

Analisis Algoritma Genetika dan Algoritma Monroe pada Penjadwalan Tenaga Kesehatan di Rumah Sakit H. Amri Tambunan Deli Serdang

Ade Guna Suteja¹, Muhammad Iqbal², Muhammad Syahputra Novelan³

^{1,2,3} Master of Information Technology, Panca Budi Development University, Indonesia

^{1*} adeqsuteja@gmail.com, ² muhammadiqbal@dosen.pancabudi.ac.id, ³ putranovelan@dosen.pancabudi.ac.id

ABSTRACT

Healthcare workforce scheduling is an essential component of hospital management because it directly affects service quality, workload distribution, and operational efficiency. Manual scheduling often leads to scheduling conflicts, uneven workload distribution, and inefficiencies in healthcare personnel allocation. This study aims to compare the performance of the Genetic Algorithm and Monroe-Based Allocation Algorithm in healthcare workforce scheduling at H. Amri Tambunan Hospital, Deli Serdang. Hospital employee data were used as the dataset for scheduling simulation. The Genetic Algorithm optimizes scheduling through selection, crossover, and mutation processes, while the Monroe-based approach allocates healthcare workers proportionally to ensure balanced workload distribution. Both algorithms were evaluated based on fitness value, scheduling conflict minimization, workload balance, and computation time. The results show that both algorithms produce identical fitness values and scheduling distributions. However, the Monroe-based algorithm demonstrates significantly faster computation time than the Genetic Algorithm, indicating higher efficiency for simple scheduling scenarios. These findings suggest that the Monroe-based approach is more suitable for equitable workload distribution in simple scheduling problems, whereas the Genetic Algorithm remains more adaptable for complex scheduling scenarios involving multiple constraints.

Keywords: Genetic Algorithm, Monroe Algorithm, Healthcare Workforce Scheduling, Scheduling Optimization, Hospital Management

ABSTRAK

Penjadwalan tenaga kesehatan merupakan komponen penting dalam manajemen rumah sakit karena berpengaruh langsung terhadap kualitas pelayanan, pemerataan beban kerja, dan efisiensi operasional. Penjadwalan yang dilakukan secara manual sering menimbulkan konflik jadwal, ketidakseimbangan distribusi beban kerja, serta inefisiensi dalam alokasi tenaga kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa Algoritma Genetika dan pendekatan Monroe-Based Allocation dalam penjadwalan tenaga kesehatan di Rumah Sakit H. Amri Tambunan Deli Serdang. Data pegawai rumah sakit digunakan sebagai dataset untuk simulasi penjadwalan. Algoritma Genetika mengoptimalkan jadwal melalui proses seleksi, crossover, dan mutasi, sedangkan pendekatan Monroe-Based Allocation mendistribusikan tenaga kesehatan secara proporsional untuk memastikan pemerataan beban kerja. Kedua algoritma dievaluasi berdasarkan nilai fitness, minimisasi konflik jadwal, pemerataan beban kerja, dan waktu komputasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua algoritma menghasilkan nilai fitness dan distribusi penjadwalan yang identik. Namun, pendekatan Monroe-Based Allocation memiliki waktu komputasi yang lebih cepat dibandingkan Algoritma Genetika sehingga lebih efisien untuk kasus penjadwalan sederhana. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan Monroe-Based Allocation lebih sesuai digunakan untuk pemerataan beban kerja pada skenario penjadwalan sederhana, sedangkan Algoritma Genetika lebih adaptif untuk kasus penjadwalan yang lebih kompleks dengan banyak constraint.

Kata Kunci: Algoritma Genetika, Algoritma Monroe, Penjadwalan Tenaga Kesehatan, Optimasi Penjadwalan, Manajemen Rumah Sakit

1. Pendahuluan

Penjadwalan tenaga kesehatan merupakan aspek strategis dalam manajemen operasional rumah sakit karena secara langsung memengaruhi kualitas pelayanan, efisiensi sumber daya, dan pemerataan beban kerja tenaga kesehatan. Penyusunan jadwal yang tidak optimal dapat menyebabkan konflik penugasan, ketidakseimbangan distribusi *shift*, kelelahan kerja, hingga penurunan kualitas pelayanan pasien. Dalam praktiknya, banyak rumah sakit masih melakukan penjadwalan secara manual sehingga proses penyusunan jadwal menjadi



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

kurang efisien, rentan terhadap kesalahan, dan sulit memenuhi berbagai batasan operasional secara simultan [1][2].

