

Penerapan Algoritma Genetika Pada Penjadwalan Guru Di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Medan

Application of Genetic Algorithms to Teacher Scheduling at State Islamic Senior High School (MAN) 1 Medan

Raihan Aulabi Harahap^{a,1}, Efani Desi^{b,2}

^{a,b}Sistem Informasi, Universitas Potensi Utama, Medan 20241, Sumatera Utara, Indonesia

Email: hansaulabi@gmail.com¹, efanidesi88@gmail.com²

ABSTRAK

Penjadwalan mengajar guru merupakan salah satu kegiatan penting dalam manajemen pendidikan karena berpengaruh langsung terhadap efektivitas proses pembelajaran dan pemerataan beban kerja tenaga pendidik. Di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Medan, proses penyusunan jadwal masih dilakukan secara manual, sehingga berpotensi menimbulkan ketidakseimbangan distribusi jam mengajar, konflik jadwal, serta rendahnya efisiensi dalam pengelolaan waktu dan sumber daya guru. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan Algoritma Genetika dalam proses penjadwalan guru guna menghasilkan jadwal yang optimal, seimbang, dan sesuai dengan berbagai kendala yang ada. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan teknik optimasi berbasis Algoritma Genetika. Data penelitian meliputi 121 guru dengan atribut mata pelajaran, ketersediaan waktu mengajar, jumlah sesi per hari, serta kebutuhan kelas. Proses optimasi dilakukan melalui tahapan inisialisasi populasi, seleksi, crossover, mutasi, dan evaluasi fitness hingga diperoleh solusi terbaik. Implementasi dilakukan menggunakan Python pada platform Google Colaboratory. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Algoritma Genetika mampu menghasilkan jadwal yang valid dengan tingkat keterisian sesi mencapai 100%, nilai fitness tinggi, serta distribusi beban mengajar yang lebih merata. Dengan demikian, metode ini terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi penyusunan jadwal dan mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam manajemen pendidikan.

Kata Kunci : Algoritma Genetika, Penjadwalan Guru, Optimasi, Manajemen Pendidikan, Fitness.

ABSTRACT

Teacher scheduling is an essential activity in educational management because it directly affects the effectiveness of the learning process and the equitable distribution of teaching workloads. At Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Medan, the scheduling process is still conducted manually, which often leads to workload imbalance, scheduling conflicts, and inefficiencies in managing teachers' time and resources. This study aims to implement a Genetic Algorithm to optimize teacher scheduling in order to produce balanced, efficient, and conflict-free schedules that satisfy existing constraints. This research applies a quantitative approach using an optimization technique based on the Genetic Algorithm. The dataset consists of 121 teachers with attributes including subject specialization, teaching availability, daily session limits, and class requirements. The optimization process involves several stages: population initialization, selection, crossover, mutation, and fitness evaluation, repeated iteratively until the best solution is achieved. The implementation was carried out using Python on the Google Colaboratory platform. The results show that the Genetic Algorithm successfully generated valid schedules with 100% session fulfillment, high fitness values, and more balanced teaching workload distribution. Therefore, the proposed method is proven effective in improving scheduling efficiency and supporting data-driven decision-making in educational management.

Keywords : Genetic Algorithm, Teacher Scheduling, Optimization, Educational Management, Fitness.

Info Artikel :

Disubmit:

Direview:

Diterima :

Copyright © 2026 - Journal UPU. All rights reserved.

1. PENDAHULUAN

Penjadwalan merupakan suatu proses pengalokasian sumber daya, waktu, dan aktivitas secara sistematis untuk mencapai tujuan tertentu secara optimal dan efisien, terutama dalam lingkungan yang memiliki berbagai batasan dan kendala operasional [1]. Penjadwalan juga dapat diartikan sebagai kegiatan perencanaan urutan pelaksanaan pekerjaan atau aktivitas agar tidak terjadi konflik serta dapat berjalan sesuai dengan prioritas yang telah ditentukan [2]. Dalam konteks organisasi, penjadwalan berfungsi untuk mengatur distribusi tugas sehingga setiap sumber daya, seperti tenaga kerja atau fasilitas, dapat dimanfaatkan secara maksimal [3]. Selain itu, penjadwalan bertujuan untuk meminimalkan terjadinya bentrok aktivitas serta meningkatkan efektivitas dan efisiensi proses kerja secara keseluruhan [4]. Dengan demikian, penjadwalan menjadi elemen penting dalam sistem manajemen karena berperan dalam menjaga keseimbangan antara kebutuhan dan ketersediaan sumber daya [5].

Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Medan sebagai lembaga pendidikan memiliki kebutuhan akan sistem penjadwalan yang efektif untuk mendukung proses belajar mengajar. Namun, proses penyusunan jadwal masih dilakukan secara manual menggunakan spreadsheet tanpa dukungan algoritma, sehingga sering menimbulkan ketidakseimbangan beban kerja guru, ketidakefisienan waktu, serta kesulitan dalam melakukan penyesuaian ketika terjadi perubahan data. Selain itu, tidak adanya evaluasi berbasis data menyebabkan pola penjadwalan cenderung berulang tanpa optimalisasi. Oleh karena itu, diperlukan solusi berbasis teknologi seperti Algoritma Genetika yang mampu menghasilkan jadwal optimal dengan mempertimbangkan berbagai kendala. Penerapan metode ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi, pemerataan beban kerja, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih objektif dan terukur dalam pengelolaan jadwal mengajar.

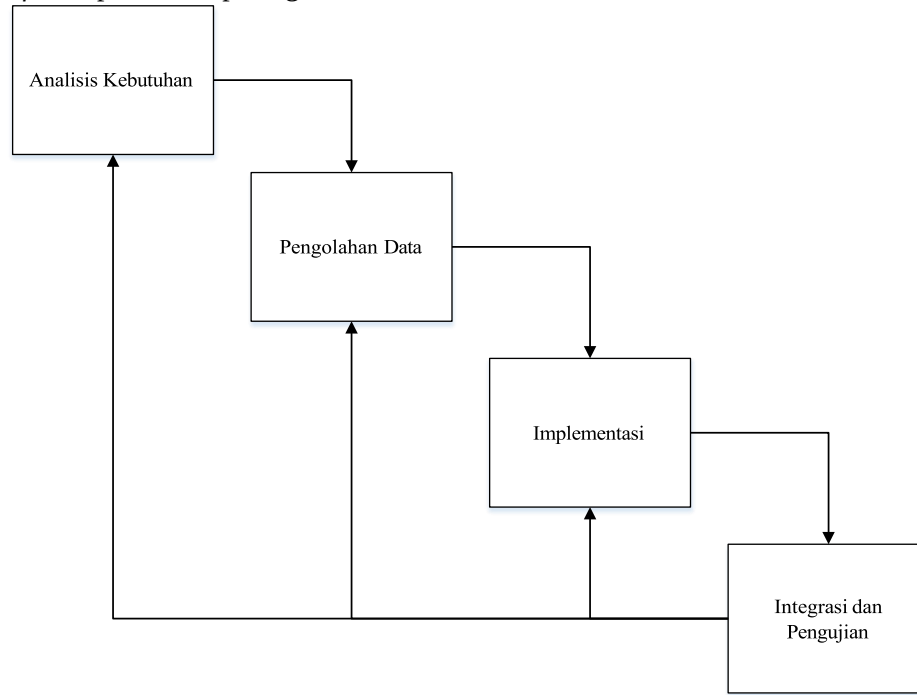
Algoritma Genetika merupakan metode optimasi yang terinspirasi dari mekanisme evolusi biologis, khususnya proses seleksi alam, yang digunakan untuk mencari solusi terbaik dari suatu permasalahan kompleks [6]. Metode ini bekerja dengan merepresentasikan solusi sebagai kromosom dalam suatu populasi yang kemudian dievaluasi menggunakan fungsi fitness untuk menentukan kualitas solusi tersebut [7]. Proses dalam algoritma genetika melibatkan beberapa tahapan utama seperti seleksi, crossover (persilangan), dan mutasi yang bertujuan menghasilkan generasi baru dengan kualitas solusi yang lebih baik [8]. Algoritma ini sangat efektif dalam menangani masalah optimasi dengan banyak variabel dan kendala karena kemampuannya dalam mengeksplorasi ruang solusi secara luas [9]. Dengan demikian, algoritma genetika banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk penjadwalan, karena mampu memberikan solusi optimal atau mendekati optimal secara efisien [10].

