

Optimalisasi Penjadwalan Jaga Dokter dan Tenaga Medik di Rumah Sakit Dustira Menggunakan Algoritma Genetika

Yuli Yudriani*, Esmeralda C. Djamal, Ridwan Ilyas

Jurusan Informatika, Fakultas MIPA

Universitas Jenderal Achmad Yani

Jl. Terusan Jenderal Sudirman, Cimahi

yuliyudriani@gmail.com*, esmeraldacd@gmail.com, ilyas1924@gmail.com

Abstrak— Unit Gawat Darurat merupakan bagian terpenting dalam pelayanan medis karena membutuhkan penanganan yang cepat terhadap pelayanan pasien. Setiap ahli medis harus siap untuk menangani pasien selama 24 jam. Setiap tenaga medik yang dijadwalkan di Unit Gawat Darurat dalam sebulan dibagi menjadi tiga shift setiap harinya, yaitu shift pagi, siang dan malam. Selain itu, setiap tenaga medik yang dijadwalkan tidak diperkenankan berjaga pada shift yang sama pada hari selanjutnya secara berurutan serta frekuensi jumlah perawat laki-laki dan perempuan dibatasi. Dengan jumlah dokter sebanyak 10 orang, 35 perawat, sembilan bidan dan lima orang admin, tidak mudah untuk menjadwalkannya. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk penjadwalan adalah Algoritma Genetika dengan keunggulannya yaitu mencari solusi tanpa harus mencoba keseluruhan solusi yang ada. Penelitian terdahulu menggunakan Algoritma Genetika diantaranya penjadwalan perkuliahan di Fakultas MIPA dan penjadwalan kerja Ormawa. Pada penelitian ini dilakukan proses optimalisasi penjadwalan tenaga medik menggunakan Algoritma Genetika yang diawali dengan pembangkitan populasi awal, seleksi, persilangan, mutasi dan penghentian generasi. Penelitian ini menghasilkan sistem optimalisasi penjadwalan yang dapat menjadwalkan waktu kerja tenaga medik yang berjaga di Unit Gawat Darurat Rumah Sakit Dustira sesuai dengan aturan yang ditentukan. Pengujian sistem dilakukan sebanyak lima kali pengujian dengan 1000 evolusi. Pada saat pengujian sistem, jumlah pelanggaran tidak mengalami penurunan hingga mencapai generasi ke 55, sehingga proses optimalisasi berhenti ketika mencapai maksimum generasi yang ditentukan, yaitu 1000 generasi. Sistem menghasilkan jumlah pelanggaran terkecil sebanyak 68 gen pada pengujian ketiga dengan waktu proses selama 16 detik.

Keywords— *optimalisasi; Algoritma Genetika; penjadwalan; Rumah Sakit Dustira.*

I. PENDAHULUAN

Unit Gawat Darurat rumah sakit Dustira terdiri dari 59 ahli medis yaitu, dokter berjumlah 10 orang, 35 orang perawat, sembilan orang bidan dan lima orang admin yang akan dijadwalkan untuk satu bulan. Satu hari kerja terdiri dari tiga shift, yaitu shift pagi, siang, dan malam. Jumlah dokter dalam setiap shift ditentukan, di antaranya shift pagi terdiri dari empat dokter, dua dokter siang dan satu dokter untuk shift malam. Sementara itu, jumlah perawat dalam setiap shift ditentukan batas minimum dan maksimum sebanyak dua sampai lima perawat, serta ditentukan konfigurasi jumlah perawat laki-laki dan perempuan dalam satu shift. Oleh karena itu, tidak mudah dalam menjadwalkan ahli medis yang berjaga di Unit Gawat Darurat, akan banyak kombinasi yang banyak dan sangat kompleks apabila dilakukan dengan mencoba satu per satu. Maka, diperlukan suatu sistem komputasi yang dapat menjadwalkan tenaga medik di Unit Gawat Darurat rumah sakit Dustira yang sesuai dengan aturan yang ditentukan.

