

Optimasi Penggunaan Energi Pada Sistem Pencahayaan Gedung Bandara Kualanamu Deli Serdang Dalam Rangka Konservasi Energi Menggunakan Metode Algoritma Genetika

Benri Purba, Parlin Siagian, Rahmaniar

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Pancabudi Medan, Indonesia

*Koresponden email: benripueba15@gmail.com, parlinsiagian@dosen.pancabudi.ac.id

Diterima : 15 Agustus 2024

Disetujui: 4 September 2024

Abstrak

Energy saving must be carried out by the government, companies or the community. The high consumption of electricity is a strong reason to optimise electrical energy and lighting systems in buildings and other public places. In this study, the author uses a genetic algorithm to optimise the use of electrical energy and lighting in the Kualanamu Airport building. Genetic algorithm is a computing technique based on the principle of evolution in genetics. This study aims to test the effectiveness of using genetic algorithms to optimise the lighting system of the Kualanamu Airport building. The data used in this study is real-time data from the MCB power system or the airport building meter. Based on the calculations and analysis carried out in this study, it can be concluded that the AG evaluation presentation test has the best results with an average crossover of 0.3-1, an average mutation of 0.05-0.5 and an average generation of 92, with a fitness value of 1,438.72.

Keywords: *energy conservation, energy optimization, genetic algorithm, airport building, power system*

Abstrak

Konservasi Energi wajib dijalankan oleh pemerintahan, perusahaan, ataupun masyarakat. Tingginya konsumsi daya listrik dan menjadikan alasan kuat untuk melakukan optimalisasi energi listrik dan sistem pencahayaan pada gedung dan tempat publik lainnya. Pada penelitian ini penulis menggunakan algoritma genetika dalam melakukan optimasi penggunaan energi listrik dan pencahayaan di gedung bandara Kualanamu medan. Algoritma genetika merupakan sebuah teknik dalam komputasi yang berbasis pada prinsip evolusi dalam genetika. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas penerapan algoritma genetika untuk mengoptimalkan sistem pencahayaan gedung Bandara Kualanamu Deli Serdang. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data real-time dari sistem tenaga MCB atau meteran gedung bandara. Berdasarkan pada perhitungan dan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pengujian presentasi evaluasi AG memiliki hasil terbaik dengan rata-rata crossover 0,3–1, rata-rata mutasi 0,05–0,5, dan rata-rata generasi 92, dengan nilai fitness 1,438.72.

Kata Kunci : *konservasi energi, optimasi energi, algoritma genetika*

1. Pendahuluan

Pelestarian, pengembangan, atau yang lebih dikenal dengan konservasi energi merupakan suatu tujuan yang tentunya menjadi tanggung jawab pemerintahan, pengusaha, dan masyarakat seperti yang dijelaskan Permen ESDM no.13 tahun 2012 tentang penghematan energi listrik [1]. Agar tercapainya tujuan tersebut, direkomendasikan untuk melakukan audit dan penelitian untuk menghemat energi listrik terutama di Gedung Bandara Kualanamu. Inti dari penghematan energi listrik terutama pada gedung bertingkat maupun gedung yang sangat luas seperti bandara kualanamu berada di penggunaan *Air Conditioner* (AC) ataupun mesin-mesin yang beroperasi dengan menekan serendah-rendahnya konsumsi energi yang dihasilkan dari AC dan mesin tersebut.

Penelitian ini nantinya akan menghasilkan nilai berupa perhitungan nilai Intensitas Konsumsi Energi (IKE) dan bobot dari pencahayaan yang nantinya bisa dimaksimalkan dalam penghematan energi listrik serta memberikan rekomendasi tentang pengoptimalan penggunaan energi listrik dalam rangka pelestarian dan optimalisasi energi [2].

Penelitian akan diawali dengan pengukuran Intensitas Konsumsi Energi (IKE), pengukuran intensitas cahaya dan energi listrik yang dihasilkan oleh perangkat yang memiliki daya yang boros, serta mencari rekomendasi pengoptimalan penggunaan energi listrik pada sistem pencahayaan dan pengurangan

konsumsi daya pada AC. Score hasil pengukuran IKE, intensitas cahaya, konsumsi energi listrik serta hasil pengoptimalan nantinya akan dibandingkan dan dianalisis [3].