Permasalahan penjadwalan tenaga kesehatan telah banyak diteliti menggunakan pendekatan optimasi dan metaheuristik. Algoritma Genetika merupakan salah satu metode yang banyak diterapkan karena memiliki kemampuan eksplorasi solusi yang baik dalam ruang pencarian kompleks serta efektif menangani berbagai hard constraint dan soft constraint pada *nurse scheduling problem* [3]. Selain itu, berbagai pendekatan *hybrid* dan *heuristic optimization* juga telah dikembangkan untuk meningkatkan kualitas jadwal dengan mempertimbangkan preferensi tenaga medis, lembur, dan regulasi rumah sakit [4][5].

Meskipun berbagai pendekatan optimasi telah banyak diterapkan pada permasalahan penjadwalan tenaga kesehatan, sebagian besar penelitian berfokus pada peningkatan kualitas solusi berdasarkan minimisasi konflik jadwal dan optimasi *fitness* tanpa secara khusus mengevaluasi aspek keadilan distribusi beban kerja antar tenaga kesehatan. Padahal, dalam konteks operasional rumah sakit, pemerataan beban kerja menjadi faktor penting untuk menjaga kesejahteraan tenaga medis, menekan tingkat kelelahan kerja, dan mempertahankan kualitas pelayanan kesehatan secara berkelanjutan.

Namun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada optimasi kualitas jadwal dan minimisasi konflik, sementara aspek pemerataan beban kerja antar tenaga kesehatan masih relatif kurang diperhatikan. Padahal, distribusi beban kerja yang tidak seimbang dapat menurunkan kepuasan kerja dan berdampak pada performa layanan kesehatan [6]. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang tidak hanya berorientasi pada optimasi jadwal tetapi juga mempertimbangkan *fairness* dalam distribusi penugasan. Dalam penelitian ini, pendekatan *Monroe-Based Allocation* digunakan sebagai pendekatan *fairness-based allocation* untuk dibandingkan dengan Algoritma Genetika dalam penjadwalan tenaga kesehatan di Rumah Sakit H. Amri Tambunan Deli Serdang.

Berbeda dengan penelitian terdahulu yang umumnya hanya mengevaluasi algoritma optimasi berbasis metaheuristik, penelitian ini mengintegrasikan pendekatan *fairness-based allocation* berbasis prinsip Monroe sebagai metode pembanding untuk mengevaluasi efektivitas distribusi beban kerja dalam penjadwalan tenaga kesehatan. Pendekatan ini memberikan perspektif baru dalam analisis penjadwalan dengan mempertimbangkan keseimbangan distribusi tugas selain kualitas optimasi jadwal.

Penelitian ini difokuskan pada skenario penjadwalan sederhana berbasis distribusi jumlah tenaga kesehatan per *shift* menggunakan data kepegawaian rumah sakit sebagai dasar simulasi. Oleh karena itu, penelitian ini berfungsi sebagai studi awal untuk mengevaluasi efektivitas kedua pendekatan algoritmik sebelum diterapkan pada skenario penjadwalan yang lebih kompleks dengan *constraint* operasional tambahan.

Keterbaruan penelitian ini terletak pada analisis komparatif antara algoritma berbasis optimasi global dan algoritma berbasis pemerataan distribusi penugasan dalam konteks penjadwalan tenaga kesehatan rumah sakit. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan metode yang paling efektif berdasarkan nilai *fitness* penjadwalan, konflik jadwal, pemerataan beban kerja, dan efisiensi komputasi.

2. Tinjauan Pustaka

Penjadwalan tenaga kesehatan merupakan permasalahan optimasi kombinatorial yang kompleks karena harus mempertimbangkan berbagai batasan seperti jumlah tenaga kerja, pembagian *shift*, preferensi pegawai, batas maksimal jam kerja, serta pemerataan distribusi beban kerja. Kompleksitas tersebut menjadikan penjadwalan tenaga kesehatan sebagai salah satu bentuk *NP-hard problem* sehingga sulit diselesaikan secara optimal menggunakan pendekatan manual maupun metode eksak pada skala data besar [2].



