

Optimasi Penjadwalan Petugas Penjagaan Portal Dinas Perhubungan Batang Hari dengan Algoritma Genetika

Lira Aryani^{1*}, Sherli Yurinanda²

^{1,2} Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

ABSTRAK

Penjadwalan shift penjagaan portal di Dinas Perhubungan Batang Hari masih dilakukan secara manual, yang menimbulkan sejumlah permasalahan seperti distribusi kerja yang tidak merata, bentrokan antar petugas, dan proses penyusunan jadwal yang cukup memakan waktu. Permasalahan ini berdampak pada efektivitas operasional dan menurunkan kepuasan kerja petugas lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang penjadwalan yang optimal dan adil bagi seluruh petugas dengan memanfaatkan algoritma genetika. Metode yang digunakan mencakup tahapan pengumpulan data jadwal dan petugas, representasi kromosom, inialisasi populasi, evaluasi fitness, seleksi, crossover, dan mutasi. Hasil dari penelitian ini memuat nilai fungsi objektif terbaik (terkecil) yaitu kromosom 35=[0,0,6] dengan $f(x)=4$ jadwal ini memenuhi kebutuhan shift malam, tapi kosong di pagi dan siang. Nilai fungsi objektif mendekati ideal ($f(x)\approx 8-10$) yaitu kromosom 16=[1,0,6], kromosom 11=[4,0,2], kromosom 13=[2,0,6], dll. Jadwal ini lebih seimbang, tetapi masih memiliki kelebihan atau kekurangan disalah satu shift. Nilai fungsi objektif tertinggi (terburuk) misal kromosom 36=[4, 2, 8] dan kromosom 7=[3,3,8] dengan $f(x)=26$ jadwal ini mengalami kelebihan alokasi petugas secara ekstrem, tidak efisien. Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma genetika merupakan metode yang efektif dalam mengatasi permasalahan penjadwalan jaga portal di Dinas Perhubungan Batang Hari. Namun dalam penelitian ini fungsi objektif menunjukkan bahwa sebagian besar solusi belum sepenuhnya optimal.

ABSTRACT

Scheduling of portal guard shifts at the Batang Hari Transportation Agency is still done manually, which causes a number of problems such as uneven work distribution, clashes between officers, and a time-consuming schedule preparation process. These problems have an impact on operational effectiveness and reduce job satisfaction of field officers. This research aims to design optimal and fair scheduling for all officers by utilizing genetic algorithms. The method used includes the stages of collecting schedule and officer data, chromosome representation, population initialization, fitness evaluation, selection, crossover, and mutation. The results of this study contain the best (smallest) objective function value which is chromosome 35=[0,0,6] with $f(x)=4$ this schedule meets the needs of the night shift, but is empty in the morning and afternoon. Objective function values close to ideal ($f(x)\approx 8-10$) are chromosome 16=[1,0,6], chromosome 11=[4,0,2], chromosome 13=[2,0,6], etc. This schedule is more balanced, but still has advantages or disadvantages in one of the shifts. The highest (worst) objective function value e.g. chromosome 36=[4, 2, 8] and chromosome 7=[3,3,8] with $f(x)=26$ this schedule has excess allocation of officers in an extreme, inefficient manner. This research shows that the genetic algorithm is an effective method in solving the problem of scheduling portal guards at the Batang Hari Transportation Agency. However, in this study the objective function shows that most solutions are not fully optimal.

Kata Kunci: Algoritma Genetika, Penjadwalan Shift, Fungsi Objektif, Optimasi Distribusi Kerja, Evaluasi Kromosom
Email Address: * liraaryani924@gmail.com

DOI: <http://dx.doi.org/10.30829/jistech.v10i1.23318>

Diterima 30 Maret 2025; Direvisi 23 Juni 2025; Disetujui 27 Juni 2025



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Pendahuluan

Dinas Perhubungan Batang Hari, yang dimana memiliki peran penting dalam mengatur lalu lintas dan memberikan pelayanan publik yang optimal. Salah satu program kerja dalam bidang Penataan Lalu Lintas adalah penjagaan portal. Program ini membutuhkan penjadwalan petugas yang tepat guna menjamin kelancaran operasional. Penjadwalan merupakan suatu kegiatan alokasi sumber daya dengan memiliki kendala (batasan) yang

diberikan kepada suatu objek seperti di ruang-waktu, sedemikian rupa untuk memenuhi sedekat mungkin tujuan yang diinginkan [1]. Penjadwalan bertujuan untuk memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara optimal, mengurangi waktu tunggu, serta memastikan penyelesaian tugas sesuai dengan tenggat waktu yang telah ditentukan [2]. Dalam operasional, penjadwalan berfungsi untuk mengatur proses produksi, alokasi sumber daya, serta memastikan keberlangsungan aktivitas tanpa hambatan yang berarti [3].

Namun demikian, penjadwalan penjagaan portal di Dinas Perhubungan Batang Hari hingga saat ini masih dilakukan secara manual. Sistem manual ini menimbulkan sejumlah permasalahan signifikan, seperti ketidakseimbangan pembagian shift antar petugas, adanya petugas yang dijadwalkan lebih dari satu shift dalam sehari, serta potensi terjadinya bentrok jadwal antar petugas. Selain itu, proses pembuatan jadwal yang masih mengandalkan metode manual memakan waktu lama dan meningkatkan beban kerja administrasi. Permasalahan-permasalahan tersebut berpengaruh langsung terhadap efektivitas operasional dan kepuasan kerja petugas, yang pada akhirnya dapat menurunkan kualitas pelayanan publik yang diberikan.

Mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan suatu pendekatan yang sistematis dan berbasis data dalam menyusun jadwal penjagaan portal. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan algoritma genetika, yaitu sebuah metode optimasi yang telah terbukti efektif dalam menyelesaikan masalah penjadwalan yang kompleks. Dengan algoritma ini, penjadwalan dapat dilakukan dengan lebih efisien, meminimalkan bentrok jadwal, dan memastikan distribusi shift yang lebih merata di antara petugas, sehingga meningkatkan efisiensi operasional dan kepuasan kerja.