Algoritma genetika merupakan salah satu rekomendasi atas solusi yang dapat digunakan dalam mengoptimalkan pencahayaan dan pengematan energi listrik di gedung bandara kualanamu. Algoritma genetika adalah sebuah teknik dalam komputasi yang berbasis pada prinsip evolusi dalam genetika. Algoritma genetika digunakan untuk hasil yang optimal dalam suatu permasalahan dengan cara menyeleksi, menggabungkan, dan memutasi sekumpulan kromosom [4], [5]. Penerapan algoritma genetika dapat membantu mengoptimalkan sistem pencahayaan dan kelistrikan pada Gedung bandara kualanamu dengan mempertimbangkan sejumlah kriteria dan kendala, seperti jumlah perangkat, generator, konsumsi daya per perangkat, dan kapasitas ruangan [6].

Penelitian ini bertujuan untuk menguji seberapa besar efek penerapan algoritma genetika dalam mengoptimalkan sistem pencahayaan Gedung bandara kualanamu. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data real time dari sistem kelistrikan pada MCB ataupun meter pada Gedung bandara. Algoritma genetika diterapkan untuk menghasilkan sistem pencahayaan dan kelistrikan yang lebih optimal dengan mempertimbangkan sejumlah kriteria, seperti jumlah penggunaan daya, jumlah perangkat, perangkat yang memiliki konsumsi daya besar dan kapasitas masing-masing ruangan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam mengoptimalkan pencahayaan an kelistrikan pada Gedung bandara kualanamu [7], [8].

2. Metode Penelitian

2.1 Energi Listrik

Energi Listrik merupakan salah satu energi yang paling penting bagi masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Hal ini memungkinkan karena energi listrik sangat mudah disalurkan dan dimanfaatkan menjadi suatu bentuk energi baru[9]. Disamping itu dengan meningkatnya pertumbuhan dan perkembangan penduduk, produksi yang sangat banyak disektor industri menjadikan konsumsi energi yang meningkat pesat [10]. Ada dua variabel yang mempengaruhi konsumsi listrik di rumah yaitu jenis dan jumlah perangkat elektronik yang digunakan, dan penggunaan perangkat listrik itu sendiri. Salah satu penyumbang energi terbesar dalam kehidupan masyarakat sehari-hari adalah energi listrik.

2.2 Algoritma Genetika

Algoritma Genetika (AG) merupakan suatu algoritma pencarian yang dikutip dari proses seleksi alam dan genetika yang berasal dari mikroorganisme biologis. Di alam, makhluk seperti mikroorganisme dalam suatu populasi bersaing untuk mendapatkan sumber daya seperti makanan, air, dan tempat tinggal. Ini merupakan prinsip dasar yang diterapkan untuk mencari solusi suatu permasalahan dengan cara melakukan optimalisasi dan memberikan hasil yang lebih efisien pada setiap iterasi hingga tercapai nilai yang optimal. Desain AG didasarkan pada proses yang terjadi pada organisme di alam, seperti inisiasi populasi, mencari nilai dari kromosom, melakukan seleksi dari kromosom, persilangan, dan mutasi [11].

Untuk membuat sistem penjadwalan optimalisasi perangkat listrik dan sistem pencahayaan ini, metode AG menjadi solusi yang digunakan. Metode ini digunakan untuk menentukan nilai utama pada permasalahan konsumsi energi untuk melakukan optimasi penjadwalan perangkat listrik. Pencarian nilai dari kromosom terjadi ketika hasil mutasi proses mencapai nilai tertinggi. Nilai ini adalah nilai yang optimal dan proses selesai. Namun, jika nilai masalah belum mencapai nilai tertinggi, maka proses akan diproses lagi sampai nilai yang paling optimal diperoleh [12].