Salah satu metode komputasi yang dapat mencari solusi yang sesuai dengan persyaratan dari sekian banyak kombinasi yang kompleks tanpa harus mencoba satu per satu adalah Algoritma Genetika. Penelitian terdahulu telah berhasil menggunakan Algoritma Genetika untuk menyelesaikan permasalahan optimalisasi penjadwalan perkuliahan di Fakultas MIPA Unjani[1] model penjadwalan *moving class* untuk mendukung kemandirian siswa[2], penjadwalan program kerja Ormawa[3], penjadwalan proyek perangkat lunak[4], optimalisasi penjadwalan proyek dengan penyeimbangan biaya[5], penjadwalan perawat[6], penempatan halte trans metro Bandung[7], penjadwalan pesanan untuk tipe *hybrid and flexible flowshop* pada industri kemasan karton[8], penempatan kapasitor shunt[9], penempatan buku perpustakaan sekolah[10], efisiensi penjadwalan *cloud computing*[11], penjadwalan prosesor[12], penjadwalan perekrutan dan penggajian[13], penjadwalan perawat dengan pergeseran normalisasi shift dan hari libur[14], area lahan rumah[15], penempatan *radio base station*[16].

Penelitian ini membangun model komputasi untuk penjadwalan tenaga medik di Unit Gawat Darurat Rumah Sakit Dustira selama satu bulan dengan menggunakan Algoritma Genetika yang diawali dengan pembangkitan populasi awal, seleksi, persilangan permutasi dan mutasi. Penelitian ini diharapkan dapat membantu menjadwalkan tenaga medik pada Unit Gawat Darurat di lingkungan rumah sakit Dustira yang sesuai dengan persyaratan.

II. METODE

Algoritma Genetika adalah algoritma pencarian yang berdasarkan pada mekanisme seleksi alam Darwin dan prinsip-prinsip genetika. Algoritma Genetika digunakan untuk mencari satu solusi dari semua kemungkinan solusi yang memenuhi syarat, tanpa perlu memeriksa seluruhnya. Hal inilah yang disebut optimalisasi. Solusi dinyatakan dalam bentuk kromosom, yang terdiri dari gen-gen dengan urutan berdasarkan kode ruang, waktu atau posisi. Semua kemungkinan solusi dinyatakan dalam susunan kromosom dengan panjang dan kode gen yang tetap.

Penelitian ini membangun sistem yang dapat menjadwalkan jaga dokter dan tenaga medik di Unit Gawat Darurat Rumah Sakit Dustira selama satu bulan dan setiap harinya terdiri dari tiga shift. Terdapat tiga tahap. Tahap pertama yaitu identifikasi atribut dan kriteria, tahap kedua pra proses siklus Algoritma Genetika pembuatan sistem penjadwalan dokter, perawat, bidan dan bagian administrasi. Tahap ketiga pembuatan siklus Algoritma Genetika untuk sistem penjadwalan yang diperlihatkan pada Gambar 1.

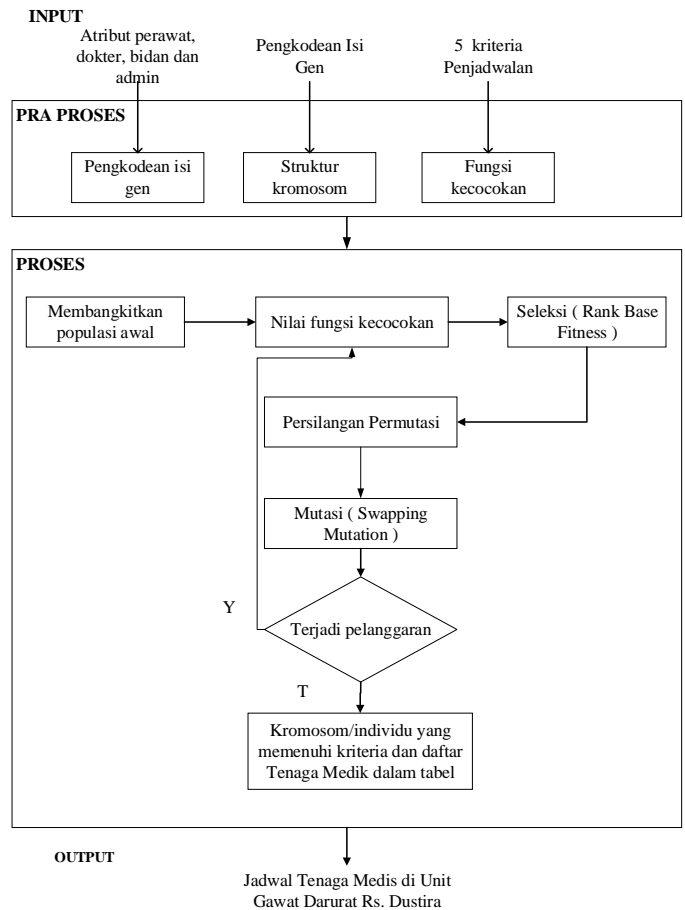
Terdapat tiga langkah yang dilakukan pada praproses Algoritma Genetika, yaitu pengkodean isi gen yang didapat dari data input berupa atribut pegawai yang terdiri dari ID pegawai, nama pegawai, jenis kelamin dan posisi. Representasi struktur kromosom dan pembuatan fungsi kecocokan berdasarkan pada kriteria penjadwalan dan aturan yang dibuat.