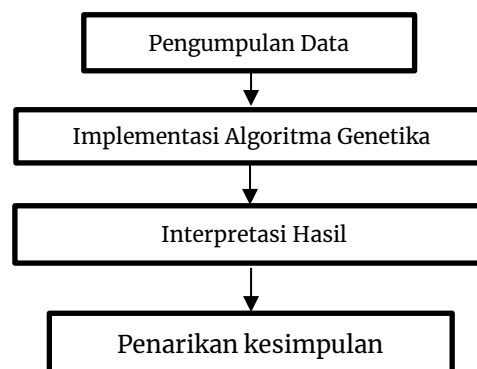
Algoritma genetika adalah sebuah teknik dalam komputasi yang berbasis pada prinsip evolusi dalam genetika. Algoritma genetika dapat diterapkan dalam sistem informasi untuk menemukan solusi optimal dalam berbagai permasalahan, seperti penjadwalan dan alokasi sumber daya [4]. Algoritma permasalahan genetika dengan menyelesaikan cara mencari kemungkinan dari beberapa calon solusi untuk mendapatkan hasil yang optimal [5]. Algoritma genetika digunakan untuk menghasilkan solusi yang optimal dalam suatu masalah dengan cara menyeleksi, mengkombinasikan, dan mengmutasi sekumpulan kromosom [6]. Algoritma genetika menawarkan pendekatan yang kuat dan fleksibel untuk mengatasi masalah penjadwalan yang kompleks, dengan memanfaatkan kekuatan komputasi modern [7]. Untuk itu Algoritma genetika dapat membantu Dinas Perhubungan Batang Hari dalam menyusun jadwal jaga portal yang lebih optimal dan efisien.

Penelitian ini merumuskan permasalahan yaitu, bagaimana merancang sistem penjadwalan jaga portal yang optimal untuk mengatasi ketidakseimbangan distribusi shift, bagaimana penerapan algoritma genetika dapat menghasilkan jadwal yang efisien, adil, dan minim konflik bagi petugas penjaga portal. Adapun kontribusi dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan model penjadwalan berbasis algoritma genetika yang mampu mengakomodasi berbagai kendala operasional secara otomatis. Serta memberikan solusi praktis berbasis komputasi cerdas yang dapat menggantikan metode manual yang selama ini digunakan dan memberikan rekomendasi implementasi sistem penjadwalan yang lebih efisien, adil, dan meningkatkan produktivitas serta kepuasan kerja petugas penjaga portal di Dinas Perhubungan Batang Hari. Dengan demikian, penerapan algoritma genetika diharapkan mampu menghasilkan sistem penjadwalan yang optimal, yang pada akhirnya mendukung peningkatan kinerja operasional dan kualitas pelayanan publik secara keseluruhan.

Metodologi Penelitian

Algoritma genetika (GA) merupakan metode optimasi berbasis prinsip evolusi biologi, yang bekerja dengan mekanisme seleksi alamiah, crossover (rekombinasi), dan mutasi untuk mencari solusi optimal dalam ruang pencarian [8]. Dalam penelitian ini, algoritma genetika digunakan untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan penjagaan portal di Dinas Perhubungan Batang Hari.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei, Tahapan analisis yang dilakukan dalam menyelesaikan penelitian ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Tahapan Analisis Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan diagram alir, tahapan analisis yang dilakukan dalam menyelesaikan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam laporan ini didapatkan langsung dari staf karyawan yang mengatur penjadwalan di Dinas Perhubungan Batang Hari. Data yang diperoleh meliputi jumlah petugas, jumlah shift per hari (pagi, siang, malam), kebutuhan jumlah petugas per shift. Data ini dikumpulkan melalui observasi langsung, serta dokumentasi dari data jadwal sebelumnya.

No	Nama	Jabatan	Waktu	Tanggal
1	Abu Bakar	Danru		01 s.d. 05 September 2024
2	Rivaldo Agustio W	Anggota		
3	Hasbul Kurniawan	Anggota	Pagi	
4	Zahandi Kurniawan	Anggota	7.00 WIB-15.00 WIB	1
5	Irfan Efendi	Anggota		September
6	Haikal Amri	Anggota	Siang	2024
7	Faturrahman	Anggota	15.00 WIB-23.00 WIB	
8	Ahmad Febriyadi	Anggota		
9	Irwansyah	Anggota	Malam	
10	Fadli	Anggota	23.00 WIB- 07.00	
11	Zulfahmi	Anggota		
12	Okta Sopian Putra	Anggota	Pagi	
13	Bima Maulana	Anggota	7.00 WIB-15.00 WIB	2
14	Pames Ardiansyah	Anggota		September
15	M. Ardan jorgi	Anggota	Siang	2024
16	ade firman	Anggota	15.00 WIB-23.00 WIB	
17	m.rifko hasbullah	Anggota		
18	rizki alahudin	Anggota	Malam	
19	iskandar	Anggota	23.00 WIB- 07.00	
20	kismanto	Anggota		
21	maftuh ahnan	Anggota	Pagi	
22	david sihombing	Anggota	7.00 WIB-15.00 WIB	3
23	nurdin	Anggota		September
24	muhammad junaidi	Anggota	Siang	2024
25	priadi	Anggota	15.00 WIB-23.00 WIB	
26	riki hariswanto	Anggota		
27	m. irfan	Anggota	Malam	
28	andri kurniawan	Anggota	23.00 WIB- 07.00	
29	haidir	Anggota		
30	agung saputra	Anggota	Pagi	
31	m. zarkasih	Anggota	7.00 WIB-15.00 WIB	
32	rd. khairul amri	Anggota		4
33	samsul komar	Anggota	Siang	September
34	riki nurpaizi	Anggota	15.00 WIB-23.00 WIB	2024
35	m.rifko hasbullah	Anggota		
36	rizki alahudin	Anggota	Malam	
37	iskandar	Anggota	23.00 WIB- 07.00	
38	sandy a pane	Anggota		
39	josila dwi saputra	Anggota	Pagi	
40	nurohman	Anggota	7.00 WIB-15.00 WIB	
41	aryanto	Anggota		5
42	hasbul kurniawan	Anggota	Siang	September
43	Zahandi Kurniawan	Anggota	15.00 WIB-23.00 WIB	2024
44	basit	Anggota		
45	budi rhomadhoni	Anggota	Malam	
46	andri kurniawan	Anggota	23.00 WIB- 07.00	

Gambar 2. Jadwal petugas dalam satu minggu

Dalam Penelitian ini data yang akan di analisis adalah jadwal petugas pada bulan September 2024, adapun data yang diambil yaitu jumlah masing- masing shift untuk setiap petugas.