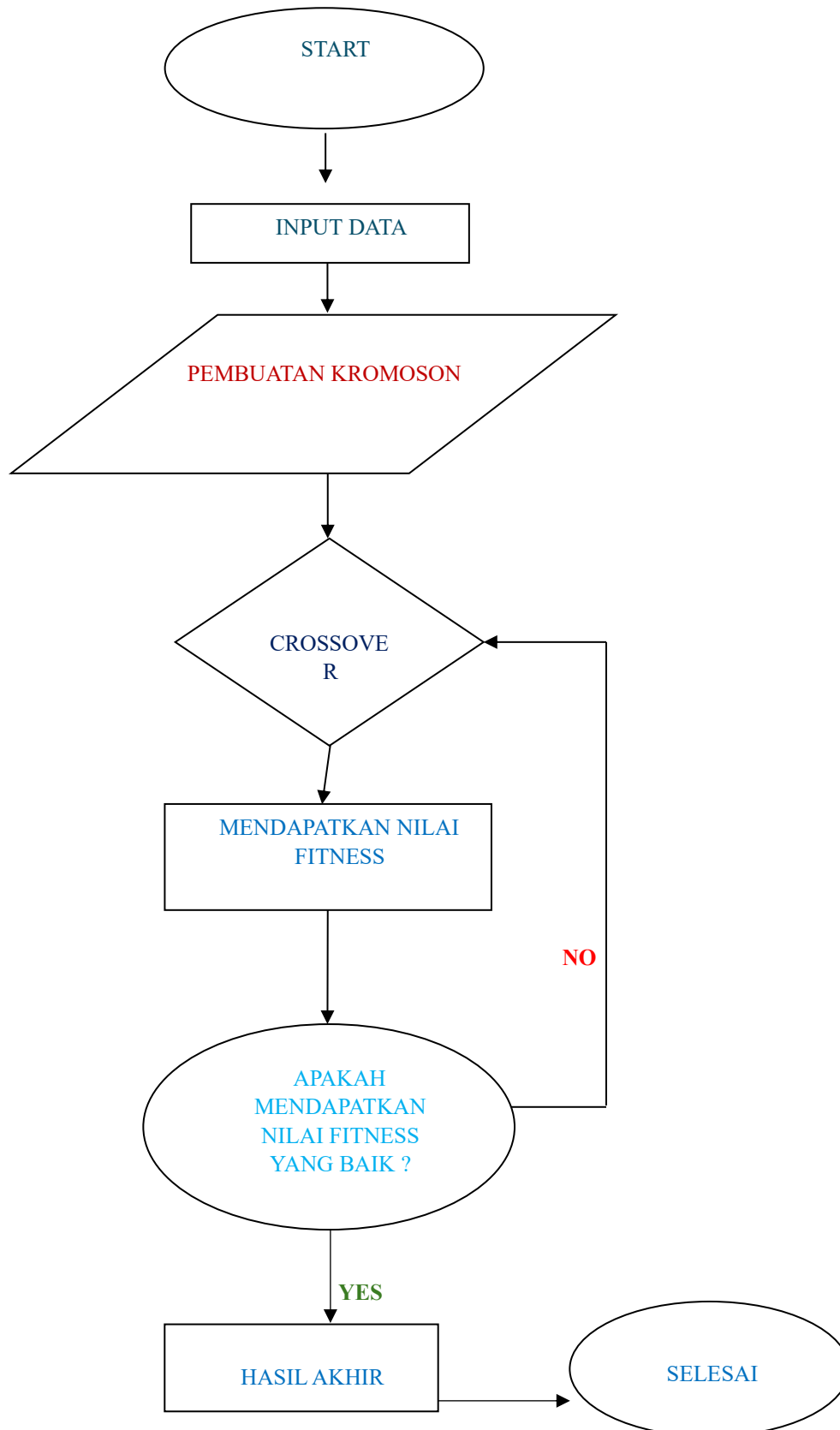
2.3. Generasi Awal

Dalam tahap pertama pembentukan populasi dari satu generasi, generasi awal adalah ketika dimana SGA menghasilkan sejumlah individu secara acak sebagai populasi. Jumlah individu ini dapat ditentukan berdasarkan masalah yang akan diselesaikan dan tetap sama selama setiap proses evolusi (dari generasi awal hingga generasi akhir sampai penemuan solusi). Individu dalam populasi ini dikenal sebagai kromosom [13][14].

2.4. Fungsi Fitness

Pada Generasi Awal, seorang individu dievaluasi berdasarkan fungsi sebagai tolak ukur dari nilai kualitas K1-nya. Fitur ini disebut fitur fitness. Hal pertama yang perlu kita perhatikan adalah fungsi tujuan K4, dalam hal optimasi kita mengenal dua permasalahan K2 yaitu maksimisasi dan minimalisasi. Memaksimalkan K3 berarti mencari nilai maksimal dari sesuatu (mungkin suatu fungsi). Jadi tujuannya

adalah memaksimalkan sesuatu, sedangkan meminimalkan berarti mencari nilai minimum dari sesuatu. Nilai fitness digunakan untuk memaksimalkan suatu fungsi. Misalnya, jika tujuannya adalah untuk memaksimalkan fungsi h , maka formula fungsi kebugaran yang dapat digunakan adalah $f = h$, dan jika tujuannya adalah untuk meminimalkan fungsi h , maka fungsi nilai fitness adalah $f = 1/h$. Namun, jika h bernilai 0, fungsi fitness akan bermasalah, karena f dapat bernilai tak. Untuk mengatasi masalah ini, fungsi fitness harus diubah sedikit [13][15].



