aspirasi Mahasiswa berbasis Website," JATI, vol. 8, no. 6, pp. 11846–11851, 2024.
14. W. Priatna, J. Warta, and D. Sulistiyo, "Implementasi Algoritma Genetika untuk Aplikasi Penjadwalan Sistem Kerja Shift," Februari, vol. 22, no. 1, pp. 235–246, 2023.
15. E. N. F. Pujiady, A. D. Prasetia, and A. Andria, "Rancang Bangun Sistem Informasi Arsip Digital Catatan Sipil Kabupaten Magetan Berbasis Website Menggunakan Metode Waterfall," Hello World Jurnal Ilmu Komputer, vol. 4, no. 1, pp. 25 –48, 2025.