		BULAN : SEPTEMBER 2024																													
No.	Nama	Jabatan	TANGGAL																												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
1	Abu Bakar	Danru																													
2	Ade Firman	Anggota		S					P				S						P			S							P		
3	Agung Saputra	Anggota				P					P		M		S					P					P				P		
4	Ahmad Febriyadi	Anggota	M							M			M			M				M				M					M		
5	Andri Kurniawan	Anggota			M		M				M							M				M				M		M		M	
6	Aryanto	Anggota					S			P				P						S							P			S	
7	Basit	Anggota				M					M				M					M				M					M		
8	Bima Maulana	Anggota		P				P				S							S							P			S		
9	Budi Romadhoni	Anggota					M					M			M					M				M				M		M	
10	David Sihombing	Anggota			P			M				S						P						M				S			P
11	Fadli	Anggota	M						M				M			S					M				M				M		
12	Faturrahman	Anggota	S				S					S						S				S			S			S		S	
13	Haidir	Anggota				P					P			M						P				P				M			P
14	Haikal Amri	Anggota	S				S					S					S					S			S			S		S	
15	Hasbul Kurniawan	Anggota	P				S		S				M			S				M							P			S	
16	Irfan Efendi	Anggota	S				S					S					S					S				S					
17	Irwansyah	Anggota	M						M				M			M					M			M				M		M	
18	Iskandar	Anggota		M		M			M				M				M					M			M			M			M
19	Josila Dwi Saputra	Anggota				P			P			P					P						P		P			P		P	
20	Kismanto	Anggota			P			M				P									P				S				P		
21	M. Adan Jorgi	Anggota	S						P				S						P				S					P			
22	M. Irfan	Anggota		M						M				P					M				M				M		S		M
23	M. Rifko Hasbullah	Anggota	M		M			M				M			S							M				M				M	
24	M. Zarkasih	Anggota				P					P									P				P				S			P
25	Maftuh Ahnan	Anggota			P			M				P			S						P				P			P		S	
26	Muhammad Junaidi	Anggota			S				S					P							S				P			S		S	
27	Nurdin	Anggota			S				S					P							S				P			S			
28	Nurohman	Anggota					P			P			P						P					P				P			
29	Okta Sopian Putra	Anggota		P				S					P						S				P				S			P	
30	Pames Ardiansyah	Anggota		S					P				S							P				S				P			
31	Priadi	Anggota			S				P				P										P			S				P	
32	Rd. Khairul Amri	Anggota			S					S										S					S			S			S
33	Riki Hariwisanto	Anggota			M						M									M				M			M				M
34	Riki Nurpaizi	Anggota				S					S				S						S				S			M			S
35	Rivaldo Agustio W	Anggota		P				P					S								P				S			P			
36	Rizki Alahudin	Anggota		M		M			M				M						M				M			M					M
37	Samsul Komar	Anggota				S					S									S				S				M			S
38	Sandy A Pane	Anggota					P						P									P				P			P		
39	Zahamdi Kurniawan	Anggota		P				S			S		S						M					P			S				
40	Zulfahmi	Anggota			P				S					P						S					P		S				P

Gambar 3. Jadwal pada bulan september 2024

Daftar Jumlah Shift Petugas yang ada pada tabel berikut ini:

Kode Petugas	Shift		
	G	S	M
D	-	-	-
A1	3	3	0
A2	5	1	1
A3	0	0	7
A4	0	0	8
A5	3	3	0
A6	0	0	6
A7	3	3	0
A8	0	0	6
A9	3	2	2
A10	0	1	6
A11	7	0	0
A12	5	0	2
A13	0	7	0
A14	2	4	2
A15	0	6	0

A16	0	0	7
A17	0	0	8
A18	7	0	0
A19	4	1	1
A20	3	3	0
A21	1	1	6
A22	0	1	7
A23	5	1	0
A24	4	2	1
A25	2	4	0
A26	2	4	0
A27	6	0	0
A28	4	3	0
A29	3	3	0
A30	4	2	0
A31	0	6	0
A32	0	0	6
A33	0	6	1
A34	4	2	0
A35	0	0	7
A36	0	5	1
A37	5	0	0
A38	2	4	1
A39	4	3	0

Berdasarkan tabel di atas ditentukan jumlah petugas shift pagi sebagai G, shift siang sebagai S, dan shift malam sebagai M.

2. Implementasi algoritma genetika

Adapun tahapan proses algoritma genetika dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

a. Representasi Kromosom

Setiap individu dalam populasi (kromosom) merepresentasikan satu solusi jadwal penjagaan portal. Setiap kromosom berupa array atau string yang memuat alokasi shift untuk seluruh petugas dalam periode tertentu (misalnya satu bulan). Setiap gen dalam kromosom mewakili penugasan petugas pada shift tertentu (pagi, siang, malam).

Kromosom dalam algoritma genetika merepresentasikan solusi potensial untuk masalah. Dalam hal ini, kromosom akan berisi jadwal untuk penjadwalan petugas pada tiga shift per hari. dan setiap shift harus diisi oleh 3 petugas. Maka, setiap kromosom bisa terdiri dari ID petugas yang ditugaskan untuk setiap shift dalam satu hari. Penentuan variabel G, S, dan M dapat dibentuk menjadi gen-gen pembentuk suatu kromosom. Jika G dimisalkan sebagai kode Shift pagi, S dimisalkan sebagai kode shift siang, dan M dimisalkan sebagai kode shift malam. Maka untuk menentukan nilai dari variabel dapat disesuaikan dengan tabel jumlah shift petugas jaga portal.

b. Inisialisasi Populasi

Populasi awal dibangkitkan secara acak dengan tetap memperhatikan batasan dasar, seperti jumlah maksimal shift per hari dan alokasi petugas yang tersedia. Inisialisasi ini penting untuk memastikan keragaman solusi awal dalam populasi.

Populasi awal adalah sekumpulan individu (kromosom) yang akan diproses. Pada awalnya, individu-individu ini bisa dihasilkan secara acak, dengan setiap kromosom yang mewakili penjadwalan petugas pada setiap shift.

Berdasarkan Tabel 1 di atas dapat ditentukan jumlah Populasi awal yaitu :

Kromosom 1 = [3, 3, 0] Kromosom 21 = [1, 1, 6]

Kromosom 2 = [5, 1, 1] Kromosom 22 = [0, 1, 7]

Kromosom 3 = [0, 0, 7] Kromosom 23 = [5, 1, 0]

- Kromosom 4 = [0, 0, 8] Kromosom 24 = [4, 2, 1]
- Kromosom 5 = [3, 3, 0] Kromosom 25 = [2, 4, 0]
- Kromosom 6 = [0, 0, 6] Kromosom 26 = [2, 4, 0]
- Kromosom 7 = [3, 3, 0] Kromosom 27 = [6, 0, 0]
- Kromosom 8 = [0, 0, 6] Kromosom 28 = [4, 3, 0]
- Kromosom 9 = [3, 2, 2] Kromosom 29 = [3, 3, 0]
- Kromosom 10 = [0, 1, 6] Kromosom 30 = [4, 2, 0]
- Kromosom 11 = [7, 0, 0] Kromosom 31 = [0, 6, 0]
- Kromosom 12 = [5, 0, 2] Kromosom 32 = [0, 0, 6]
- Kromosom 13 = [0, 7, 0] Kromosom 33 = [0, 6, 1]
- Kromosom 14 = [2, 4, 2] Kromosom 34 = [4, 2, 0]
- Kromosom 15 = [0, 6, 0] Kromosom 35 = [0, 0, 7]
- Kromosom 16 = [0, 0, 7] Kromosom 36 = [0, 5, 1]
- Kromosom 17 = [0, 0, 8] Kromosom 37 = [5, 0, 0]
- Kromosom 18 = [7, 0, 0] Kromosom 38 = [2, 4, 1]
- Kromosom 19 = [4, 1, 1] Kromosom 39 = [4, 3, 2]

c. Evaluasi Fitness (Fungsi Objektif)

Fungsi objektif adalah fungsi matematika yang digunakan untuk mengukur kualitas suatu solusi dalam algoritma optimasi, termasuk algoritma genetika. Dalam algoritma genetika, fungsi ini disebut *fitness function*, dan menjadi dasar untuk menilai seberapa baik suatu solusi (kromosom) dibandingkan solusi lainnya[9]. Setiap individu dievaluasi berdasarkan fungsi fitness yang dirancang khusus untuk permasalahan penjadwalan, Meminimalkan jumlah bentrok (petugas mendapat lebih dari satu shift dalam satu hari). Meminimalkan ketidakseimbangan distribusi shift antar petugas, Memenuhi semua batasan operasional, seperti jumlah maksimal shift per minggu.