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam penyelesaian masalah penjadwalan adalah Algoritma Genetika (*Genetic Algorithm/GA*). Algoritma Genetika merupakan algoritma optimasi berbasis evolusi biologis yang bekerja melalui proses pembentukan populasi awal, evaluasi *fitness*, seleksi, *crossover*, dan mutasi untuk menghasilkan solusi terbaik secara iteratif. Penelitian oleh [1] menunjukkan bahwa Algoritma Genetika mampu meningkatkan kualitas penjadwalan tenaga kesehatan dengan mempertimbangkan faktor kelelahan tenaga medis serta batasan operasional rumah sakit. Selain itu, penelitian [7] membuktikan bahwa kombinasi *Genetic Algorithm* dengan pendekatan heuristik lain dapat menghasilkan solusi jadwal yang lebih optimal dibanding metode konvensional. Hasil serupa juga ditunjukkan pada penelitian oleh [8] yang menerapkan Algoritma Genetika pada penjadwalan shift perawat dan memperoleh peningkatan efisiensi penyusunan jadwal dibanding metode manual.

Meskipun Algoritma Genetika efektif dalam optimasi jadwal, pendekatan ini umumnya berorientasi pada pencarian solusi dengan *fitness* tertinggi sehingga belum secara eksplisit menjamin pemerataan distribusi beban kerja antar tenaga kesehatan. Dalam konteks rumah sakit, distribusi beban kerja yang tidak merata dapat menyebabkan kelelahan kerja pada sebagian tenaga kesehatan dan menurunkan efisiensi layanan kesehatan [5][9].

Konsep pemerataan beban kerja (*workload balancing*) menjadi salah satu aspek penting dalam sistem penjadwalan modern, khususnya pada lingkungan layanan kesehatan yang menuntut keberlanjutan performa tenaga medis. Pendekatan *workload balancing* bertujuan mendistribusikan beban kerja secara proporsional sehingga tidak terjadi penumpukan tugas pada individu atau kelompok tertentu. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan strategi *workload balancing* mampu meningkatkan kepuasan kerja, menurunkan tingkat kelelahan, serta memperbaiki kualitas layanan rumah sakit.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini mengadopsi pendekatan *Monroe-Based Allocation* sebagai metode berbasis *fairness allocation*. Pendekatan ini diadaptasi dari prinsip *proportional representation* pada teori Monroe yang menekankan distribusi representatif secara proporsional terhadap kelompok atau kuota tertentu. Dalam konteks penjadwalan tenaga kesehatan, prinsip tersebut diterapkan untuk mendistribusikan shift kerja secara merata sehingga setiap tenaga kesehatan memperoleh beban kerja yang lebih seimbang.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa pendekatan berbasis pemerataan beban kerja (*workload balancing*) mampu meningkatkan kepuasan kerja tenaga medis dan menurunkan tingkat kelelahan operasional [6]. Namun, studi yang secara khusus membandingkan pendekatan optimasi berbasis *Genetic Algorithm* dengan pendekatan *fairness-based allocation* seperti Monroe pada kasus penjadwalan tenaga kesehatan masih sangat terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini melakukan analisis komparatif antara Algoritma Genetika dan Algoritma Monroe untuk mengevaluasi efektivitas keduanya dalam menghasilkan penjadwalan tenaga kesehatan yang optimal sekaligus adil berdasarkan aspek *fitness* penjadwalan, konflik jadwal, pemerataan beban kerja, dan efisiensi komputasi.

3. Bahan & Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental untuk menganalisis performa Algoritma Genetika dan Algoritma Monroe dalam penjadwalan tenaga kesehatan di Rumah Sakit H. Amri Tambunan Deli Serdang.



Lisensi

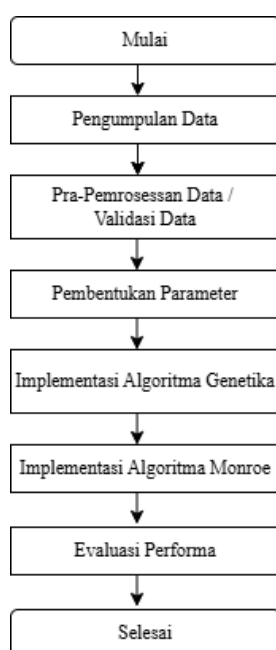
Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

3.1. Dataset Penelitian

Dataset yang digunakan merupakan data pegawai Rumah Sakit H. Amri Tambunan Deli Serdang yang diperoleh dari dokumen kepegawaian rumah sakit dalam format CSV. Dataset terdiri dari 899 data pegawai dengan lima atribut utama, yaitu NIK Pegawai, Nama Pegawai, Alamat, Jenis Kelamin, dan Umur. Data ini digunakan sebagai dasar dalam proses simulasi penjadwalan tenaga kesehatan. Tahap *preprocessing* dilakukan dengan membersihkan data duplikat, memvalidasi kelengkapan atribut, serta mengonversi atribut yang diperlukan ke dalam format numerik untuk kebutuhan komputasi.