Berdasarkan penelitian pertama, penerapan algoritma genetika dalam penjadwalan sistem informasi akademik terbukti mampu menghasilkan jadwal yang lebih optimal dengan mempertimbangkan berbagai kendala seperti preferensi dosen, mahasiswa, serta kapasitas ruangan, dan lebih efisien dibandingkan metode manual [11]. Pada penelitian kedua, algoritma genetika berhasil diimplementasikan dalam penjadwalan praktikum dengan menggunakan konsep fitness dan penalty, menghasilkan jadwal yang akurat serta menunjukkan bahwa parameter seperti populasi dan mutasi mempengaruhi hasil optimal [12]. Penelitian ketiga menunjukkan bahwa penerapan algoritma genetika pada penjadwalan mata pelajaran berbasis web mampu menghasilkan jadwal yang bebas bentrok dan meningkatkan efektivitas pengelolaan akademik di sekolah [13]. Selanjutnya, penelitian keempat membuktikan bahwa algoritma genetika efektif dalam mengatasi masalah penjadwalan yang kompleks, dengan hasil pengujian menunjukkan nilai fitness yang baik dalam menghasilkan jadwal optimal [14]. Terakhir, penelitian kelima menyimpulkan bahwa algoritma genetika dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan mata kuliah secara optimal melalui aplikasi yang dikembangkan, serta terbukti layak digunakan berdasarkan hasil pengujian sistem [15].

2. METODE

Diagram *waterfall* merupakan salah satu model pengembangan sistem yang bersifat sekuensial (berurutan), di mana setiap tahapan penelitian harus diselesaikan sebelum melanjutkan ke tahapan berikutnya. Model ini menyerupai air terjun karena alur prosesnya bergerak ke bawah secara sistematis.

Model ini cocok digunakan pada penelitian yang memiliki ruang lingkup dan tujuan yang jelas sejak awal, seperti dalam penelitian ini yang bertujuan untuk mengelompokkan beban mengajar guru berdasarkan data distribusi jam mengajar. Model *waterfall* memberikan kerangka kerja yang terstruktur dan rapi, meskipun kurang fleksibel dalam menghadapi perubahan kebutuhan di tengah proses. Adapun gambar *waterfall* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1 Kerangka Penelitian

1. Analisis Kebutuhan

Tahap analisis kebutuhan merupakan langkah awal dalam penelitian ini yang bertujuan untuk mengidentifikasi data, informasi, serta parameter penting yang diperlukan dalam proses penerapan algoritma genetika. Pada tahap ini, peneliti mengumpulkan data terkait jadwal mengajar guru di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Medan, meliputi nama guru, mata pelajaran yang diampu, jumlah jam mengajar per hari dari Senin hingga Sabtu, total jam per minggu, serta ketersediaan waktu mengajar setiap guru. Selain data tersebut, dilakukan pula penentuan kebutuhan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian, yaitu bahasa pemrograman *Python* yang dijalankan melalui *platform Google Colab* sebagai sarana pengujian dan simulasi algoritma. Dalam tahap ini juga dirumuskan fungsi fitness (*fitness function*) yang digunakan sebagai tolok ukur kualitas jadwal, dengan mempertimbangkan kriteria seperti pemerataan beban mengajar, minimisasi bentrok antar guru dan kelas, serta kesesuaian jadwal dengan preferensi waktu mengajar masing-masing guru.

2. Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh data yang dikumpulkan siap digunakan dalam proses komputasi algoritma genetika. Proses ini diawali dengan kegiatan pembersihan data (*data cleaning*), yaitu menghapus data yang tidak relevan, duplikat, atau tidak lengkap, seperti data guru yang tidak aktif pada semester berjalan. Selanjutnya dilakukan transformasi data (*data transformation*) dengan mengubah struktur data jadwal mengajar ke dalam format matriks atau tabel yang dapat diolah secara komputasional oleh *Python*. Dalam tahap ini juga dilakukan pengkodean data (*data encoding*), di mana setiap kombinasi antara guru, hari, jam, dan mata pelajaran direpresentasikan sebagai kromosom, yang menjadi unit dasar dalam proses evolusi genetika. Setelah itu ditentukan pula parameter awal yang digunakan, seperti ukuran populasi, nilai probabilitas *crossover*, probabilitas mutasi, serta jumlah generasi maksimum. Semua tahapan ini

bertujuan agar data dapat diolah dengan efisien dan menghasilkan model optimasi jadwal yang akurat dan bebas bentrok.

3. Implementasi

Tahap implementasi merupakan proses utama dalam penelitian ini, di mana algoritma genetika diterapkan untuk menghasilkan jadwal mengajar yang optimal. Implementasi dilakukan menggunakan bahasa *Python* pada *platform Google Colab* dengan menerapkan tahapan-tahapan evolusi genetika yang meliputi inisialisasi populasi, evaluasi fitness, seleksi, *crossover*, dan mutasi. Pada tahap inisialisasi, populasi awal dibentuk secara acak dengan kombinasi jadwal guru, hari, dan jam mengajar. Kemudian setiap individu (jadwal) dievaluasi menggunakan fungsi fitness untuk menilai sejauh mana jadwal tersebut memenuhi kriteria tanpa bentrok dan dengan pembagian beban kerja yang merata. Proses seleksi dilakukan untuk memilih individu terbaik dari populasi berdasarkan nilai fitness tertinggi. Selanjutnya, tahap *crossover* mengombinasikan dua jadwal terbaik untuk menghasilkan keturunan baru yang berpotensi lebih optimal. Terakhir, mutasi dilakukan untuk memberikan variasi acak pada kromosom guna menghindari kemacetan solusi (*stagnation*) dalam proses evolusi. Proses ini berlangsung secara iteratif hingga algoritma mencapai kondisi konvergen, yaitu ketika jadwal terbaik ditemukan dengan tingkat konflik minimal dan efisiensi maksimal.