Menghitung Fungsi Objektif

$$f(x) = (3G + 3S + 2M) - 8$$

Keterangan:

$f(x)$ = Nilai Fitness atau hasil evaluasi terhadap solusi x (jadwal yang diuji)

G = Jumlah petugas yang bertugas pada shift pagi dalam satu hari/jadwal

S = Jumlah petugas yang bertugas pada shift siang

M = Jumlah petugas yang bertugas pada shift malam

Dengan memiliki konstanta bobot: 3 untuk shift pagi dan siang artinya shift ini lebih berat atau penting. 2 untuk shift malam yang dianggap lebih ringan atau butuh lebih sedikit petugas. Untuk (dikurang) 8 yaitu koreksi/ penyesuaian terhadap nilai maksimum ideal atau menyeimbangkan hasil fitness. Beberapa kriteria yang harus dipenuhi meliputi:

- a. Setiap shift harus terisi dengan 3 petugas
- b. Petugas tidak boleh dijadwalkan lebih dari sekali dalam satu hari.
- c. Petugas harus dibagi rata agar tidak ada yang terlalu banyak bekerja.
- d. Rata- rata petugas petugas 8 kali shift perbulan

Menghitung Fungsi Objektif

$$\begin{aligned} \text{Kromosom 1} &= [3, 3, 0] \\ &= (3(3) + 3(3) + 2(0)) - 8 \\ &= 9 + 9 - 8 \\ &= 10 \end{aligned}$$

- | | |
|------------------|------------------|
| Kromosom 1 = 10 | Kromosom 21 = 10 |
| Kromosom 2 = 12 | Kromosom 22 = 9 |
| Kromosom 3 = 6 | Kromosom 23 = 10 |
| Kromosom 4 = 8 | Kromosom 24 = 12 |
| Kromosom 5 = 10 | Kromosom 25 = 10 |
| Kromosom 6 = 4 | Kromosom 26 = 10 |
| Kromosom 7 = 10 | Kromosom 27 = 10 |
| Kromosom 8 = 4 | Kromosom 28 = 13 |
| Kromosom 9 = 11 | Kromosom 29 = 10 |
| Kromosom 10 = 7 | Kromosom 30 = 10 |
| Kromosom 11 = 13 | Kromosom 31 = 10 |
| Kromosom 12 = 11 | Kromosom 32 = 4 |
| Kromosom 13 = 13 | Kromosom 33 = 12 |
| Kromosom 14 = 14 | Kromosom 34 = 10 |
| Kromosom 15 = 10 | Kromosom 35 = 6 |
| Kromosom 16 = 6 | Kromosom 36 = 4 |

Kromosom 17 = 8 Kromosom 37 = 7
 Kromosom 18 = 13 Kromosom 38 = 12
 Kromosom 19 = 9 Kromosom 39 = 13
 Kromosom 20 = 10

Hitung Fungsi fitness

Proses ini untuk mengevaluasi setiap populasi dengan mengitung nilai fitness setiap kromosom dan mengevaluasi nya sampai kromosom terpenuhi. Fungsi ini membedakan kualitas dari kromosom untuk mengetahui seberapa baik kromosom yang dihasilkan fungsi fitness berdasarkan:

$$Fitness\ i = \frac{1}{(Fungsi\ objektif + 1)}$$

$$Fitness\ 1 = \frac{1}{(10+1)} = \frac{1}{11} = 0,0909\ \text{didapat nilai fitness nya.}$$

Dan dilakukan dengan cara yang sama untuk mendapatkan nilai fitness yang lainnya.

Fitness 1 = 0,0909	Fitness 16 = 0,01429	Fitness 31 = 0,0909
Fitness 2 = 0,0769	Fitness 17 = 0,1111	Fitness 32 = 0,2000
Fitness 3 = 0,1429	Fitness 18 = 0,0714	Fitness 33 = 0,0769
Fitness 4 = 0,1111	Fitness 19 = 0,1000	Fitness 34 = 0,0909
Fitness 5 = 0,0909	Fitness 20 = 0,0909	Fitness 35 = 0,1429
Fitness 6 = 0,2000	Fitness 21 = 0,0909	Fitness 36 = 0,1000
Fitness 7 = 0,0909	Fitness 22 = 0,1000	Fitness 37 = 0,1250
Fitness 8 = 0,2000	Fitness 23 = 0,0909	Fitness 38 = 0,0769
Fitness 9 = 0,0833	Fitness 24 = 0,0769	Fitness 39 = 0,0714
Fitness 10 = 0,1250	Fitness 25 = 0,0909	
Fitness 11 = 0,0714	Fitness 26 = 0,0909	
Fitness 12 = 0,0833	Fitness 27 = 0,0909	
Fitness 13 = 0,0714	Fitness 28 = 0,0714	
Fitness 14 = 0,0667	Fitness 29 = 0,0909	
Fitness 15 = 0,0909	Fitness 30 = 0,0909	

Maka, total semua nilai fitness 3,9717

Menentukan Nilai Fungsi Probabilitas

Dalam menentukan nilai fungsi probabilitas, maka dapat dilakukan perhitungan berdasarkan :

$$P_i = \frac{Fitness\ i}{Total\ Fitness}$$

$$P_1 = \frac{Fitness\ 1}{Total\ Fitness} = \frac{0,0909}{3,9717} = 0,023$$

$P_1 = 0,023$	$P_6 = 0,050$	$P_{11} = 0,018$	$P_{16} = 0,036$	$P_{21} = 0,023$
$P_2 = 0,019$	$P_7 = 0,023$	$P_{12} = 0,021$	$P_{17} = 0,028$	$P_{22} = 0,023$
$P_3 = 0,036$	$P_8 = 0,050$	$P_{13} = 0,018$	$P_{18} = 0,018$	$P_{23} = 0,023$
$P_4 = 0,028$	$P_9 = 0,021$	$P_{14} = 0,017$	$P_{19} = 0,025$	$P_{24} = 0,025$
$P_5 = 0,023$	$P_{10} = 0,031$	$P_{15} = 0,023$	$P_{20} = 0,023$	$P_{25} = 0,023$
$P_{26} = 0,023$	$P_{29} = 0,023$	$P_{32} = 0,050$	$P_{35} = 0,036$	$P_{38} = 0,019$
$P_{27} = 0,023$	$P_{30} = 0,023$	$P_{33} = 0,019$	$P_{36} = 0,025$	$P_{39} = 0,018$
$P_{28} = 0,023$	$P_{31} = 0,023$	$P_{34} = 0,023$	$P_{37} = 0,031$	

e. Seleksi (Selection)

Proses seleksi memilih individu-individu terbaik dari populasi berdasarkan nilai fitness untuk menjadi induk dalam proses reproduksi. Metode seleksi yang digunakan adalah *roulette wheel selection* atau *tournament selection*[10].