A. Pra Proses Optimalisasi Penjadwalan

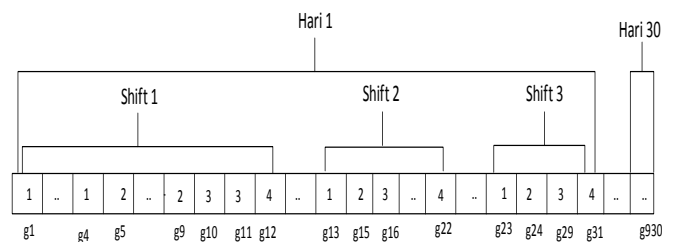
Proses pembuatan struktur kromosom, pembentukan struktur kromosom dibentuk dengan jumlah dokter, perawat, bidan dan bagian administrasi yang dijadwalkan dalam satu bulan berdasarkan shift. Selanjutnya membangun fungsi kecocokan yang dilakukan dengan menentukan kriteria pelanggaran.

1) Struktur Kromosom

Represetasi kromosom dibuat berdasarkan jumlah dokter, perawat, bidan dan bagian administrasi dalam setiap shift seperti shift pagi dokter empat orang, perawat lima, bidan dua dan satu orang bagian administrasi, kemudian untuk shift sore dokter dua orang, perawat lima orang, dua orang bidan dan satu orang bagian administrasi. Shift malam dokter satu orang ditambah jumlah perawat lima, dua orang bidan dan satu bagian administrasi. Jadi $31 \times 30 = 930$. Kromosom berisikan kode pegawai yang mewakili nama pegawai, jenis kelamin dan posisi. Struktur kromosom dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Sistem optimalisasi penjadwalan



Gambar 2. Struktur kromosom

2) Daftar Isi Gen

Sistem yang dibangun menggunakan Algoritma Genetika diskrit dengan isi gen seperti pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3. Daftar tenaga medis pada Unit Gawat Darurat yang dijadwalkan berjumlah 59 orang yang terdiri dari 10 orang dokter, 35 orang perawat, sembilan orang bidan dan lima orang admin. Berdasarkan dari uraian kebutuhan tenaga medik yang pertama yaitu terdapat 10 orang dokter yang diperlihatkan oleh Tabel 1. Setiap shift dokter ditentukan dengan kebutuhan setiap shiftnya yaitu shift pagi empat dokter, siang dua dokter dan malam satu dokter.

TABEL 1. DAFTAR DOKTER

No	Nama Dokter	Jenis Kelamin
1	Lidia Ineria	P
2	Nonny Eykendrop	P
3	Gina Febriana	P
...
...
10	Ramos	L

Kebutuhan tenaga medik yang pertama yaitu perawat diperlihatkan pada Tabel 2. Setiap shift perawat dalam satu kali penjadwalan ditentukan yaitu lima orang.

TABEL 2. DAFTAR PERAWAT

No	Nama Perawat	Jenis Kelamin
1	Sugiono	L
2	Haryono	L
3	Hasanudin	L
4	Dudung	L
...
...
35	Rizky Cahya P	L

Kebutuhan tenaga medik yang kedua yaitu bidan diperlihatkan pada Tabel 3. Setiap shift bidan dalam satu kali penjadwalan ditentukan yaitu dua orang bidan.