Karena keterbatasan atribut operasional dalam dataset, penelitian ini memodelkan penjadwalan pada skenario distribusi tenaga kesehatan sederhana yang berfokus pada pemerataan jumlah personel per *shift* tanpa mempertimbangkan atribut lanjutan seperti kompetensi medis, unit kerja, preferensi shift, maupun batas maksimal jam kerja.

3.2. Tahapan Penelitian



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian pada studi ini diawali dengan proses pengumpulan data pegawai rumah sakit, yaitu memperoleh dataset tenaga kesehatan Rumah Sakit H. Amri Tambunan Deli Serdang yang digunakan sebagai dasar dalam proses penjadwalan. Data yang dikumpulkan meliputi informasi identitas pegawai seperti NIK, nama, alamat, jenis kelamin, dan umur. Setelah data diperoleh, dilakukan *preprocessing* dan validasi dataset untuk memastikan kualitas data melalui pembersihan data duplikat, penanganan data kosong, serta validasi konsistensi atribut agar dataset siap digunakan dalam proses komputasi.

Tahap berikutnya adalah pembentukan parameter penjadwalan tenaga kesehatan, yaitu mendefinisikan aturan dan batasan penjadwalan seperti jumlah *shift* kerja, kapasitas tenaga kesehatan per *shift*, serta *constraint* distribusi penugasan yang akan digunakan dalam simulasi. Selanjutnya dilakukan implementasi Algoritma Genetika untuk menghasilkan solusi penjadwalan optimal melalui mekanisme evolusi populasi berdasarkan proses seleksi, *crossover*, dan mutasi. Selain itu, dilakukan pula implementasi Algoritma Monroe sebagai metode perbandingan yang berfokus pada distribusi penugasan tenaga kesehatan secara proporsional dan merata.



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

Setelah kedua algoritma diimplementasikan, dilakukan simulasi penjadwalan tenaga kesehatan menggunakan dataset penelitian untuk menghasilkan jadwal kerja berdasarkan masing-masing algoritma. Tahap akhir adalah evaluasi performa algoritma, yang dilakukan dengan membandingkan hasil penjadwalan berdasarkan nilai *fitness*, jumlah konflik jadwal, tingkat pemerataan beban kerja, serta waktu komputasi guna menentukan algoritma yang paling efektif dalam penjadwalan tenaga kesehatan.

3.3. Representasi Data Penjadwalan

Dalam penelitian ini, setiap tenaga kesehatan direpresentasikan sebagai satu entitas penjadwalan yang akan dialokasikan ke dalam slot shift kerja. Misalkan:

$$N = 899 \quad (1)$$

dengan:

N = jumlah total tenaga kesehatan yang dijadwalkan

Jumlah shift kerja yang digunakan dalam simulasi dibagi ke dalam tiga kategori:

- 1) *Shift* Pagi
- 2) *Shift* Siang
- 3) *Shift* Malam

Kuota ideal distribusi tenaga kesehatan per shift dihitung menggunakan:

$$Q = \frac{N}{S} \quad (2)$$

dengan:

Q = kuota ideal tenaga kesehatan per shift

N = jumlah tenaga kesehatan

S = jumlah shift kerja

Model penjadwalan pada penelitian ini menerapkan *constraint* dasar berupa setiap tenaga kesehatan hanya dapat dialokasikan pada satu shift dalam satu periode penjadwalan serta distribusi jumlah tenaga kesehatan pada setiap shift diupayakan mendekati kuota ideal.