4. Integrasi dan Pengujian

Tahap akhir dari penelitian ini adalah integrasi dan pengujian hasil jadwal yang dihasilkan oleh algoritma genetika. Hasil implementasi dievaluasi dengan cara membandingkan jadwal hasil optimasi terhadap jadwal aktual yang digunakan sekolah untuk menilai tingkat efektivitas dan keseimbangannya. Evaluasi dilakukan berdasarkan beberapa indikator, seperti jumlah konflik jadwal yang berhasil dihilangkan, pemerataan total jam mengajar antar guru, serta kesesuaian jadwal dengan waktu ketersediaan guru dan ruang kelas. Selain pengujian secara teknis melalui analisis hasil algoritma, dilakukan juga validasi langsung kepada pihak sekolah, khususnya Wakil Kepala Madrasah bidang Kurikulum, guna memastikan jadwal yang dihasilkan sesuai dengan kebijakan akademik dan kondisi nyata di lapangan. Melalui tahap pengujian ini, diharapkan jadwal hasil algoritma genetika dapat digunakan sebagai rekomendasi dalam penyusunan jadwal ajaran baru yang lebih objektif, efisien, dan berbasis data di MAN 1 Medan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian data pada penelitian ini dilakukan menggunakan *platform Google Colab* sebagai lingkungan komputasi berbasis *cloud* untuk mengimplementasikan dan mengevaluasi kinerja Algoritma Genetika dalam optimasi penjadwalan guru di Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 1 Medan. Data yang diuji merupakan data beban mengajar 121 guru yang mencakup mata pelajaran serta jumlah jam mengajar harian dari hari Senin hingga Sabtu, yang sebelumnya telah melalui tahap pemeriksaan kelengkapan dan konsistensi data agar dapat diproses secara optimal oleh algoritma. Pada tahap pengujian, data dimasukkan sebagai populasi awal dalam Algoritma Genetika, kemudian dilakukan proses evaluasi fungsi fitness untuk menilai tingkat keseimbangan distribusi beban mengajar setiap individu solusi. Selanjutnya, algoritma dijalankan melalui sejumlah iterasi dengan menerapkan mekanisme seleksi, *crossover*, dan mutasi guna menghasilkan solusi penjadwalan yang lebih baik pada setiap generasi. Penggunaan *Google Colab* memungkinkan proses pengujian dilakukan secara efisien, terukur, dan mudah direplikasi, serta mendukung visualisasi hasil pengujian seperti perkembangan nilai fitness dan perbandingan kondisi sebelum dan sesudah optimasi. Dengan demikian, pengujian data ini bertujuan untuk memastikan bahwa Algoritma Genetika dapat bekerja sesuai dengan parameter yang ditentukan dan mampu menghasilkan solusi penjadwalan guru yang lebih seimbang, efisien, dan sesuai dengan tujuan penelitian.

1. Persiapan Data

Penelitian ini menggunakan data guru sebanyak 121 orang dengan karakteristik sebagai berikut:

- a. Mata Pelajaran: 15 jenis mata Pelajaran.
- b. Jurusan Guru: IPA, IPS, dan Umum.
- c. Ketersediaan: 6 hari kerja (Senin-Sabtu) dengan kuota 0-4 sesi per hari.
- d. Kelas: 6 kelas (1 IPA, 1 IPS, 2 IPA, 2 IPS, 3 IPA, 3 IPS).
- e. Waktu: 5 sesi per hari (09.00-14.00).
- f. Total Sesi: 180 sesi (6 kelas $\times$ 5 sesi $\times$ 6 hari).

Tabel 1 Dataset

ID Guru	Mata Pelajaran	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
Guru_001	Biologi	0	0	2	1	1	1
Guru_002	PKn	0	4	0	4	3	0
Guru_003	Kimia	0	0	1	1	4	4
Guru_004	Biologi	0	4	1	4	3	1
Guru_005	Kimia	3	4	2	0	1	3
Guru_006	Penjaskes	2	2	1	1	2	0
Guru_007	Sosiologi	0	3	0	2	2	4
Guru_008	TIK	2	0	3	4	0	3
Guru_009	Penjaskes	0	4	2	4	2	4
Guru_010	Kimia	1	0	0	1	2	0
...	...	...	...	...	...	...	...
Guru_121	Pendidikan Agama	2	0	3	2	1	3

2. Persiapan Google Colabs

Persiapan pengujian menggunakan *Google Colab* dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

- a. Menyiapkan lingkungan kerja dengan membuat *notebook* baru pada *platform Google Colab* berbasis bahasa pemrograman *Python* sebagai media utama pelaksanaan pengujian.
- b. Mengimpor pustaka (*library*) yang diperlukan untuk mendukung proses pengolahan data dan implementasi Algoritma Genetika, seperti pustaka komputasi *numerik* dan struktur data.
- c. Memasukkan data beban mengajar guru ke dalam *Google Colab*, baik melalui unggahan *file* maupun pendefinisian data secara langsung, kemudian memastikan data telah terbaca dengan benar.
- d. Melakukan pengecekan dan penyesuaian *format* data agar sesuai dengan kebutuhan representasi kromosom dalam Algoritma Genetika.
Menentukan parameter Algoritma Genetika yang digunakan dalam pengujian, meliputi ukuran populasi, jumlah generasi, probabilitas crossover, dan probabilitas mutasi.
- e. Melakukan pengujian awal untuk memastikan bahwa algoritma dapat dijalankan dengan baik tanpa kesalahan sebelum proses optimasi dilakukan secara menyeluruh.

3. Penjelasan Pengujian Genetika

Dalam penelitian atau implementasi penjadwalan ini, kami menggunakan algoritma genetika untuk mengalokasikan 180 sesi mengajar yang terbagi sama rata antara jurusan IPA dan IPS, masing-masing 90 sesi. Total sumber daya guru yang tersedia adalah 121 orang, dengan rincian 82 guru mengajar di jurusan IPA (termasuk guru mata pelajaran umum) dan 78 guru mengajar di jurusan IPS (juga termasuk guru umum), yang mengindikasikan adanya tumpang tindih guru yang mengajar di kedua jurusan.

a. Konfigurasi *Genetic*

Proses algoritma genetika untuk penjadwalan di kedua jurusan, IPA dan IPS, dimulai dengan pembuatan populasi awal secara terpisah menggunakan nilai *seed* yang sama, yaitu 42. Untuk jurusan IPA, konfigurasi yang digunakan adalah 90 sesi (gen) yang harus diisi oleh 82 guru, dengan populasi awal berjumlah 20 kromosom. Sementara itu, untuk jurusan IPS, meskipun jumlah gurunya berbeda yaitu 78 orang, jumlah sesi dan parameter algoritmanya identik dengan IPA: 90 gen, 60 generasi, ukuran populasi 20, 8 induk untuk kawin silang, probabilitas mutasi 15%, dan seleksi menggunakan metode *tournament* dengan $k=3$.