TABEL 3. DAFTAR BIDAN

No	Nama Bidan	Jenis Kelamin
1	Erna	P
2	Ani Siti M	P
3	Noviatun	P
...
...
9	Anisa Rahma Devi	P

Kebutuhan tenaga medik yang ketiga yaitu administrasi diperlihatkan pada Tabel 4. Setiap shift bagian administrasi ditentukan dalam satu kali penjadwalan yaitu satu orang administrasi.

TABEL 4. DAFTAR STAF ADMINISTRASI

No	Nama Admin	Jenis Kelamin
1	Hasanudin	L
2	Amir	L
3	Win Maha W	L
4	Moch Syaefi W	L
5	Topan	L

3) Membangun Fungsi Kecocokan

Fungsi kecocokan digunakan untuk mengukur tingkat kesesuaian suatu solusi terhadap kriteria yang ditentukan, adapun kriteria atau aturan untuk penjadwalan jaga dokter dan tenaga medik yang harus diperhatikan yaitu:

1. Kombinasi perawat laki-laki dan perempuan dalam satu shift, maksimal jumlah perawat laki-laki 4 dan maksimal jumlah perawat perempuan 3 (aturan 1).

2. Setiap perawat yang berjaga dalam satu hari muncul secara berturut-turut (aturan 2).
3. Jika perawat yang mendapat jadwal pada malam hari, untuk jadwal hari berikutnya dijadwalkan pada siang hari (aturan 3).
4. Setiap dokter yang dijadwalkan hanya muncul satu kali penjadwalan (aturan 4).
5. Dokter yang mendapat jadwal malam hari untuk hari berikutnya siang hari (aturan 5).

Berdasarkan pada tujuh aturan/kriteria tersebut, maka dibuatlah fungsi kecocokan untuk menghitung nilai pelanggaran dari setiap aturan tersebut. Fungsi kecocokan diperlihatkan oleh Persamaan 1.

$$F = \sum_{x=1}^{m=930} \sum_{i=1}^{n=5} f_i(x) \quad (1)$$

Keterangan:

F : menyatakan jumlah pelanggaran

f_i : menyatakan banyaknya aturan 5

x : menyatakan isi gen sebanyak 930

n : menyatakan banyaknya aturan yang didefinisikan

m : menyatakan jumlah gen.

B. Siklus Genetika

Siklus Algoritma Genetika untuk sistem penjadwalan dengan memperhatikan atribut dan kriteria, jenis pelanggaran yang dilakukan, struktur kromosom dan fungsi kecocokan. Siklus Algoritma Genetika terdiri dari beberapa tahap yaitu membangkitkan populasi awal, evaluasi fungsi kecocokan, seleksi, persilangan permutasi, mutasi, dan penghentian generasi.

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Membangkitkan Populasi Awal

Populasi awal dibangkitkan dengan cara mengambil nilai dari sejumlah serangkaian kromosom yang merupakan kemungkinan solusi dari permasalahan yang dicari secara acak, setiap gen disusun dengan sebuah daftar isi gen yang dibangkitkan secara acak. Dalam penelitian ini populasi yang akan dibangkitkan delapan kromosom, masing-masing kromosom memiliki panjang 930 gen pada setiap kromosom. Dapat dilihat pada Gambar 3.

B. Seleksi

Proses seleksi pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *ranking*. Metode *ranking* kromosom yang terpilih adalah empat kromosom dengan jumlah pelanggaran paling kecil dari delapan kromosom. Pemilihan nilai terkecil dikarenakan pada penelitian nilai kecocokan yang paling baik adalah dengan nilai pelanggaran paling kecil. Proses *ranking* dari nilai kecocokan dilihat pada Tabel 5.

Kromosom 1	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g31	.....	g930		
	7	11	5	9	12	13	28	25	26	8	14	21
Kromosom 2	g1	g2	g3	g4	...	...	g31	g32	g33	.....	g62	
	7	5	14	21	10	15	20	23	28	16	2	4
Kromosom 3	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g31	.....	g930		
	28	16	2	4	12	13	28	25	26	8	14	21
Kromosom 4	g1	g2	g3	g4	...	...	g31	g32	g33	.....	g62	
	7	5	14	21	12	13	28	25	7	11	5	9
Kromosom 5	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g31	.....	g930		
	7	11	5	9	12	13	28	25	26	8	14	21
Kromosom 6	g1	g2	g3	g4	...	...	g31	g32	g33	.....	g62	
	7	5	14	21	10	15	20	23	28	16	2	4
Kromosom 7	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g31	.....	g930		
	7	11	5	9	12	13	28	25	26	8	14	21
Kromosom 8	g1	g2	g3	g4	...	...	g31	g32	g33	.....	g62	
	7	5	14	21	10	15	20	23	28	16	2	4