Pada proses ini bagaimana untuk memilih parents dengan menggunakan Roulette Wheel yaitu dengan cara menentukan nilai kromosom yang sesuai dengan nilai fungsi probabilitasnya. Kemudian untuk kromosom ke-2 dengan cara menjumlahkan fungsi probabilitas kedua dengan fungsi probabilitas pertama, begitu juga untuk seterusnya. Representasi Ci adalah seleksi kumulatif.

$C_1 = 0,023$	$C_9 = 0,274$	$C_{17} = 0,466$	$C_{25} = 0,645$	$C_{33} = 0,847$
$C_2 = 0,042$	$C_{10} = 0,305$	$C_{18} = 0,484$	$C_{26} = 0,668$	$C_{34} = 0,870$
$C_3 = 0,078$	$C_{11} = 0,323$	$C_{19} = 0,509$	$C_{27} = 0,691$	$C_{35} = 0,906$
$C_4 = 0,106$	$C_{12} = 0,344$	$C_{20} = 0,532$	$C_{28} = 0,709$	$C_{36} = 0,931$
$C_5 = 0,129$	$C_{13} = 0,362$	$C_{21} = 0,555$	$C_{29} = 0,723$	$C_{37} = 0,963$
$C_6 = 0,179$	$C_{14} = 0,379$	$C_{22} = 0,580$	$C_{30} = 0,755$	$C_{38} = 0,982$
$C_7 = 0,202$	$C_{15} = 0,402$	$C_{23} = 0,603$	$C_{31} = 0,777$	$C_{39} = 1,000$

$$C_8 = 0,253 \quad C_{16} = 0,438 \quad C_{24} = 0,622 \quad C_{32} = 0,828$$

Setelah dilakukan perhitungan kumulatif probabilitasnya, maka proses seleksi menggunakan Roulette Wheel dapat dilakukan. Proses yang dilakukan adalah dengan membangkitkan bilangan acak R dalam range 0-1. Jika $R_k < C_i$ maka pilih kromosom ke-k sebagai induk dengan syarat $V_{k-1} < R_k < C_k$.

Generate nilai random pada proses seleksi dapat dilihat di lampiran. dengan menggunakan nilai random itu untuk menemukan kromosom baru. Hasil nya yaitu sebagai berikut:

Contoh:

Kromosom baru 1 = Kromosom 24

Misalkan, membangkitkan bilangan random (0-1) sebanyak 39. Kita meperoleh $R_1 = 0,61$, jika dibandingkan dengan nilai dari seleksi kumulatif yang berada di antara C_{23} dan C_{24} karena $R_1 < C_{24}$ maka dipilih kromosom ke 24 yang akan menjadi kromosom 1, begitu juga untuk kromosom selanjutnya.

- | | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Kromosom baru 1 = Kromosom 24 | Kromosom baru 21 = Kromosom 35 |
| Kromosom baru 2 = Kromosom 16 | Kromosom baru 22 = Kromosom 36 |
| Kromosom baru 3 = Kromosom 37 | Kromosom baru 23 = Kromosom 17 |
| Kromosom baru 4 = Kromosom 15 | Kromosom baru 24 = Kromosom 36 |
| Kromosom baru 5 = Kromosom 3 | Kromosom baru 25 = Kromosom 17 |
| Kromosom baru 6 = Kromosom 37 | Kromosom baru 26 = Kromosom 38 |
| Kromosom baru 7 = Kromosom 34 | Kromosom baru 27 = Kromosom 17 |
| Kromosom baru 8 = Kromosom 8 | Kromosom baru 28 = Kromosom 38 |
| Kromosom baru 9 = Kromosom 17 | Kromosom baru 29 = Kromosom 7 |
| Kromosom baru 10 = Kromosom 37 | Kromosom baru 30 = Kromosom 12 |
| Kromosom baru 11 = Kromosom 19 | Kromosom baru 31 = Kromosom 30 |
| Kromosom baru 12 = Kromosom 31 | Kromosom baru 32 = Kromosom 25 |
| Kromosom baru 13 = Kromosom 8 | Kromosom baru 33 = Kromosom 7 |
| Kromosom baru 14 = Kromosom 21 | Kromosom baru 34 = Kromosom 12 |
| Kromosom baru 15 = Kromosom 17 | Kromosom baru 35 = Kromosom 6 |
| Kromosom baru 16 = Kromosom 32 | Kromosom baru 36 = Kromosom 4 |
| Kromosom baru 17 = Kromosom 10 | Kromosom baru 37 = Kromosom 24 |
| Kromosom baru 18 = Kromosom 38 | Kromosom baru 38 = Kromosom 7 |
| Kromosom baru 19 = Kromosom 29 | Kromosom baru 39 = Kromosom 4 |
| Kromosom baru 20 = Kromosom 31 | |

f. Crossover (Penyilangan)

Crossover adalah proses menggabungkan dua individu untuk menghasilkan individu baru yang menggabungkan atribut (penjadwalan) dari kedua induk. Crossover dilakukan pada posisi acak dalam kromosom. Misalnya, dua kromosom dapat saling menukar bagian dari jadwal mereka untuk menghasilkan dua individu baru. Pasangan induk yang terpilih akan mengalami proses crossover, yaitu pertukaran sebagian gen untuk menghasilkan individu baru (anak). Metode crossover yang digunakan dapat berupa *one-point crossover* atau *uniform crossover* untuk menjaga keberagaman solusi.[11]

Metode crossover ini menggunakan cara *one-cut point*, yaitu dengan memilih satu posisi secara acak dalam kromosom induk kemudian saling menukar gen dengan menggunakan Crossover Rate (CR) yang ditentukan. Jika kromosom yang memiliki Probabilitas Crossover (PC) yang melebihi dari Crossover Rate yang ditentukan, maka lanjut ke proses selanjutnya tanpa di crossover.

Menentukan Crossover Rate (CR) = 0,75

Generate Random value (0-1), dilakukan 39 nilai randomize dapat dilihat di lampiran 6.

Nilai R_i mewakili proses individu/kromosom-i, terpilih jika $R_i < CR$ Dari nilai random yang didapat. Ini adalah kromosom-kromosom yang terpilih untuk dilakukan crossover.