Tabel 2 Konfigurasi dan Populasi Awal Algoritma Genetika

Parameter	Konfigurasi IPA	Konfigurasi IPS
Seed	42	42
Jumlah Sesi (Gen)	90	90
Jumlah Guru	82	78
Jumlah Generasi	60	60
Ukuran Populasi	20 kromosom	20 kromosom
Jumlah Parent per Kawin	8	8
Probabilitas Mutasi	15%	15%
Metode Seleksi	Tournament (k=3)	Tournament (k=3)
Metode Pembuatan Populasi Awal	Weighted random berdasarkan ketersediaan	Weighted random berdasarkan ketersediaan
Status Pembuatan Populasi Awal	20 kromosom berhasil dibuat	20 kromosom berhasil dibuat

b. Proses Evolusi Genetika

Tabel 3 Optimasi IPA

Generasi	Fitness Terbaik	Perubahan	Keterangan
1	2.49	-	(populasi awal)
2	9.26	6.77	
3	42.49	33.23	
4	42.49	0	
5	42.49	0	
6	42.49	0	
7	42.49	0	
8	42.49	0	
9	42.49	0	
10	42.49	0	
...	...	...	...
61	92.87	0	

Tabel 4 Optimasi IPS

Generasi	Fitness Terbaik	Perubahan	Keterangan
1	63.31	-	(populasi awal)
2	63.31	0	
3	63.31	0	
4	63.31	0	
5	63.31	0	
6	63.31	0	
7	63.31	0	
8	63.31	0	
9	63.31	0	
10	63.31	0	
...	...	...	...
61	86.35	0	

Berdasarkan hasil optimasi menggunakan algoritma genetika selama 60 generasi (dengan tambahan generasi ke-61 tanpa peningkatan), diperoleh nilai *fitness* tertinggi yang berbeda untuk masing-masing jurusan. Untuk jurusan IPA, algoritma berhasil mencapai nilai *fitness* terbaik sebesar 92.87,

yang tercapai pada generasi ke-46 dan bertahan stabil hingga akhir generasi. Sementara itu, untuk jurusan IPS, nilai *fitness* tertinggi yang berhasil dicapai adalah 86.35, yang pertama kali muncul pada generasi ke-19 dan tidak mengalami peningkatan lagi hingga generasi ke-61. Hasil ini menunjukkan bahwa proses evolusi untuk jurusan IPA menghasilkan solusi jadwal yang lebih optimal dibandingkan jurusan IPS berdasarkan fungsi *fitness* yang digunakan.

c. Proses Perhitungan Solusi Terbaik

1) Langkah 1: Evaluasi Per Sesi

Tabel 5 Evaluasi Per Sesi IPA

No	Hari	Sesi	Kelas	Ruangan	Guru	Mata Pelajaran	Nilai	Perhitungan	Poin	Penalti
1	Senin	1	1IPA	1	Guru_044	Biologi	1	Ketersediaan: 1 → +1 → Jurusan guru: IPA	1	0
2	Senin	1	2IPA	3	Guru_048	Biologi	4	Ketersediaan: 4 → +4 → Jurusan guru: IPA	4	0
3	Senin	1	3IPA	5	Guru_022	Fisika	2	Ketersediaan: 2 → +2 → Jurusan guru: IPA	2	0
4	Senin	2	1IPA	1	Guru_031	Bahasa Indonesia	4	Ketersediaan: 4 → +4 → Jurusan guru: Umum	4	0
5	Senin	2	2IPA	3	Guru_046	TIK	3	Ketersediaan: 3 → +3 → Jurusan guru: Umum	3	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
20	Selasa	2	2IPA	3	Guru_067	Fisika	4	Ketersediaan: 4 → +4 → Jurusan guru: IPA	4	0
SUB TOTAL									248	0

Tabel 6 Evaluasi Per Sesi IPS

No	Hari	Sesi	Kelas	Ruangan	Guru	Mata Pelajaran	Nilai	Perhitungan	Poin	Penalti
1	Senin	1	1IPS	2	Guru_008	TIK	2	Ketersediaan: 2 → +2 → Jurusan guru: Umum	2	0
2	Senin	1	2IPS	4	Guru_083	Bahasa Inggris	4	Ketersediaan: 4 → +4 → Jurusan guru: Umum	4	0
3	Senin	1	3IPS	6	Guru_045	Ekonomi	3	Ketersediaan: 3 → +3 → Jurusan guru: IPS	3	0
4	Senin	2	1IPS	2	Guru_086	TIK	1	Ketersediaan: 1 → +1 →	1	0

								Jurusan guru: Umum		
5	Senin	2	2IPS	4	Guru_060	Bahasa Indonesia	4	Ketersediaan: 4 → +4 → Jurusan guru: Umum	4	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
20	Selasa	2	2IPS	4	Guru_103	Sosiologi	4	Ketersediaan: 4 → +4 → Jurusan guru: IPS	4	0
								SUB TOTAL	277	0

2) Langkah 2: Analisis Distribusi Beban

a) IPA

Guru_022: 2 sesi

Kelebihan: 0.4 sesi dari batas

Perhitungan: $0.4 \times 5 = 2$

Penalti: -2

Guru_091: 3 sesi

Kelebihan: 1.4 sesi dari batas

Perhitungan: $1.4 \times 5 = 7$

Penalti: -7

Ringkasan:

Guru <i>overload</i>	: 21 orang
Guru <i>underload</i>	: 16 orang
Total penalti	: -52 (<i>overload</i>) -128 (<i>underload</i>)
Total Poin	: 278
Ketersediaan	: +248
Distribusi	: +30
Total Penalti	: 185
Tidak tersedia	: -0
Jurusan salah	: -0
Bentrok ruangan	: -0
Sesi berurutan	: -5
<i>Overload</i>	: -52
<i>Underload</i>	: 128
Fitness Akhir	: $278 - 185 = 92.86585365853662$

Ringkasan Jadwal IPA.

Total Sesi	: 90
Sesi Valid	: 90 (100.0%)
Guru Aktif	: 66 dari 82
Fitness	: 92.87

Hasil optimasi jadwal IPA menghasilkan total poin sebesar 278, yang diperoleh dari poin ketersediaan guru sebesar 248 dan poin distribusi sebesar 30. Namun, terdapat total penalti sebesar 185 yang terdiri dari penalti sesi berurutan sebesar 5, guru overload sebanyak 21 orang dengan penalti -52, dan guru underload sebanyak 16 orang dengan penalti -128. Tidak terdapat penalti untuk ketidaktersediaan guru, kesalahan jurusan, maupun bentrok ruangan. Dengan demikian, fitness akhir yang dicapai adalah 92,87.

b) IPS

Guru_008: 3 sesi

Kelebihan: 1.3 sesi dari batas

Guru_035: 2 sesi

Kelebihan: 0.3 sesi dari batas

Perhitungan: $1.3 \times 5 = 6$
Penalti: -6

Perhitungan: $0.3 \times 5 = 1$
Penalti: -1

Ringkasan:

Guru *overload* : 25 orang
Guru *underload* : 19 orang
Total penalti : -64 (*overload*) -152 (*underload*)
Total Poin : 307
Ketersediaan : +277
Distribusi : +30
Total Penalti : 221
Tidak tersedia : -0
Jurusan salah : -0
Bentrok ruangan : -0
Sesi berurutan : -5
Overload : -64
Underload : -152
Fitness Akhir : $307 - 221 = 86.34615384615381$

Ringkasan Jadwal IPS.