Gambar 3. Populasi awal

TABEL 5. PROSES SELEKSI RANK BASED

Kromosom	Nilai Pelanggaran	Rank Based
Kromosom ke - 1	68	1
Kromosom ke - 2	71	2
Kromosom ke - 3	76	3
Kromosom ke - 4	84	4

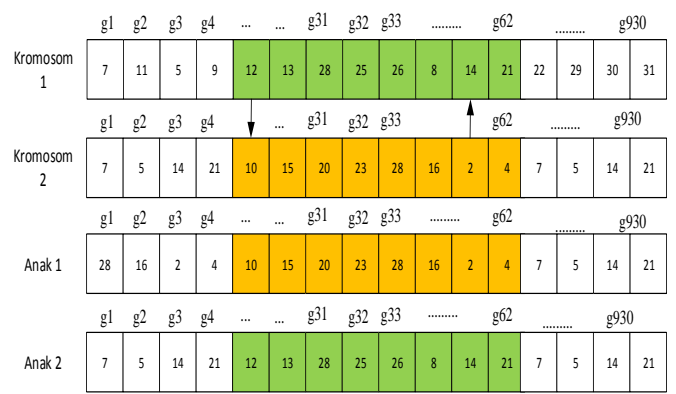
C. Persilangan Permutasi

Proses persilangan merupakan proses reproduksi dari dua induk yang telah diseleksi menghasilkan dua turunan. Pada proses seleksi dipilih empat kromosom sehingga terjadi dua proses persilangan menghasilkan empat turunan. Proses persilangan dalam penelitian ini yaitu persilangan permutasi dipilih karena tidak boleh ada gen yang sama secara berurutan, proses permutasi yang dilakukan yaitu dengan cara menyilangkan gen dokter dengan dokter, perawat dengan perawat dalam setiap gen. Proses persilangan permutasi (lihat Gambar 4) dilakukan dengan cara sebagai berikut:

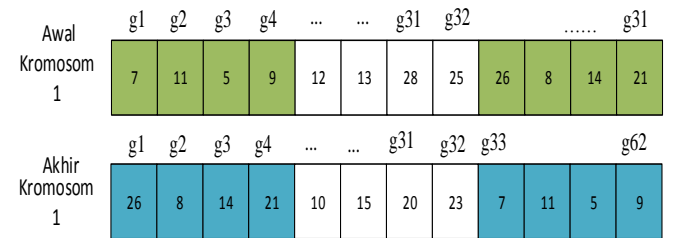
1. Pilih empat induk dari kromosom terbaik hasil mutasi.
2. Silangkan induk pertama dengan induk ketiga dan induk ke dua dan ke empat.
3. Tentukan jumlah titik persilangan sebanyak 31 titik dengan titik persilangan yang telah ditentukan setiap kelipatan gen
4. Apabila pada setiap kelipatan 31 terdapat isi gen yang sama, maka lakukan penataan isi gen.

D. Mutasi

Proses mutasi penelitian ini menggunakan Swapping Mutation. Caranya dengan memilih kromosom terbaik dan menukar nilai dari empat buah titik secara acak dengan nilai pada posisi kelompok gen lain, kemudian isi gen yang terdapat pada empat titik pertama ditempatkan pada empat titik ke dua dan sebaliknya. Proses mutasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Proses persilangan permutasi