Gambar 1. Flowchart penelitian

Hasil Dan Pembahasan

3.1 Evaluasi Kromosom

Pada evaluasi kromosom, dilakukan pencarian nilai ambang batas maksimum penggunaan daya listrik pada gedung bandara, dengan biaya maksimal sebesar Rp.30.000.000,00 dalam sebulan di bandara Kualanamu.

$$kWh \text{ per bulan} = \frac{30.000.000}{5.492}$$

$$kWh \text{ per bulan} = 5.462,2$$

$$kWh \text{ per bulan} = 5.462,2$$

Perhitungan threshold dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Threshold = \frac{\text{kWh perbulan}}{\text{perhari}}$$

$$Threshold = \frac{5.462,2}{30}$$

$$Threshold = 163.86 \text{ kWh}$$

Dibulatkan menjadi :

$$Threshold = 163 \text{ kWh / hari}$$

Di tahap perhitungan manual dari Generasi Awal yang akan dimulai dari inialisasi kelompok, evaluasi nilai kromosom, seleksi nilai kromosom, crossover, dan mutasi. Nilai input yang akan digunakan sebagai berikut:

Tabel 1. Nilai Input

Device	Nama Device	Daya	Jumlah	Kelas	Golongan
D1	AC	1.2 kWh	4	High	1.444,7
D2	PC	600 Watt	43	High	1.444,7
D3	Lampu	60 Watt	72	Mid	1.444,7
D7	Mesin Bagasi	2.0 kWh	20	High	1.444,7

3.2 Inialisasi Populasi

Pada tahap inialisasi populasi, jumlah populasi awal kromosom yang digunakan, yang terdiri dari 7 kromosom dengan 7 perangkat, total 48 gen digunakan. Populasi awal ini digambarkan sebagai berikut:

[27 39 24 19 15 22 26 17 28 20]
 [23 20 17 15 11 12 18 22 28 21]
 [17 22 27 23 15 12 17 22 20 16]
 [15 17 12 10 9 11 18 22]
 [18 14 10 9 7 15 19 14]

3.2.1 Pembangkitan Populasi Awal

Pada tahap ini dibangkitkan empat jadwal kebangkitan populasi awal sebanyak ukuran populasi.

Tabel 2. Jadwal kebangkitan populasi

Jadwal ke	Unit 1	Unit 2	Unit 3
1	1	0	1
2	1	1	1
3	0	1	0
4	1	0	1

3.2.2 Perhitungan Nilai Objektif dan Fitness

$$\begin{aligned}
 F_1 &= c + bP_1 + aP_1^2(bb) + U_1t(1 - U_1t-1)S_1t \\
 &= (6000 + 2467,4 (225) + 0.2 (225)^2 (42,589) + 334.940.000 \\
 &= (24.330.699,81) + 344.940.000 \\
 F_1 &= 369.270.669,8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_2 &= c + bP_2 + aP_2^2(bb) + U_1t(1 - U_1t-1)S_1t \\
 &= (125250 + 2496,1(125) + 0,01(125))96,1636 + 115.910.000 \\
 &= 42.063.761,71 + 115.910.000 \\
 F_2 &= 157.973.761,7
 \end{aligned}$$

Total Biaya pembangkit yang dihasilkan dari F1+F2 :
 $F_1 + F_2 = 527.244.431,5$

3.3 Evaluasi Kromosom Lanjutan

Pada tahapan selanjutnya, setelah mendapatkan nilai dari populasi awal, setiap kromosom akan dilakukan perhitungan nilai total fitness dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Fitness} (i) = \sum_{n=1}^i \frac{H(i) \times W(i) \times \text{jumla device}}{1000}$$

Keterangan :