Total Sesi : 90
Sesi Valid : 90 (100.0%)
Guru Aktif : 59 dari 78
Fitness : 86.35

Hasil optimasi jadwal IPS menghasilkan total poin sebesar 307, yang terdiri dari poin ketersediaan guru 277 dan poin distribusi 30. Total penalti yang diperoleh sebesar 221, meliputi penalti sesi berurutan 5, overload dari 25 guru sebesar -64, dan underload dari 19 guru sebesar -152. Tidak ada penalti untuk ketidakterediaan guru, kesalahan jurusan, maupun bentrok ruangan. Dengan demikian, fitness akhir yang dicapai adalah 86,35.

d. Pembentukan Jadwal.

Tabel 7 Jadwal Kelas I IPA (Senin)

Sesi	Ruangan	ID Guru	Mata Pelajaran	Jurusan	Nilai	Status
1	R.1	Guru_044	Biologi	IPA	1	Tersedia
2	R.1	Guru_031	Bahasa Indonesia	Umum	4	Tersedia
3	R.1	Guru_094	TIK	Umum	3	Tersedia
4	R.1	Guru_088	Bahasa Inggris	Umum	3	Tersedia
5	R.1	Guru_079	Fisika	IPA	2	Tersedia

Tabel 8 Jadwal Kelas II IPA (Senin)

Sesi	Ruangan	ID Guru	Mata Pelajaran	Jurusan	Nilai	Status
1	R.3	Guru_048	Biologi	IPA	4	Tersedia
2	R.3	Guru_046	TIK	Umum	3	Tersedia
3	R.3	Guru_006	Penjaskes	Umum	2	Tersedia
4	R.3	Guru_084	Kimia	IPA	4	Tersedia
5	R.3	Guru_015	Bahasa Indonesia	Umum	1	Tersedia

Tabel 9 Jadwal Kelas III IPA (Senin)

Sesi	Ruangan	ID Guru	Mata Pelajaran	Jurusan	Nilai	Status
1	R.5	Guru_022	Fisika	IPA	2	Tersedia
2	R.5	Guru_119	Bahasa Indonesia	Umum	4	Tersedia
3	R.5	Guru_060	Bahasa Indonesia	Umum	4	Tersedia
4	R.5	Guru_111	Kimia	IPA	2	Tersedia
5	R.5	Guru_119	Bahasa Indonesia	Umum	4	Tersedia

Tabel IV. 1 Jadwal Kelas I IPS (Senin)

Sesi	Ruangan	ID Guru	Mata Pelajaran	Jurusan	Nilai	Status
1	R.2	Guru_008	TIK	Umum	2	Tersedia
2	R.2	Guru_086	TIK	Umum	1	Tersedia
3	R.2	Guru_063	PKn	IPS	3	Tersedia
4	R.2	Guru_073	PKn	IPS	3	Tersedia
5	R.2	Guru_060	Bahasa Indonesia	Umum	4	Tersedia

Tabel IV. 2 Jadwal Kelas II IPS (Senin)

Sesi	Ruangan	ID Guru	Mata Pelajaran	Jurusan	Nilai	Status
1	R.4	Guru_083	Bahasa Inggris	Umum	4	Tersedia
2	R.4	Guru_060	Bahasa Indonesia	Umum	4	Tersedia
3	R.4	Guru_094	TIK	Umum	3	Tersedia
4	R.4	Guru_120	Sosiologi	IPS	3	Tersedia
5	R.4	Guru_087	Sejarah	IPS	4	Tersedia

Tabel IV. 3 Jadwal Kelas III IPS (Senin)

Sesi	Ruangan	ID Guru	Mata Pelajaran	Jurusan	Nilai	Status
1	R.6	Guru_045	Ekonomi	IPS	3	Tersedia
2	R.6	Guru_092	Sejarah	IPS	4	Tersedia
3	R.6	Guru_017	TIK	Umum	3	Tersedia
4	R.6	Guru_086	TIK	Umum	1	Tersedia
5	R.6	Guru_119	Bahasa Indonesia	Umum	4	Tersedia

e. Statistik Detail Per Jurusan

1) IPA

Fitness Akhir	: 92.87
Total Poin	: 278
Total Penalti	: 185
Total Sesi	: 90
Sesi Valid	: 90 (100.0%)
Guru Aktif	: 66 dari 82
Rata-rata Sesi	: 1.4/guru

Tabel 13 Distribusi Beban Guru IPA

No	ID Guru	Mata Pelajaran	Sesi	Beban	Status
1	Guru_079	Fisika	3	273.30%	Overload
2	Guru_081	Fisika	3	273.30%	Overload
3	Guru_091	Matematika	3	273.30%	Overload

4	Guru_022	Fisika	2	182.20%	Overload
5	Guru_119	Bahasa Indonesia	2	182.20%	Overload
6	Guru_060	Bahasa Indonesia	2	182.20%	Overload
7	Guru_057	TIK	2	182.20%	Overload
8	Guru_067	Fisika	2	182.20%	Overload
9	Guru_115	Seni Budaya	2	182.20%	Overload
10	Guru_014	Fisika	2	182.20%	Overload
...	...	...	...	...	...
66	Guru_016	Fisika	1	91.10%	Optimal

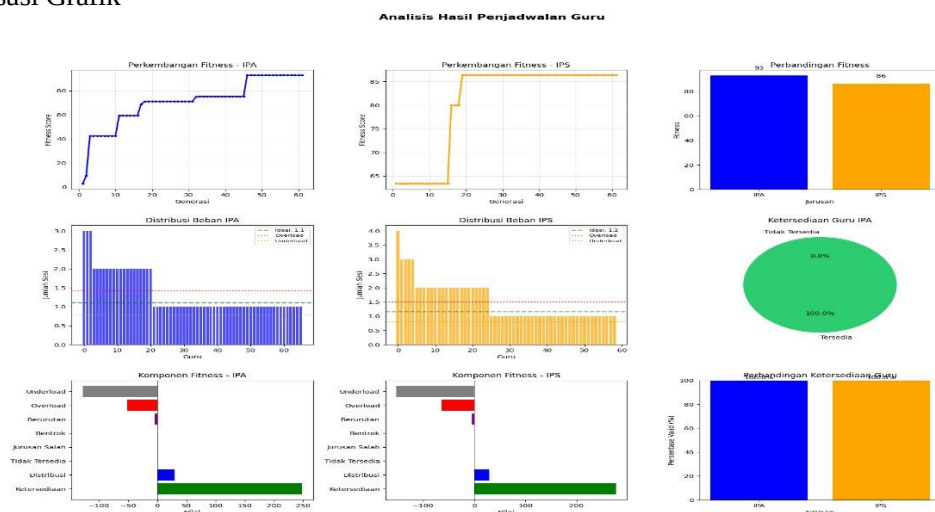
2) IPS

Fitness Akhir : 86.35
 Total Poin : 307
 Total Penalti : 221
 Total Sesi : 90
 Sesi Valid : 90 (100.0%)
 Guru Aktif : 59 dari 78
 Rata-rata Sesi : 1.5/guru