3.4. Implementasi Algoritma Genetika

Algoritma Genetika digunakan untuk mencari solusi penjadwalan optimal berdasarkan fungsi *fitness*. Setiap kromosom merepresentasikan satu kombinasi jadwal tenaga kesehatan. Fungsi *fitness* dirumuskan sebagai:

$$Fitness = \frac{1}{1 + C + D} \quad (3)$$

dengan:

C = jumlah konflik jadwal

D = deviasi distribusi beban kerja

Tahapan Algoritma Genetika meliputi:

- 1) Inisialisasi populasi awal secara acak
- 2) Evaluasi *fitness* seluruh kromosom
- 3) Seleksi *parent* menggunakan *roulette wheel*
- 4) *Crossover* satu titik
- 5) Mutasi acak pada gen
- 6) Pembentukan generasi baru

Parameter pengujian Algoritma Genetika yang digunakan:



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

Tabel 1. Parameter Algoritma Genetika

Parameter	Nilai
Ukuran Populasi	50
Jumlah Generasi	100
Probabilitas <i>Crossover</i>	0,8
Probabilitas Mutasi	0,1

Pemilihan parameter Algoritma Genetika didasarkan pada konfigurasi umum yang banyak digunakan dalam penelitian optimasi penjadwalan untuk menjaga keseimbangan antara kualitas solusi dan efisiensi komputasi.

3.5. Implementasi Algoritma Monroe

Algoritma Monroe digunakan untuk mendistribusikan tenaga kesehatan ke *shift* kerja secara proporsional dan merata. Setiap tenaga kesehatan dialokasikan ke *shift* dengan memperhatikan kapasitas shift ideal.

Deviasi pemerataan dihitung menggunakan:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^N |x_i - Q|}{N} \quad (4)$$

dengan:

D = deviasi distribusi beban kerja

x_i = jumlah penugasan tenaga kesehatan ke- i

Q = kuota ideal shift

Semakin kecil nilai deviasi, semakin merata distribusi beban kerja. Pendekatan ini mengadopsi prinsip *proportional allocation* dengan tujuan meminimalkan deviasi distribusi personel antar *shift* sehingga tercapai keseimbangan beban kerja yang optimal.

3.6. Evaluasi Kinerja Algoritma

Kinerja kedua algoritma dievaluasi menggunakan empat parameter utama:

- 1) Nilai *Fitness* Penjadwalan : untuk mengukur kualitas solusi jadwal yang dihasilkan.
- 2) Jumlah Konflik Jadwal : untuk menghitung pelanggaran *constraint* penjadwalan.
- 3) Pemerataan Beban Kerja : untuk mengukur distribusi shift antar tenaga kesehatan.
- 4) Waktu Komputasi : untuk membandingkan efisiensi proses algoritma.

Evaluasi dilakukan dengan membandingkan output kedua algoritma pada dataset yang sama sehingga hasil perbandingan mencerminkan performa relatif masing-masing metode dalam skenario penjadwalan yang identik.

4. Hasil

Implementasi Algoritma *Monroe-Based Allocation* dan Algoritma Genetika dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python berdasarkan dataset tenaga kesehatan Rumah Sakit H. Amri Tambunan Deli Serdang sebanyak 899 data pegawai. Simulasi penjadwalan dilakukan untuk mendistribusikan tenaga kesehatan ke dalam tiga shift kerja, yaitu *shift* pagi, *shift* siang, dan *shift* malam sesuai dengan constraint pemerataan jumlah tenaga kesehatan per *shift*.

Untuk memperoleh hasil yang objektif, pengujian dilakukan pada skenario penjadwalan yang identik untuk kedua algoritma dengan menggunakan dataset, jumlah *shift*, dan parameter evaluasi yang sama. *Output* yang dihasilkan kemudian dianalisis berdasarkan distribusi penjadwalan, nilai fitness, dan waktu komputasi masing-masing algoritma.

Potongan program utama yang digunakan dalam simulasi penjadwalan ditunjukkan pada *Listing* berikut ini:



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

Listing Algoritma Monroe dan Algoritma Genetika

```
def monroe_schedule(pegawai, shifts):
    schedule = {shift: [] for shift in shifts}
    shuffled = pegawai.copy()
    random.shuffle(shuffled)
    quota = len(pegawai) // len(shifts)
def genetic_algorithm():
    population = [create_individual() for _ in range(POP_SIZE)]
    for _ in range(GENERATIONS):
        population = sorted(population, key=fitness, reverse=True)
```

Berdasarkan implementasi program tersebut, diperoleh hasil simulasi penjadwalan tenaga kesehatan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Simulasi Penjadwalan Tenaga Kesehatan

Metode	Shift Pagi	Shift Siang	Shift Malam	Fitness	Waktu Komputasi
Algoritma Monroe	299	299	301	0,5147	0,0005
Algoritma Genetika	299	299	301	0,5147	0,2193

Hasil simulasi menunjukkan bahwa kedua algoritma menghasilkan distribusi tenaga kesehatan yang identik pada seluruh *shift* kerja, yaitu 299 tenaga kesehatan pada shift pagi, 299 pada shift siang, dan 301 pada *shift* malam. Nilai *fitness* yang diperoleh kedua algoritma juga sama sebesar 0,5147.