H (i) = durasi ke i

W (i) = watt ke i

$$\begin{aligned}
 \text{Fitness} (i) &= \frac{27 \times 1.200 \times 4}{1000} + \frac{19 \times 600 \times 43}{1000} + \frac{24 \times 20 \times 24}{1000} + \frac{22 \times 20 \times 15}{1000} + \frac{15 \times 60 \times 72}{1000} + \frac{24 \times 800 \times 5}{1000} \\
 &\quad + \frac{16 \times 1.200 \times 4}{1000}
 \end{aligned}$$

$$\text{Fitness} (i) = 129,6 + 490,2 + 11,52 + 6,6 + 64,8 + 96 + 640$$

$$\text{Fitness} (i) = 1.438,72$$

3.4 Crossover

Untuk fase cross-over, operator cross-over dan seleksi digunakan untuk memilih dua objek secara acak. Jika nilai acak pada pasangan lebih kecil dari nilai probabilitas silang (PC), empat gen terakhir akan ditukar dengan gen pada kromosom pasangannya. Ini menghasilkan generasi keturunan yang benar-benar baru atau individu. Proses crossover terjadi berulang kali, bukan hanya sekali. Ini terjadi hingga nilai acak yang dihasilkan lebih kecil dari probabilitas crossover dan probabilitas yang digunakan sebesar 0,5. Setelah crossover selesai, setiap kromosom diperiksa untuk memastikan bahwa jumlah kilowatt jam yang digunakan oleh kromosom tidak melebihi ambang batas. Jika kromosom melebihi ambang batas, nilai gen kromosom akan dikurangi 10% untuk setiap gen.

Tabel 3. Penjadwalan Crossover

Jadwal ke-	Economic Dispatch (MW) Unit ke-														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	400	400	0	0	0	200	100	100	100	200	200	526	414	0	0
2	400	400	0	0	200	200	100	100	100	200	200	526	214	0	0
3	400	400	0	0	200	200	100	100	100	200	200	490	150	0	0
4	400	400	0	100	200	200	100	100	100	200	200	490	150	0	0
5	400	400	0	100	200	200	100	100	100	200	200	490	150	0	0
6	400	400	0	100	200	200	100	100	100	200	200	0	490	0	0
7	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	190	0	0	0	0
8	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	200	390	0	0	0
9	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	200	490	150	0	0
10	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	200	526	314	0	0
11	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	200	526	314	0	0
12	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	200	390	150	0	0
13	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	200	526	164	0	150
14	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	200	526	314	0	0
15	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	200	526	314	0	0
16	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	200	526	414	0	0
17	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	200	526	374	150	0
18	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	200	526	464	150	0
19	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	200	526	464	150	0
20	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	0	526	508	306	0
21	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	0	526	508	306	0
22	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	0	526	508	216	0
23	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	0	526	0	464	0
24	400	400	100	100	200	200	100	100	100	200	0	526	0	414	0

Pada **Tabel 4** dibawah ini merupakan pasangan kromosom yang mendapatkan nilai terbanyak perdevice. Nilai terbanyak ditentukan dari jumlah penggunaan tertinggi.

Tabel 4. Hasil Pasangan Kromosom

-	Pasangan 1						
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
K7	22	18	12	15	27	23	19
K5	17	14	19	22	10	9	5
-	Hasil						
K7	28	17	19	23	18	7	15
K5	19	15	13	24	14	8	5

Hasil **Tabel 4** diatas merupakan hasil dari penjumlahan crossover yang telah dilakukan konversi bentuk kromosom awal. Dimana hasil ini mempengaruhi nilai fitness yang telah dijumlahkan.

Tabel 5. Hasil akhir biaya penghematan energi

Jam Ke-	Biaya Pembangkitan (Rp)
1	568.547.938
2	579.203.826,5
3	556.391.628
4	585.182.048,2
5	585.182.048,2
6	519.518.849,6
7	412.640.605,6
8	547.733.249,8
9	613.972.468,4
10	661.213.106,2
11	661.213.106,2
12	593.323.258,6
13	668.935.241
14	661.213.106,2
15	661.213.106,2
16	686.218.527,1
17	721.737.129,7
18	744.527.614,4
19	744.527.614,4
20	737.132.010,1
21	737.132.010,1
22	715.161.993,2
23	642.445.559,9
24	629.726.481,4

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan pada sistem kelistrikan di bandara Kualanamu Medan, dapat disimpulkan bahwa dalam pengujian performansi AG, presentasi evaluasi terbaik mencapai nilai 0,3–1, tingkat mutation terbaik mencapai 0,05–0,5, dan tingkat generasi terbaik mencapai generasi 92, dengan nilai fitness 1,438.72. Dan hasil pencocokan dari Kromosom tertinggi ada di K7.