Tabel 14 Distribusi Beban Guru IPS

No	ID Guru	Mata Pelajaran	Sesi	Beban	Status
1	Guru_086	TIK	4	346.70%	Overload
2	Guru_008	TIK	3	260.00%	Overload
3	Guru_083	Bahasa Inggris	3	260.00%	Overload
4	Guru_045	Ekonomi	3	260.00%	Overload
5	Guru_002	PKn	3	260.00%	Overload
6	Guru_060	Bahasa Indonesia	2	173.30%	Overload
7	Guru_017	TIK	2	173.30%	Overload
8	Guru_087	Sejarah	2	173.30%	Overload
9	Guru_103	Sosiologi	2	173.30%	Overload
10	Guru_025	Pendidikan Agama	2	173.30%	Overload
...	...	...	...	...	...
59	Guru_062	Sejarah	1	86.70%	Optimal

f. Vsiualisasi Grafik



Gambar 2 Visualisasi Grafik

Grafik perkembangan fitness menunjukkan bahwa nilai fitness meningkat seiring bertambahnya generasi, di mana jurusan IPA mencapai nilai akhir sekitar 93 dan IPS sekitar 86, menandakan solusi penjadwalan yang semakin optimal. Distribusi beban mengajar memperlihatkan bahwa sebagian besar guru berada pada kondisi beban ideal, meskipun masih terdapat kasus overload dan underload dalam jumlah terbatas. Diagram ketersediaan guru menunjukkan bahwa seluruh guru IPA dan IPS berada dalam kondisi tersedia (100%). Sementara itu, komponen fitness mengindikasikan bahwa faktor ketersediaan dan distribusi beban memberikan kontribusi positif terbesar, sedangkan pelanggaran seperti overload dan ketidakseimbangan beban memberikan pengaruh negatif yang relatif kecil terhadap kualitas jadwal secara keseluruhan.

g. Hasil Akhir Jadwal Lengkap

1) IPA

Tabel 15 Jadwal lengkap IPA

HARI SENIN					
Sesi	Ruangan	Kelas 1 IPA	Kelas 2 IPA	Kelas 3 IPA	Keterangan
Sesi 1	R.3, R.5, R.1	Biologi (Guru_044) Nilai:1	Biologi (Guru_048) Nilai:4	Fisika (Guru_022) Nilai:2	3/3 guru tersedia
Sesi 2	R.3, R.5, R.1	Bahasa Indonesia (Guru_031) Nilai:4	TIK (Guru_046) Nilai:3	Bahasa Indonesia (Guru_119) Nilai:4	3/3 guru tersedia
Sesi 3	R.3, R.5, R.1	TIK (Guru_094) Nilai:3	Penjaskes (Guru_006) Nilai:2	Bahasa Indonesia (Guru_060) ✓ Nilai:4	3/3 guru tersedia
Sesi 4	R.3, R.5, R.1	Bahasa Inggris (Guru_088) Nilai:3	Kimia (Guru_084) Nilai:4	Kimia (Guru_111) ✓ Nilai:2	3/3 guru tersedia
Sesi 5	R.3, R.5, R.1	Fisika (Guru_079) Nilai:2	Bahasa Indonesia (Guru_015) Nilai:1	Bahasa Indonesia (Guru_119) Nilai:4	3/3 guru tersedia

2) IPS

Tabel 16 Jadwal lengkap IPS

HARI SENIN					
Sesi	Ruangan	Kelas 1 IPS	Kelas 2 IPS	Kelas 3 IPS	Keterangan
Sesi 1	R.2, R.4, R.6	TIK (Guru_008) Nilai:2	Bahasa Inggris (Guru_083) Nilai:4	Ekonomi (Guru_045) Nilai:3	3/3 guru tersedia
Sesi 2	R.2, R.4, R.6	TIK (Guru_086) Nilai:1	Bahasa Indonesia (Guru_060) Nilai:4	Sejarah (Guru_092) Nilai:4	3/3 guru tersedia
Sesi 3	R.2, R.4, R.6	PKn (Guru_063) Nilai:3	TIK (Guru_094) Nilai:3	TIK (Guru_017) Nilai:3	3/3 guru tersedia
Sesi 4	R.2, R.4, R.6	PKn (Guru_073) Nilai:3	Sosiologi (Guru_120) Nilai:3	TIK (Guru_086) Nilai:1	3/3 guru tersedia
Sesi 5	R.2, R.4, R.6	Bahasa Indonesia (Guru_060) Nilai:4	Sejarah (Guru_087) Nilai:4	Bahasa Indonesia (Guru_119) Nilai:4	3/3 guru tersedia

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan algoritma genetika mampu menghasilkan solusi penjadwalan yang optimal dan valid, yang dibuktikan dengan tingkat validitas sesi mencapai 100% pada jurusan IPA maupun IPS tanpa adanya konflik jadwal. Nilai fitness yang tinggi, yaitu sebesar 92,87 pada jurusan IPA dan 86,35 pada jurusan IPS, mengindikasikan bahwa algoritma berhasil meminimalkan penalti serta menemukan kombinasi jadwal yang efisien. Selain itu, distribusi beban mengajar guru menjadi lebih terstruktur dan terkendali, terlihat dari jumlah guru aktif yang cukup merata, yaitu 66 guru pada jurusan IPA dan 59 guru pada jurusan IPS, dengan rata-rata beban mengajar berkisar antara 1,4 hingga 1,5 sesi per guru, sehingga pembagian tugas menjadi lebih proporsional. Secara keseluruhan, penerapan algoritma genetika terbukti efektif dalam mendukung pengambilan keputusan penjadwalan berbasis data dengan mempertimbangkan berbagai kendala seperti ketersediaan waktu guru, jumlah sesi, kelas, dan mata pelajaran, sehingga mampu menghasilkan jadwal yang lebih sistematis, mengurangi ketidakseimbangan beban kerja, serta meningkatkan efisiensi dibandingkan metode manual yang sebelumnya digunakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Sebagai penutup, penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Potensi Utama yang telah memberikan kesempatan dan dukungan dalam penyelesaian Karya Tulis Ilmiah (KTI) ini.