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| Kromosom 2 = [4, 2, 1] | Kromosom 30 = [5, 0, 2] |
| Kromosom 3 = [5, 0, 0] | Kromosom 31 = [4, 2, 0] |
| Kromosom 4 = [0, 6, 0] | Kromosom 32 = [2, 4, 0] |
| Kromosom 5 = [0, 0, 7] | Kromosom 33 = [0, 0, 6] |
| Kromosom 6 = [5, 0, 0] | Kromosom 34 = [5, 0, 2] |
| Kromosom 7 = [4, 2, 0] | Kromosom 35 = [0, 0, 6] |
| Kromosom 9 = [0, 0, 8] | Kromosom 36 = [0, 0, 8] |
| Kromosom 10 = [5, 0, 0] | Kromosom 37 = [4, 2, 1] |
| Kromosom 11 = [4, 1, 1] | Kromosom 38 = [3, 3, 0] |
| Kromosom 13 = [0, 0, 6] | Kromosom 39 = [0, 0, 8] |
| Kromosom 14 = [1, 1, 6] | |
| Kromosom 15 = [0, 0, 8] | |

- Kromosom 20 = [0, 6, 0]
- Kromosom 21 = [0, 0, 7]
- Kromosom 24 = [0, 5, 1]
- Kromosom 25 = [0, 0, 8]
- Kromosom 26 = [2, 4, 1]
- Kromosom 27 = [0, 0, 6]
- Kromosom 28 = [4, 2, 0]

Untuk proses perkawinan silang dibutuhkan randomizevalue (0-2)

Contoh: untuk crossover 1

Pada proses crossover kita membangkitkan lagi nilai randomize (0-2) bilangan bulat sebanyak kromosom yang terpilih sebanyak 31 seperti yang terlihat di lampiran 6 diperoleh R1=2, karena R1=2 maka kromosom 2 yang terpilih akan di crossover dengan 2 gen pertama pada kromosom 2 untuk masuk ke offspring 1 dan 1 gen terakhir diganti dengan gen ke kromosom 3.

Begitu juga untuk proses crossover selanjutnya.

Crossover 1: R1 = 2
 Kromosom 2 = [4, 2, 1]
 Kromosom 3 = [5, 0, 0]
 Offspring 1 = [4, 2, 0]

Crossover 2 : R2 = 1
 Kromosom 3 = [5, 0, 0]
 Kromosom 4 = [0, 6, 0]
 Offspring 2 = [5, 6, 0]

Crossover 3 : R3 = 2
 Kromosom 4 = [0, 6, 0]
 Kromosom 5 = [0, 0, 7]
 Offspringg 3 = [0, 6, 7]

Crossover 4 : R4=1
 Kromosom 5 = [0, 0, 7]
 Kromosom 6 = [5, 0, 0]
 Offspring 4 = [5, 0, 7]

Crossover 5 : R5=1
 Kromosom 6 = [5, 0, 0]
 Kromosom 7 = [4, 2, 0]
 Offspring 5 = [5, 2, 0]

Crossover 6 : R6=2
 Kromosom 7 = [4, 2, 0]
 Kromosom 9 = [0, 0, 8]
 Offspringg 6 = [4, 2, 8]

Crossover 7 : R7= 2
 Kromosom 9 = [0, 0, 8]
 Kromosom 10 = [5, 0, 0]
 Offspring 7 = [5, 0, 8]

Crossover 8: R8=2
 Kromosom 10 = [5, 0, 0]
 Kromosom 11 = [4, 1, 1]
 Offspring 8 = [5, 0, 1]

Crossover 9 : R9=1
 Kromosom 11 = [4, 1, 1]
 Kromosom 13 = [0, 0, 6]
 Offspring 8 = [4, 0, 6]

Crossover 10 : R10=1
 Kromosom 13 = [0, 0, 6]
 Kromosom 14 = [1, 1, 6]
 Offspring 9 = [1, 0, 6]

Crossover 11: R11=1
 Kromosom 14 = [1, 1, 6]
 Kromosom 15 = [0, 0, 8]
 Offspringg 11= [1, 0, 8]

Crossover 12: R12=1
 Kromosom 15 = [0, 0, 8]
 Kromosom 20 = [0, 6, 0]
 Offspring 12= [0, 6, 0]

Crossover 13 : R13 = 2
 Kromosom 20 = [0, 6, 0]
 Kromosom 21 = [0, 0, 7]
 Offspring 13= [0, 6, 7]

Crossover 14: R14= 1
 Kromosom 21 = [0, 0, 7]
 Kromosom 24 = [0, 5, 1]
 Offspringg 14= [0, 5, 1]

Crossover 15: R15=2
 Kromosom 24 = [0, 5, 1]
 Kromosom 25 = [0, 0, 8]
 Offspring 14= [0, 5, 8]

Crossover 16; R16=1
 Kromosom 25 = [0, 0, 8]
 Kromosom 26 = [2, 4, 1]
 Offspring 15= [2, 0, 8]

Crossover 17: R17= 2
 Kromosom 26 = [2, 4, 1]
 Kromosom 27 = [0, 0, 6]

Crossover 18: R18= 1
 Kromosom 27 = [0, 0, 6]
 Kromosom 28 = [4, 2, 0]

Offspring 16 = [2, 4, 6]

Crossover 19: R19=1
 Kromosom 28 = [4, 2, 0]
 Kromosom29 = [3, 3, 0]
 Offspring 19 = [4, 3, 0]

Crossover 21 :R21= 1
 Kromosom 30 = [5, 0, 2]
 Kromosom 31 = [4, 2, 0]
 Offspring 21 = [5, 2, 0]

Crossover 23: R23=1
 Kromosom 32 = [2, 4, 0]
 Kromosom 33 = [0, 0, 6]
 Offspring 23= [2, 0, 6]

Crossover 25: R25=1
 Kromosom 34 = [5, 0, 2]
 Kromosom 35 = [0, 0, 6]
 Offspring 25= [5, 0, 6]

Crossover 27: R27= 2
 Kromosom 36 = [0, 0, 8]
 Kromosom 37 = [4, 2, 1]
 Offspring 27= [4, 2, 8]

Crossover 29 : R29=1
 Kromosom 38 = [3, 3, 0]
 Kromosom 39 = [0, 0, 8]
 Offspring 29 = [3, 0, 8]

Offspring 17= [4, 0, 6]

Crossover 20: R20=2
 Kromosom29 = [3, 3, 0]
 Kromosom 30 = [5, 0, 2]
 Offspring 20 = [3, 3, 2]

Crossover 22: R22=1
 Kromosom 31 = [4, 2, 0]
 Kromosom 32 = [2, 4, 0]
 Offspring 22= [4, 4, 0]

Crossover 24: R24=1
 Kromosom 33 = [0, 0, 6]
 Kromosom 34 = [5, 0, 2]
 Offspring = [5, 0, 6]

Crossover 26 : R26=2
 Kromosom 35 = [0, 0, 6]
 Kromosom 36 = [0, 0, 8]
 Offspring 26 = [0, 0, 6]