5. Daftar Pustaka

- [1] D. Syachreza Himawan and B. Sudiarto, "Upaya Konservasi Energi Listrik pada Universitas Indonesia Berdasarkan Metode Intensitas Konsumsi Energi," *Edu Elekrika Journal*, vol. 11, no. 2, 2019.
- [2] Gusmedi, Herri, and Dikpride Despa. "Optimasi Penggunaan Energi Pada Sistem Pencahayaan Gedung Rektorat Universitas Lampung Dalam Rangka Konservasi Energi." *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan 2.3* (2014).
- [3] R. Rahmaniari, S. Anisah, and A. Junaidi, "Peningkatan Pemahaman PUIL 2000 dan Perhitungan Iluminasi pada Museum Deli Serdang," *Jurnal Abdidas*, vol. 2, no. 3, pp. 646–651, Jun. 2021, doi: 10.31004/abdidas.v2i3.326.
- [4] Yansuri, Daeny Septi, Subianto Subanto, and M. Wahyu Aidil Fitra. "Konservasi Penggunaan Energi Listrik di Pabrik Area Proses Minyak (Studi Kasus PT. Indofood CBP Sukses Makmur Palembang)." *Jurnal Ampere 8.2* (2023): 165-171.
- [5] H. Batih, Dhami, and J. Damiri, "Estimasi Dampak Implementasi Kebijakan Terhadap Potensi Konservasi Energi Di Sektor Industri," *Energi dan Kelistrikan : Jurnal Ilmiah*, vol. 11, no. 1, 2019.
- [6] G. , S. B. , May, M. , Taisch, and V. Prabhu, "Multi-objective genetic algorithm for energy efficient job shop scheduling," *Int J Prod Res*, 2019.
- [7] Utomo, Heri Budi, Hari Purnama, and Gabriel Jordy Adryan. "Konservasi Energi dan Audit Energi Listrik Pada Rumah Tinggal." *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*. Vol. 12. 2021.
- [8] D. Sembiring, "Optimalisasi Penggunaan Energi Listrik Di SGU," *Faktor Exacta*, vol. 1, 2018.
- [9] Pantong, K., S. Chirarattananon, and P. Chaiwiwatworakul. "Development of energy conservation programs for commercial buildings based on assessed energy saving potentials." *Energy Procedia 9* (2011): 70-83.
- [10] B. Negash Getu, H. A. Attia, A. Khaimah, and R. Al Khaimah, "Electricity Audit and Reduction of Consumption: Campus Case Study," 2018. [Online]. Available: <http://www.ripublication.com4423>

- [11] L. Haldurai, T. Madhubala, and R. Rajalakshmi, "A Study on Genetic Algorithm and its Applications," *International Journal of Computer Sciences and Engineering International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 2022, [Online]. Available: www.ijcseonline.org
- [12] Juningtyastuti, Agung Warsito, and Fanny Hadisusanto, "Optimisasi Kinerja Pencahayaan Buatan Untuk Efisiensi Pemakaian Energi Listrik Pada Ruangan Dengan Metode Algoritma Genetika," *Jurnal Momentum*, vol. 13, no. 2, 2021.
- [13] Lani, Rohaeni, Deni Saepudin, and Aniq Atiqi Rohmawati. "Penerapan Algoritma Genetika Untuk Optimasi Debit Air Pada Pembangkit Listrik Tenaga Air." *Studi Kasus: Waduk Situ Cileunca, Jawa Barat. e-Proceeding of Engineering 3.2* (2016): 3964-3971.
- [14] P. Siagian, M. E. Dalimunthe, B. Siregar, M. Fadlan, and R. A. Frasasti, "The Cost of Islamic Boarding School Electricity Bills is Lowered by Installing Solar Cells on Grid Limiters," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bestari*, vol. 1, no. 8, pp. 895–904, Dec. 2022, doi: 10.55927/jpmb.v1i8.1954.
- [15] Samsuddin, Suriadi, and Yuwaldi Away. "Audit Dan Optimasi Energi Listrik Pada Bangunan Kampus Menggunakan Metode Algoritma Genetika." *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)* 2.1 (2019): 31-37.