REFERENSI

- [1] Pulungana, R. D., Sarib, R. N., & Rahmanc, I. (2023). Rancang Bangun Aplikasi Penjadwalan Seminar Dan Sidang Tugas Akhir/Skripsi Berbasis Android Di Universitas Potensi Utama. *Jurnal Rekayasa Sistem (JUREKSI)*, 1(1), 408-423.
- [2] Pane, Y. S. (2024). Sistem Penjadwalan Kegiatan Terminal di Pelabuhan dengan Menggunakan Metode Round Robin Berbasis Web. *Jurnal Rekayasa Sistem (JUREKSI)*, 2(2), 617-628.
- [3] Putra, J. D., & Puspita, K. (2025). Rancang Bangun Aplikasi Agenda Harian Guru Berbasis Android Pada SMP Negeri 1 Beringin. *Jurnal Rekayasa Sistem (JUREKSI)*, 3(2), 410-422.
- [4] Pratama, D., & Sianturi, C. J. M. (2024). Penerapan Metode Round Robin Dalam Penjadwalan Penyewaan Tenda Berbasis Web Dan Android. *Jurnal Info Digit (JID)*, 2(3), 1132-1144.
- [5] Afrizal, S., & Atmaja, N. S. (2025). IMPLEMENTASI METODE FIFO PADA PENJADWALAN TRAINING GYM BERBASIS WEB DI DANKER GYM. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 13(2).
- [6] Wiratna, R. E., Nurlaili, A. L., & Rizki, A. M. (2023). Pembuatan Aplikasi Penjadwalan Mata Kuliah Menggunakan Algoritma Genetika. *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, 4(1), 13-20.
- [7] Prasisti, D., & Nugroho, Y. A. (2023). Optimasi Penjadwalan Produksi untuk Meminimalkan Makespan dengan Pendekatan Particle Swarm Optimization dan Genetic Algorithm. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, 2(2), 111-118.
- [8] Pratama, S. A. (2025). Sistem Penjadwalan Otomatis Menggunakan Algoritma Genetika pada Lingkungan Sekolah. *Jurnal Komputer*, 3(2), 55-60.
- [9] Fajarlestari, M. K., & Hardiyanti, M. (2024). Sistem Penjadwalan Karyawan dengan Algoritma Genetika. *Jurnal Buana Informatika*, 15(2), 142-152.

- [10] Desmarini, M., Sarip, N. R., & Agustini, D. S. (2024). Sistem Penjadwalan Rapat Pada Kantor Dinas Perhubungan Provinsi Sumatera Utara Menggunakan Algoritma Genetika. *Elkom: Jurnal Elektronika dan Komputer*, 17(2), 635-645.
- [11] Cahya, M. N., Maulani, I. E., Intan, I., & Ambarwati, T. A. (2023). Penerapan Algoritma Genetika dalam Optimisasi Penjadwalan Sistem Informasi Akademik. *Jurnal Sosial Teknologi*, 3(2), 103-107.
- [12] Nazarius, A., Pratama, R. D., Soebagijo, R. A., Priskila, R., & Pranatawijaya, V. H. (2024). Pengimplementasian algoritma genetika dalam sistem penjadwalan praktikum. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(3), 3237-3243.
- [13] Gifari, A. (2026). Penerapan Algoritma Genetika Untuk Penjadwalan Mata Pelajaran di SMA Negeri 7 Halmahera Selatan. *Jurnal Minfo Polgan*, 15(1), 81-85.
- [14] Pangestu, L. A., Suryawan, S. H., & Latipah, A. J. (2023). Penerapan Algoritma Genetika Dalam Penjadwalan Mata Pelajaran. *Jurnal Informatika*, 10(2), 194-205.
- [15] Prasetya, W., & Jollyta, D. (2023). Penerapan Algoritma Genetika Dalam Penjadwalan Mata Kuliah. *Jurnal Mahasiswa Aplikasi Teknologi Komputer dan Informasi (JMApTeKsi)*, 5(2), 144-147.
- [16] Pratiwi, N. I., & Prabowo, A. (2025). Analisis servicescape, hedonic lifestyle dan promotion intention terhadap keputusan pembelian konsumen pada Suara Coffee & Space. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 4547–4555. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.2656>
- [17] Riska, A., & Prabowo, A. (2025). Analisis social media marketing, servicescape, dan harga terhadap keputusan pembelian konsumen di Romansa Kopi. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 4917–4925. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.2710>
- [18] Arini, D. P., & Prabowo, A. (2025). Analisis customer experience dan customer trust terhadap keputusan pasien berkunjung kembali pada Klinik Alternatif Akupuntur Serumpun Bambu. *ANALISIS*, 15(2), 310–328. <https://doi.org/10.37478/als.v15i02.6497>
- [19] Prabowo, A., Adam, A. A., Subhan, Z. N., Tanjung, Y., Parhusip, A. A., Deviana, A., & Irwansyah. (2025). Sustainable business practices in coffee shops: The role of marketing innovation, digital marketing, and branding innovation through market development. *International Journal of Accounting and Economics Studies*, 12(6), 43–50. <https://doi.org/10.14419/p0k0pc78>
- [20] Akila, F., & Prabowo, A. (2025). Pengaruh customer experience, perceived product quality dan brand trust terhadap keputusan pembelian konsumen Dunkin Donuts Gatot Subroto. *ProBisnis: Jurnal Manajemen*, 16(5), 1157–1165. <https://ejournal.joninstitute.org/index.php/ProBisnis/article/view/1158>
- [21] Kurniawan, D., & Prabowo, A. (2025). Analisis customer relationship marketing, marketing communications dan service quality personal trainer terhadap tingkat kepuasan member pada Vizta Gym Cemara Asri Medan. *VALUE: Jurnal Ilmiah Akuntansi, Keuangan dan Bisnis*, 6(2), 392–407. <https://doi.org/10.36490/value.v6i2.2160>
- [22] Prabowo, A., Tanjung, Y., Enzelia, E. L., Bangun, R., Simarmata, H. M. P., & Wahyuni, E. S. (2025). Eksplorasi promosi berbasis social media marketing dan brand image: Identifikasi impulsive buying behaviour melalui customer engagement pada konsumen brand fashion ZARA di Kota Medan. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 6(3), 727–747. <https://doi.org/10.55081/jurdip.v6i3.4431>
- [23] Prabowo, A., & Tarigan, T. D. (2025). Analisis servicescape, social media marketing dan customer experience terhadap minat berkunjung kembali konsumen Fore Coffee Citraland Helvetia Medan. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 6(3), 996–1010. <https://doi.org/10.55081/jurdip.v6i3.4581>
- [24] Prabowo, A., Siburian, P., & Bangun, R. (2025). Repurchase intention among millennial coffee shop customers: Exploring key determinants. *International Journal of Accounting and Economics Studies*, <https://kti.potensi-utama.org/redaksijurnalupu@gmail.com>