Gambar 5. Proses mutasi

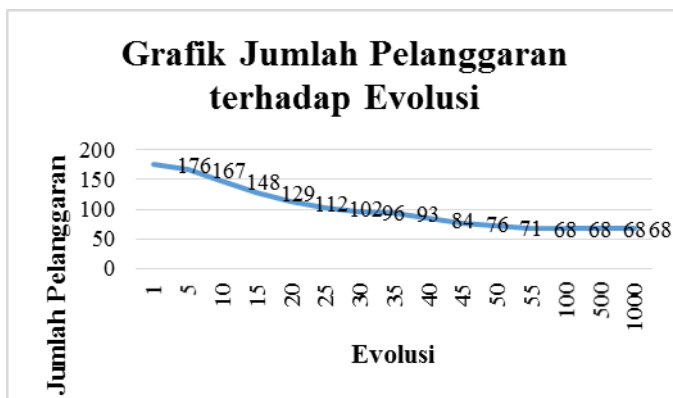
E. Penghentian Generasi

Satu siklus Algoritma Genetika berisikan proses evaluasi nilai kecocokan, seleksi, persilangan permutasi, dan mutasi. Siklus pertama dimulai setelah pembangkitan populasi awal. Pada penelitian ini, Siklus Algoritma Genetika akan berhenti bergenerasi ketika jumlah pelanggaran terkecil didapat atau sudah mencapai batas maksimum generasi yaitu 1000. Hasil pengujian sistem dapat dilihat pada Tabel 6.

Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali pengujian, pada Tabel 6 menunjukkan bahwa semakin banyak evolusi maka semakin kecil jumlah gen yang melanggar yang dihasilkan. Pada pengujian ini dilakukan sebanyak 1000 kali evolusi dengan lima kali pengujian, semua pengujian mengalami kondisi penghentian generasi yang signifikan karena jumlah gen yang melanggar tidak menurun dan terjadi pada iterasi kurang dari 100. Pada saat pengujian yang dilakukan sering terjadi *stack* atau kondisi setelah beberapa generasi berturut-turut memiliki jumlah pelanggaran yang sama dan populasi tidak mengalami perubahan seperti pada pengujian ketiga nilai pelanggaran tidak berubah terjadi pada evolusi ke 55 sampai pada evolusi ke 1000. Hal ini memperlihatkan bahwa proses persilangan dan mutasi sudah mengalami kejenuhan, gen hasil persilangan dan mutasi tidak memperbaiki pelanggaran. Hal lain yang mempengaruhi dalam kondisi pelanggaran yang paling besar berpengaruh terhadap aturan yang pertama. Berikut merupakan grafik hasil pengujian sistem yang menunjukkan pelanggaran terkecil yang menghasilkan nilai akhir jumlah pelanggaran terkecil sebanyak 68 gen, grafik pelanggaran dibuat berdasarkan jumlah evolusi yang dilakukan. Grafik pengujian sistem dapat dilihat pada Gambar 6.

TABEL 6. HASIL PENGUJIAN SISTEM

Generasi	Pengujian Ke-					Rata-rata
	1	2	3	4	5	
1	176	169	176	179	175	175
5	166	149	167	165	166	162.6
10	156	143	148	141	155	150.8
15	146	133	129	129	133	134
20	138	118	112	121	117	121.2
25	134	109	102	103	102	110
30	132	105	96	97	86	103.2
35	130	104	93	96	84	101.4
40	128	104	84	96	77	97.8
45	128	104	76	96	74	95.6
50	128	104	71	96	74	94.6
55	128	104	68	96	74	94
100	128	104	68	96	74	94
500	128	104	68	96	74	94
1000	128	104	68	96	74	94
Waktu(detik)	17	22	16	15	20	18



Gambar 6. Grafik hasil pengujian sistem

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini telah menghasilkan sebuah sistem optimalisasi penjadwalan jaga dokter dan tenaga medik di Unit Gawat Darurat Rumah Sakit Dustira dengan menggunakan Algoritma Genetika. Hasil akhir dari sistem adalah terbentuknya jadwal jaga dokter dan tenaga medik di Unit Gawat Darurat Rumah Sakit Dustira yang optimal sesuai dengan aturan dan kriteria selama satu bulan.