Meskipun menghasilkan distribusi penjadwalan yang identik, kedua algoritma menunjukkan perbedaan signifikan pada waktu komputasi. Algoritma *Monroe-Based Allocation* mampu menghasilkan solusi penjadwalan dalam waktu 0,0005 detik, sedangkan Algoritma Genetika membutuhkan waktu 0,2193 detik. Dengan demikian, Algoritma Monroe menunjukkan efisiensi komputasi sekitar 438,6 kali lebih cepat dibandingkan Algoritma Genetika pada skenario pengujian yang digunakan.

5. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Algoritma *Monroe-Based Allocation* dan Algoritma Genetika menghasilkan distribusi penjadwalan tenaga kesehatan yang identik pada skenario pengujian ini, yaitu 299 tenaga kesehatan pada shift pagi, 299 tenaga kesehatan pada *shift* siang, dan 301 tenaga kesehatan pada *shift* malam dengan nilai *fitness* sebesar 0,5147. Temuan ini menunjukkan bahwa pada permasalahan penjadwalan sederhana yang hanya mempertimbangkan pemerataan jumlah tenaga kesehatan per *shift*, kedua pendekatan mampu menghasilkan solusi optimal yang setara.

Kesetaraan hasil antara kedua algoritma terjadi karena ruang solusi pada skenario penelitian relatif sederhana dan memiliki *constraint* yang terbatas, sehingga distribusi optimal dapat dicapai melalui pendekatan proporsional langsung maupun optimasi evolusioner. Dalam kondisi seperti ini, keunggulan eksploratif Algoritma Genetika belum memberikan peningkatan kualitas solusi yang signifikan dibandingkan metode distribusi proporsional sederhana.

Perbedaan utama kedua algoritma terlihat pada aspek efisiensi komputasi. Algoritma *Monroe-Based Allocation* menghasilkan solusi dalam waktu 0,0005 detik, sedangkan Algoritma Genetika membutuhkan waktu 0,2193 detik. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan berbasis alokasi proporsional memiliki kompleksitas komputasi yang lebih rendah karena tidak memerlukan proses iteratif seperti pembentukan populasi, evaluasi *fitness*, seleksi, crossover, dan mutasi yang menjadi karakteristik Algoritma Genetika.

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa algoritma metaheuristik seperti *Genetic Algorithm* memberikan performa optimal pada permasalahan penjadwalan dengan *constraint* kompleks dan ruang solusi besar, namun cenderung kurang



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

efisien apabila diterapkan pada kasus sederhana dengan struktur solusi yang mudah dipenuhi [3][7]. Penelitian oleh [10] juga menunjukkan bahwa Algoritma Genetika efektif digunakan pada optimasi penjadwalan tenaga kesehatan dengan multi-constraint pada fasilitas pelayanan kesehatan. Sebaliknya, pendekatan berbasis *workload balancing* lebih efektif digunakan ketika tujuan utama penjadwalan adalah pemerataan distribusi beban kerja tanpa melibatkan banyak *constraint* tambahan [5][6].

Dengan demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilihan algoritma penjadwalan perlu disesuaikan dengan kompleksitas permasalahan yang dihadapi. Untuk skenario penjadwalan sederhana yang berorientasi pada pemerataan distribusi personel, Algoritma *Monroe-Based Allocation* lebih efisien dan memadai untuk digunakan. Namun, pada kasus penjadwalan yang melibatkan banyak batasan operasional seperti preferensi *shift*, kompetensi tenaga medis, larangan *shift* berturut-turut, dan aturan jam kerja maksimum, Algoritma Genetika diperkirakan akan memberikan keunggulan yang lebih signifikan.