- 12(8), 761–769. <https://doi.org/10.14419/j7ch0q39>
- [25] Tanjung, S., & Prabowo, A. (2025). Analisis social media marketing dan customer relationship marketing terhadap kepuasan konsumen Sikologi Coffee. *Economic and Education Journal (Ecoducation)*, 7(3), 975–989. <https://doi.org/10.33503/ecoducation.v7i3.2345>
- [26] Rizki, S., Prabowo, A., & Pasaribu, E. S. (2025). Optimalisasi kinerja karyawan pada kawasan industri di Sumatera Utara: Peran work engagement dan employee experience melalui safety knowledge. *Economic and Education Journal (Ecoducation)*, 7(3), 1022–1038. <https://doi.org/10.33503/ecoducation.v7i3.2386>
- [27] Tarigan, R. R. M. T., Wahyuni, E. S., Prabowo, A., & Mauliza, P. (2026). Pengaruh pemasaran digital terhadap keputusan pembelian dengan citra merek sebagai variabel mediasi. *MARAS: Jurnal Penelitian Multidisiplin*, 4(1), 110–119. <https://doi.org/10.60126/maras.v4i1.1503>
- [28] Mahlia, M., & Prabowo, A. (2026). Analisis experiential marketing, word of mouth, dan online customer review terhadap keputusan pembelian pada PT. Alfa Scorpii. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 5(1), 14596–14606. <https://doi.org/10.31004/riggs.v5i1.8083>
- [29] Dalimunthe, S. M., & Pohan, Y. A. (2025). Pengaruh budaya digital, pengembangan sumber daya manusia (SDM) dan lingkungan kerja fisik terhadap kinerja pegawai Dinas Ketenagakerjaan Kota Medan. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 7004–7014. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.3050>
- [30] Tambunan, A. M., & Pohan, Y. A. (2025). Pengaruh inovasi produk, free layanan after sales dan kualitas informasi produk di website terhadap keputusan pembelian mesin Inkjet PT. Megasatria Hiticher. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 7412–7422. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.3107>
- [31] Delvin, S., & Pohan, Y. A. (2025). Pengaruh komitmen afektif, komitmen berkelanjutan dan komitmen normatif terhadap kinerja karyawan PT Navya Retail Indonesia. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 7540–7550. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.3134>
- [32] Zai, S., & Pohan, Y. A. (2025). Pengaruh sanksi keterlambatan, biaya administrasi dan tarif jasa simpan terhadap kepuasan nasabah dalam menggunakan jasa gadai pada PT. Sentral Gadai Persada. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3). <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.3284>
- [33] Devini, S. Z., & Pohan, Y. A. (2025). Pengaruh kualitas pelayanan, kualitas produk dan fasilitas terhadap kepuasan pelanggan Lazatto Chicken & Burger cabang UMSU. *Jurnal Daya Saing*, 11(3), 899–905. <https://doi.org/10.35446/dayasaing.v11i3.2504>
- [34] Zulnawati, S. E., & Pohan, Y. A. (2026). Pengaruh perceived ease of use, brand trust dan customer experience terhadap minat pengguna Maxim di Kota Medan. *Jurnal Akutansi Manajemen Ekonomi Kewirausahaan (JAMEK)*, 6(1), 112–120. <https://doi.org/10.47065/jamek.v6i1.2285>
- [35] Rezzaini, H., Kadariah, S., & Riski, B. (2025). Pengaruh pembiayaan murabahah dan literasi keuangan terhadap kesejahteraan nasabah UMKM. *Jurnal Riset Perbankan Syariah*, 4(2), 143–152. <https://doi.org/10.29313/jrps.v4i2.8726>
- [36] Nazli, P., Kadariah, S., & Sari, S. P. (2026). Model peningkatan minat menabung generasi Z di bank syariah melalui media sosial dan edukasi digital untuk penguatan ekosistem keuangan. *Journal of Science and Social Research*, 9(3), 4999–5005. <https://doi.org/10.54314/jssr.v9i3.6723>
- [37] Sipahutar, E., Asshidiq, H., Kadariah, S., Murtani, A., Nazli, P., & Trihapsari, M. (2026). Integrasi pengetahuan, religiusitas, promosi dan minat dalam keputusan menabung berbasis perilaku individu: Pendekatan multidisiplin (MSDM, psikologi, perbankan syariah, dan akuntansi). *Jurnal Ilmiah Edunomika*, 10(2). <https://doi.org/10.29040/jie.v10i2.19873>

- [38] Reza, F., & Nazli, P. (2025). SWOT analysis in the marketing strategy of IB Mudarabah Deposit products at PT. Bank Sumut KCP Syariah Karya Medan. *Digital Business: Tren Bisnis Masa Depan*, 16(4), 171–178. <https://ejournal.cria.or.id/index.php/db/article/view/357>
- [39] Andira, M. F., & Ridwan, M. (2025). The influence of service quality, transparency, and religiosity on PT Bank Mandiri employees' interest in donation to Ziswaf at The Mandiri Amal Insani Zakat (LAZ) Institution Medan Representative. *BISEI: Jurnal Bisnis dan Ekonomi Islam*, 10(2), 117–130. <https://doi.org/10.33752/bisei.v10i2.10758>
- [40] Ainayah, D., Hutagalung, M. K., Riski, B., & Arafah, S. (2025). Pengaruh perceived value dan perceived quality terhadap loyalitas nasabah pembiayaan KPR IB Griya pada PT Bank Sumut Syariah KCPSY Hampan Perak. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(4), 2015–2021. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.3561>
- [41] Daulay, Z., Riski, B., & Hutagalung, M. K. (2025). Analisis implementasi metode pemasaran direct selling pada produk talangan umroh di PT. Bank Sumut Syariah Kantor Cabang Pembantu Hampan Perak. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(4), 2133–2143. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.3551>
- [42] Rahman, R. J., Miko, J., & Rizki, B. (2025). The impact of mobile banking services on customer satisfaction in the digital era at PT. Bank Sumut Syariah KCP Hampan Perak. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(4), 5940–5946. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.4135>
- [43] Rezzaini, H., Kadariah, S., & Riski, B. (2025). Pengaruh pembiayaan murabahah dan literasi keuangan terhadap kesejahteraan nasabah UMKM. *Jurnal Riset Perbankan Syariah*, 4(2), 143–152. <https://doi.org/10.29313/jrps.v4i2.8726>
- [44] Daulay, Z., Riski, B., & Hutagalung, M. K. (2025). Analisis implementasi metode pemasaran direct selling pada produk talangan umroh di PT. Bank Sumut Syariah Kantor Cabang Pembantu Hampan Perak. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(4), 2133–2143. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i4.3551>
- [45] Alfinsyah, R., & Murtani, A. (2025). Analysis of the use of QRIS as financial technology among millennials: A case study at Warkop Kita 2 and Warkop Agam. *Digital Business: Tren Bisnis Masa Depan*, 16(4), 164–170. <https://doi.org/10.59651/digital.v16i4.355>
- [46] Eka Putra, S., Nurmala Sari, T., Simatupang, J., Murtani, A., & Tanjung, Y. (2025). Analysis of the benefits of the 7P marketing mix strategy on the brand image of Butong Tea at PT Perkebunan Nusantara IV Bah Butong. *Jurnal Ilmiah Sosio-Ekonomika Bisnis*, 28(2), 30–37. <https://doi.org/10.22437/jiseb.v28i02.41506>