Pada penelitian ini pengujian sistem dilakukan sebanyak 1000 evolusi dengan pengujian dilakukan sebanyak lima kali pengujian. Hasil pengujian menghasilkan jumlah pelanggaran yang terkecil sebanyak 68 gen dengan waktu proses selama 16 detik yang dihasilkan pada pengujian ke tiga. Kemudian setiap kali pengujian sistem dilakukan, menghasilkan solusi yang berbeda-beda karena Algoritma Genetika populasi awal

dibangkitkan secara acak, namun dapat memberikan solusi yang optimal kelemahan sistem ini terletak pada mutasi yang tidak terlalu berpengaruh terhadap penurunan jumlah gen yang melanggar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Yulianti, E. C. Djamel dan A. Komarudin, "Optimalisasi Penjadwalan Perkuliahan di Fakultas MIPA Unjani Menggunakan Algoritma Genetika dan Tabu Search," *Seminar Nasional Informatika dan Aplikasinya*, Cimahi 2013.
- [2] S. S. Suparno, "Model Penjadwalan Moving Class Menggunakan Metode Algoritma Genetika Untuk Mendukung Kemandirian Siswa," *Jurnal Teknologi Informasi*, vol. 9, no. 1, pp. 50-59, April 2013, ISSN 1414-9999.
- [3] B. Servitia dan E. C. Djamel, "Optimalisasi Program Kerja Organisasi Mahasiswa di Unjani Menggunakan Algoritma Genetika," *Seminar Nasional IPTEK Jenderal Achmad Yani*, Cimahi 2015.
- [4] Herniawati, E. C. Djamel dan F. Renaldi, "Optimalisasi Penjadwalan Proyek Perangkat Lunak Menggunakan Algoritma Genetika," *Prosiding Seminar Nasional Masif II*, pp. 309-314, 2016.
- [5] Arifudin, "Optimalisasi Penjadwalan Proyek Dengan Penyeimbangan Biaya Menggunakan Kombinasi CPM dan Algoritma Genetik," *Jurnal Masyarakat Informatika*, ISSN 2086-4930, vol. 2, no. 4, pp. 1-14, 2012.
- [6] C.-C. Lin, "Nurse Scheduling with Joint Normalized Shift and Day-Off Preference Satisfaction Using a Genetic Algorithm with Immigrant Scheme," *International Journal of Distributed Sensor Network*, 2015.
- [7] F. Purwanto, E. C. Djamel dan A. Komarudin, "Optimalisasi Penempatan Halte Trans Metro Bandung Menggunakan Algoritma Genetika," *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI) 2016*, 6 Agustus 2016.
- [8] I. J. N. Azmi, "Penjadwalan Pesanan Menggunakan Algoritma Genetika untuk Tiap Produk Hybrid And Flexible Flowshop pada Industri Kemasan Karton," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 2, pp. 176-188, 2012.
- [9] Carwoto, "Implementasi Algoritma Genetika untuk Optimasi Penempatan Kapasitor Shunt pada Penyulang Distribusi Tenaga Listrik," *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, vol. XII, pp. 122-130, 2007.
- [10] S. S. R., "Pemanfaatan Algoritma Genetika pada Aplikasi Penempatan Buku Perpustakaan Sekolah," *Pelita Informatika Budi Darma*, vol. VI, no. 2 ISSN 2301-9525, pp. 113-118, 2014.
- [11] M. Alipori dan H. H. S. Javadi, "Efficient Cloud Computing Scheduling: Comparing Classic Algorithms with Generic Algorithm," *International Journal of Computer Networks and Communications Security*, vol. 3, no. 7, p. 276, JULY 2015.
- [12] S. G. Mohita Gupta, "Optimized Processor Scheduling Algorithms using Genetic Algorithm Approach," *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, vol. 2, no. 6, p. 2417, June 2013.
- [13] R. I. K dan S. , "Sistem HRD, Perekrutan, Penggajian, dan Penjadwalan Menggunakan Algoritma Genetika pada Hotel Nirwana," *Jurnal Informatika*, vol. 9, no. 1, pp. 65-80, 2013.
- [14] W. F. M. D. E. R. Rifqy Rosyidah Iلمي, "Optimalisasi Penjadwalan Perawat," *DORO: Repository Jurnal Mahasiswa PTIIK Universitas Brawijaya*, vol. 5, no. 13, 2015.
- [15] L. A. Fadhil, E. C. Djamel dan R. Ilyas, "Optimalisasi Lahan Untuk Area Rumah Dan Jalan Menggunakan Algoritma Genetika," *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik*, vol. 1, pp. 96-101, 2016.
- [16] E. Martiana dan A. Basuki, "Optimasi Penempatan Radio Based Station dengan Algoritma Genetika," *Electronics Industrial Seminar (IES)*, pp. 266-270, 2003.