Keterbatasan penelitian ini terletak pada penggunaan dataset yang belum memuat atribut operasional rumah sakit secara lengkap, sehingga simulasi penjadwalan masih difokuskan pada distribusi jumlah tenaga kesehatan per *shift*. Oleh karena itu, hasil penelitian ini merepresentasikan evaluasi awal terhadap efektivitas kedua algoritma pada skenario dasar penjadwalan tenaga kesehatan.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Algoritma Monroe dan Algoritma Genetika sama-sama mampu menghasilkan distribusi penjadwalan tenaga kesehatan yang merata pada kasus penjadwalan di Rumah Sakit H. Amri Tambunan Deli Serdang, dengan nilai *fitness* yang identik sebesar 0,5147. Kedua algoritma menghasilkan distribusi tenaga kesehatan yang sama pada setiap *shift* kerja, yaitu 299 tenaga kesehatan pada *shift* pagi, 299 pada *shift* siang, dan 301 pada *shift* malam. Namun demikian, Algoritma Monroe menunjukkan efisiensi komputasi yang lebih tinggi dengan waktu proses sebesar 0,0005 detik, jauh lebih cepat dibandingkan Algoritma Genetika yang membutuhkan 0,2193 detik. Hasil ini menunjukkan bahwa untuk kasus penjadwalan sederhana yang hanya mempertimbangkan pemerataan distribusi tenaga kesehatan, Algoritma Monroe lebih efektif dan efisien digunakan dibandingkan Algoritma Genetika. Sementara itu, Algoritma Genetika tetap memiliki potensi keunggulan untuk diterapkan pada permasalahan penjadwalan yang lebih kompleks dengan melibatkan banyak *constraint* tambahan. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan constraint operasional rumah sakit yang lebih kompleks agar kemampuan optimasi kedua algoritma dapat dievaluasi secara lebih komprehensif.

REFERENSI

- [1] A. Amindoust, M. Asadpour, and S. Shirmohammadi, "A Hybrid Genetic Algorithm for Nurse Scheduling Problem considering the Fatigue Factor.," *J. Healthc. Eng.*, vol. 2021, p. 5563651, 2021, doi: 10.1155/2021/5563651.
- [2] Z. Chen, P. De Causmaecker, and Y. Dou, "A combined mixed integer programming and deep neural network-assisted heuristics algorithm for the nurse rostering problem," *Appl. Soft Comput.*, vol. 136, p. 109919, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2022.109919>.
- [3] A. Wibowo and Y. Lianawati, "A Multi-objective Genetic Algorithm for Optimizing the Nurse scheduling Problem," *Int. J. Recent Technol. Eng.*, no. 3, pp. 5409–5414, 2021, doi: 10.35940/ijrte.C6204.098319.
- [4] J. Guo and J. F. Bard, "A column generation-based algorithm for midterm nurse scheduling with specialized constraints, preference considerations, and overtime," *Comput. Oper. Res.*, vol. 138, p. 105597, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cor.2021.105597>.



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

- [5] A. Yasmine, O. Yassine, Y. Farouk, and C. Hicham, “Workload balancing for the nurse scheduling problem: A real-world case study from a French hospital,” *Socioecon. Plann. Sci.*, vol. 95, p. 102046, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2024.102046>.
- [6] Z. Fourati, S. Smaoui, and H. Kamoun, “An integrated Lexicographic goal programming and dynamic satisfaction function model for effective nurse scheduling,” *Decis. Anal. J.*, vol. 9, p. 100349, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100349>.
- [7] J. Schrack, R. Ortega, K. Dabu, D. Truong, M. Aibin, and A. Aibin, “Combining Tabu Search and Genetic Algorithm to Determine Optimal Nurse Schedules,” in *2021 IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering (CCECE)*, 2021, pp. 1–7. doi: 10.1109/CCECE53047.2021.9569111.
- [8] A. C. Siregar and B. C. Octariadi, “Implementasi Algoritma Genetika untuk Penjadwalan Shift Perawat,” *J. Inov. dan Trem*, vol. 3, no. 1, 2025.
- [9] H. Xiao, S. Zeng, Y. Peng, and G. Kou, “A simulation optimization approach for weight valuation in analytic hierarchy process,” *Eur. J. Oper. Res.*, vol. 321, no. 3, pp. 851–864, 2025, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2024.10.018>.
- [10] A. B. Chandra, A. P. Farahdiansari, and R. Stighfarrinata, “Optimasi Penjadwalan Perawat dan Bidan dengan Pendekatan Metode Algoritma Genetika Pada Puskesmas Kecamatan Purwosari,” *JUTIN J. Tek. Ind. Terintegrasi*, vol. 7, no. 1, 2024, doi: 10.31004/jutin.v7i1.



Lisensi

Lisensi Internasional Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.