Crossover 28: R28=2
 Kromosom 37 = [4, 2, 1]
 Kromosom 38 = [3, 3, 0]
 Offspringg 28= [4, 2, 0]

Crossover 30: R30=1
 Kromosom 39 = [0, 0, 8]
 Kromosom 2 = [4, 2, 1]
 Offspring = [4, 0, 8]

Dari hasil kromosom yang telah di crossover maka didapatkan kromosom baru sebagai berikut:

Kromosom 1 = [4, 2, 1]
 Kromosom 2 = [4, 2, 0]
 Kromosom 3 = [5, 6, 0]
 Kromosom 4 = [0, 6, 7]
 Kromosom 5 = [5, 0, 7]
 Kromosom 6 = [5, 2, 0]
 Kromosom 7 = [4, 2, 8]
 Kromosom 8 = [0, 0, 6]
 Kromosom 9 = [5, 0, 8]
 Kromosom 10 = [5, 0, 1]
 Kromosom 11 = [4, 0, 6]
 Kromosom 12 = [0, 6, 0]
 Kromosom 13 = [1, 0, 6]
 Kromosom 14 = [1, 0, 8]
 Kromosom 15 = [0, 6, 0]

Kromosom 16 = [0, 0, 6]
 Kromosom 17 = [0, 1, 6]
 Kromosom 18 = [2, 4, 1]
 Kromosom 19 = [3, 3, 0]
 Kromosom 20 = [0, 6, 7]
 Kromosom 21 = [0, 5, 1]
 Kromosom 22 = [0, 5, 1]
 Kromosom 23 = [0, 0, 8]
 Kromosom 24 = [0, 5, 8]
 Kromosom 25 = [2, 0, 8]
 Kromosom 26 = [2, 4, 6]
 Kromosom 27 = [4, 0, 6]
 Kromosom 28 = [4, 3, 0]
 Kromosom 29 = [3, 3, 2]
 Kromosom 30 = [5, 2, 0]

Kromosom 31 = [4, 4, 0]
 Kromosom 32 = [2, 0, 6]
 Kromosom 33 = [5, 0, 6]
 Kromosom 34 = [5, 0, 6]
 Kromosom 35 = [0, 0, 6]
 Kromosom 36 = [4, 2, 8]
 Kromosom 37 = [4, 2, 0]
 Kromosom 38 = [3, 0, 8]
 Kromosom 39 = [4, 0, 8]

Hasil crossover dari kromosom 1 sampai kromosom 39 memiliki beberapa hasil angka kromosom baru setelah dikawin silang antara kromosom yang terpilih. Hasil perubahan kromosomnya sesuai dengan yang di tandai.

g. Mutasi (*Mutation*)

Setelah crossover, individu baru mengalami mutasi secara acak pada beberapa gen dengan probabilitas tertentu. Mutasi berfungsi untuk mencegah konvergensi prematur dan menjaga keberagaman populasi. Mutasi adalah perubahan acak pada satu atau beberapa bagian dari kromosom untuk memperkenalkan variasi baru. Petugas yang dijadwalkan pada satu shift bisa diganti dengan petugas lain secara acak. Jumlah kromosom mengalami mutasi dalam satu populasi dapat ditentukan oleh parameter Mutation Rate. Proses mutasi ini dilakukan dengan cara mengganti satu gen yang terpilih secara acak

dengan satu nilai baru yang didapatkan secara acak [12].
 Panjang total gen = $(\sum \text{gen dalam kromosom}) \times \sum \text{populasi}$
 $= 3 \times 39$
 $= 117$

Kemudian panjang gen tersebut dikalikan dengan Mutation Rate sebesar 0,1 menjadi 11. Sehingga dapat ditunjukkan bahwa posisi dan nilai gen yang didapat secara acak dengan batas yang telah ditentukan, yaitu posisi gen yang didapatkan dari angka 1 sampai 120 secara acak begitu juga dengan nilai gen mulai dari angka 1 sampai 8 secara acak.

Misalkan pembangkit nilai acak bilangan menghasilkan posisi 19, 20, 22, 33, 37, 46, 49, 58, 74, 98, 111, dengan nilai gen 3, 3, 2, 2, 1, 3, 2, 1, 3, 3, 2 maka komposisi kromosom setelah mutasi adalah :

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Kromosom 1 = [4, 2, 1] | Kromosom 16 = [1, 0, 6] | Kromosom 31 = [4, 4, 0] |
| Kromosom 2 = [4, 2, 0] | Kromosom 17 = [3, 1, 6] | Kromosom 32 = [2, 0, 6] |
| Kromosom 3 = [5, 6, 0] | Kromosom 18 = [2, 4, 1] | Kromosom 33 = [3, 0, 6] |
| Kromosom 4 = [0, 6, 7] | Kromosom 19 = [3, 3, 2] | Kromosom 34 = [5, 0, 6] |
| Kromosom 5 = [5, 0, 7] | Kromosom 20 = [0, 6, 7] | Kromosom 35 = [0, 0, 6] |
| Kromosom 6 = [5, 2, 0] | Kromosom 21 = [0, 5, 1] | Kromosom 36 = [4, 2, 8] |
| Kromosom 7 = [3, 3, 8] | Kromosom 22 = [0, 5, 1] | Kromosom 37 = [4, 2, 0] |
| Kromosom 8 = [2, 0, 6] | Kromosom 23 = [0, 0, 8] | Kromosom 38 = [3, 2, 8] |
| Kromosom 9 = [5, 0, 8] | Kromosom 24 = [0, 5, 8] | Kromosom 39 = [4, 0, 8] |
| Kromosom 10 = [5, 0, 1] | Kromosom 25 = [1, 0, 8] | |
| Kromosom 11 = [4, 0, 2] | Kromosom 26 = [2, 4, 6] | |
| Kromosom 12 = [0, 6, 0] | Kromosom 27 = [4, 0, 6] | |
| Kromosom 13 = [2, 0, 6] | Kromosom 28 = [4, 3, 0] | |
| Kromosom 14 = [1, 0, 8] | Kromosom 29 = [3, 3, 2] | |
| Kromosom 15 = [0, 6, 0] | Kromosom 30 = [5, 2, 0] | |

3. Interpretasi hasil

Berhenti setelah jumlah generasi tertentu tercapai atau ketika solusi optimal ditemukan (fitness mencapai nilai maksimum yang diinginkan).

Kromosom	P	S	M	f(x)
Kromosom 1	4	2	1	12
Kromosom 2	4	2	0	10
Kromosom 3	5	6	0	25
Kromosom 4	0	6	7	24
Kromosom 5	5	0	7	21
Kromosom 6	5	2	0	13
Kromosom 7	3	3	8	26
Kromosom 8	2	0	6	10
Kromosom 9	5	0	8	23
Kromosom 10	5	0	1	9
Kromosom 11	4	0	2	8
Kromosom 12	0	6	0	10
Kromosom 13	2	0	6	10
Kromosom 14	1	0	8	11
Kromosom 15	0	6	0	10
Kromosom 16	1	0	6	7
Kromosom 17	3	1	6	16
Kromosom 18	2	4	1	12
Kromosom 19	3	3	2	14
Kromosom 20	0	6	7	24
Kromosom 21	0	5	1	9
Kromosom 22	0	5	1	9
Kromosom 23	0	0	8	8
Kromosom 24	0	5	8	23

Kromosom	P	S	M	f(x)
Kromosom 25	1	0	8	11
Kromosom 26	2	4	6	22
Kromosom 27	4	0	6	16
Kromosom 28	4	3	0	13
Kromosom 29	3	3	2	14
Kromosom 30	5	2	0	13
Kromosom 31	4	4	0	16
Kromosom 32	2	0	6	10
Kromosom 33	3	0	6	13
Kromosom 34	5	0	6	19
Kromosom 35	0	0	6	4
Kromosom 36	4	2	8	26
Kromosom 37	4	2	0	10
Kromosom 38	3	2	8	23
Kromosom 39	4	0	8	20

Hasil Evaluasi:

Nilai fungsi objektif terbaik (terkecil) yaitu kromosom 35=[0,0,6] dengan $f(x)=4$ jadwal ini memenuhi kebutuhan shift malam, tapi kosong di pagi dan siang. Nilai fungsi objektif mendekati ideal ($f(x) \approx 8-10$) yaitu kromosom 16=[1,0,6], kromosom 11=[4,0,2], kromosom 13=[2,0,6], dll. Jadwal ini lebih seimbang, tetapi masih memiliki kelebihan atau kekurangan disalah satu shift. Nilai fungsi objektif tertinggi (terburuk) misal kromosom 36=[4, 2, 8] dan kromosom 7=[3,3,8] dengan $f(x)=26$ jadwal ini mengalami kelebihan alokasi petugas secara ekstrem, tidak efisien.

4. Penarikan Kesimpulan

Banyak kromosom yang tidak seimbang, misalnya hanya fokus pada satu shift. Hanya sedikit kromosom yang mendekati distribusi ideal ($P=2, S=2, M=2$). Kromosom seperti 16 dan 11 termasuk paling mendekati ideal, meski belum sempurna. Beberapa solusi memiliki beban berlebih, yang dapat membahayakan operasional dan kelelahan petugas. Jadwal optimal secara objektif belum tentu valid dalam konteks operasional jika ada shift yang kosong. Fungsi objektif ini membantu mengukur efisiensi alokasi petugas, tapi perlu dilengkapi dengan pemerataan kerja antar petugas, pemeriksaan bentrok jadwal serta batas maksimal jumlah shift per minggu.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa algoritma genetika merupakan metode yang efektif dalam mengatasi permasalahan penjadwalan jaga portal di Dinas Perhubungan Batang Hari. Namun dalam penelitian ini fungsi objektif menunjukkan bahwa sebagian besar solusi belum sepenuhnya optimal. Meskipun beberapa kromosom memiliki nilai fitness yang baik, banyak yang masih tidak memenuhi syarat distribusi penjagaan yang seimbang dan realistis. Oleh karena itu, fungsi objektif dapat digunakan sebagai alat seleksi awal, namun harus dikombinasikan dengan aturan dan batasan lain agar menghasilkan jadwal yang valid secara operasional dan adil bagi petugas.

Ucapan Terima Kasih

1. Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Studi Independen beserta laporan Studi Independen ini dengan lancar.
2. Kedua orang tua penulis serta keluarga besar penulis yang tiada hentinya memberikan dukungan dan doa untuk keberhasilan penulis.
3. Sherli Yurinanda, S.Pd., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Penulis untuk menyelesaikan artikel ini.
4. Semua pihak yang telah memberikan bantuan, meskipun tidak dapat disebutkan satu per satu.

Daftar Pustaka

- [1] X. Z. Z. W. ;C. G. Z.Yu, "A Pareto-based genetic algorithm for multi-objective scheduling of automated manufacturing systems," *Adv. Mech. Eng.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–15, 2020, doi: 10.1177/1687814019885294.
- [2] T. E. Uher and A. S. Zantis, *Programming and scheduling techniques, second edition*, vol. 9780203836. 2012. doi: 10.4324/9780203836002.
- [3] J. N. D. Gupta, A. Majumder, and D. Laha, "Flowshop scheduling with artificial neural networks," *J. Oper. Res.*

- Soc., vol. 71, no. 10, pp. 1619–1637, 2020, doi: 10.1080/01605682.2019.1621220.
- [4] V. L. Silva, “Genetic Algorithms,” pp. 45–46, 2015.
- [5] S. A. Darmawan, I. Cholissodin, and Tibyani, “Optimasi Penjadwalan Mesin dan Shift Karyawan Menggunakan,” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 12, pp. 6793–6801, 2018, [Online]. Available: <https://j-ptiik.ub.ac.id/index.php/j-ptiik/article/view/3753/1526>
- [6] A. Widodo Wahyu and W. Firdaus Mahmudy, “Penerapan Algoritma Genetika Pada Sistem Rekomendasi Wisata Kuliner,” *J. Ilm. KURSOR*, vol. 5, no. 4, pp. 205–211, 2010.
- [7] W. Priatna, J. Warta, and D. Sulistiyo, “Implementasi Algoritma Genetika untuk Aplikasi Penjadwalan Sistem Kerja Shift,” *Techno.Com*, vol. 22, no. 1, pp. 235–246, 2023, doi: 10.33633/tc.v22i1.7049.
- [8] R. F. Syahputra and Yahfizham, “Menganalisis Konsep Dasar Algoritma Genetika,” *Bhinneka J. Bintang Pendidik. dan Bhs.*, vol. 2, no. 1, pp. 2963–6167, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.59024/bhinneka.v2i1.643>
- [9] K. J. Siregar, “Optimasi Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode Algoritma Genetika Optimization of Project Scheduling Using Genetic Algorithm Method,” 2014.
- [10] H. Mayyani, M. Nurbaiti, P. T. Supriyo, A. Aman, and B. P. Silalahi, “Penerapan Algoritma Genetika Dengan Metode Roulette Wheel Dan Replacement Pada Optimasi Omzet,” *MILANG J. Math. Its Appl.*, vol. 19, no. 2, pp. 153–172, 2023, doi: 10.29244/milang.19.2.153-172.
- [11] I. Martina, “Penerapan Algoritma Genetika Dengan Crossover Cut and Splice Dalam Optimasi Routing Jaringan,” *J. Telemat.*, vol. 7, no. 1, 2015, doi: 10.61769/telematika.v7i1.50.
- [12] H. Ardiansyah and M. B. S. Junianto, “Penerapan Algoritma Genetika untuk Penjadwalan Mata Pelajaran,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 1, p. 329, 2022, doi: 10.30865/mib.v6i1.3418.