

## Penerapan Algoritma Genetika Untuk Menyelesaikan Permasalahan *Penjadwalan Perawat* Dengan *Fuzzy Fitness Function*

Desak Made Dwi Utami Putra\*<sup>1</sup>, Subanar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Badung-Bali-Indonesia, telp: (0361)701954

<sup>2</sup>Jurusan Ilmu Komputer dan Elektronika, FMIPA UGM, Yogyakarta

e-mail: \*<sup>1</sup>desakutami@yahoo.com, <sup>2</sup>subanar@yahoo.com

### Abstrak

*Penjadwalan perawat merupakan suatu permasalahan yang sangat kompleks dan memerlukan banyak waktu dalam proses pembuatannya. Terdapat dua bentuk batasan yang harus dipenuhi dalam penjadwalan perawat yaitu batasan keras (hard constraint) dan batasan lunak (soft constraint), oleh karena itu permasalahan penjadwalan perawat sangat sulit untuk dikerjakan dengan cara konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan algoritma genetika dalam menyelesaikan permasalahan penjadwalan perawat yang dapat memkuenuhi seluruh batasan keras dan meminimalkan pelanggaran terhadap batasan lunak yang telah ditentukan sehingga penjadwalan yang dihasilkan tidak hanya dapat memenuhi aturan yang ditetapkan saja namun juga dapat memenuhi preferensi dari masing-masing perawat terhadap jadwal yang dihasilkan.*

*Algoritma genetika digunakan dalam penelitian ini untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan perawat pada RS. BaliMed Denpasar. Dimana kromosom yang dihasilkan merupakan representasi solusi dari penjadwalan perawat yang berupa jadwal mingguan dari masing-masing perawat. Himpunan fuzzy dalam penjadwalan perawat ini digunakan untuk menentukan nilai fitness dari kromosom yang dihasilkan. Sebuah nilai fungsi keanggotaan yang tinggi menggambarkan tingkat keidealan yang lebih tinggi dari solusi yang dihasilkan.*

**Kata Kunci**— *penjadwalan perawat, algoritma genetika, fuzzy fitness function.*

### Abstract

*Nurse scheduling is one of the problems that need more attentions to handle. This scheduling problem is complex with some constraints involved. There are two general constraints in the problem named, the hard constraints and the soft constraint. This research goal is to study the application of genetic algorithm for solving the nurse scheduling problem. However, this solving problem should satisfy all the hard constraints, and minimize the violation of the soft constraints. The good scheduling is not only satisfies the hard constraints defined, but also the preferences of each nurse.*

*The genetic algorithm used in this research solved the nurse scheduling problem faced at BaliMed Hospital, Denpasar. The chromosome is the representation of the weekly scheduling of each nurse. This scheduling utilized fuzzy set to determine the fitness values of the chromosome. High member value represents high ideal level of solution.*

*The result of this research is that the lower penalty value achieved from a solution, the more ideal scheduling got according to the membership degree in fuzzy set. Hopefully, this scheduling method can be an alternative solution for arranging a nurse scheduling.*

**Keyword**— *nurse scheduling, genetic algorithms, fuzzy fitness function.*

## 1. PENDAHULUAN

Penjadwalan perawat merupakan suatu permasalahan yang sangat kompleks dan memerlukan banyak waktu dalam proses pembuatannya, karena terdapat banyak batasan yang harus dipenuhi. Oleh karena itu permasalahan penjadwalan perawat sangat sulit untuk dikerjakan dengan menggunakan metode konvensional. Penjadwalan perawat yang ideal untuk digunakan merupakan penjadwalan yang dapat memenuhi seluruh batasan keras yang telah ditentukan serta memiliki nilai pelanggaran yang minimal terhadap batasan lunak. Sehingga secara tidak langsung dapat meningkatkan kinerja dan kualitas pelayanan perawat terhadap pasien yang ditangani.

Terdapat beberapa metode *meta-heuristic* yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan penjadwalan seperti *Simulated Annealing* (SA), *Taboo Search* (TS), dan Algoritma Genetika yang telah diimplementasikan secara murni maupun *hybrid*[1]. Di antara seluruh metode yang disebutkan di atas algoritma genetika telah banyak dipelajari dan telah berhasil untuk diimplementasikan pada permasalahan penjadwalan.

Logika fuzzy sebagai komponen utama pembangun soft computing, terbukti telah memiliki kinerja yang sangat baik untuk menyelesaikan masalah-masalah yang mengandung ketidakjelasan. Ketidakjelasan dapat didefinisikan sebagai suatu proposisi dimana status kemungkinan dari proposisi tersebut tidak didefinisikan dengan jelas [2]. Algoritma genetika menghasilkan nilai *fitness* rata-rata yang tertinggi ketika dikombinasikan dengan himpunan *fuzzy* untuk membentuk suatu fungsi evaluasi. Himpunan *fuzzy* dapat mendefinisikan “baik” atau “buruk” suatu solusi yang dihasilkan berdasarkan derajat keanggotaannya dalam suatu himpunan fuzzy.

Penelitian [3] menggunakan Algoritma Genetika untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan perawat. Dalam penelitian ini dikatakan bahwa batasan keras merupakan persyaratan yang harus dipenuhi dalam pembentukan suatu jadwal dinas, sedangkan batasan lunak merupakan batasan yang digunakan untuk meningkatkan kualitas dari jadwal yang dihasilkan karena dalam hal ini tidak hanya dibutuhkan jadwal yang *fix*, tetapi kepuasan dari perawat juga dibutuhkan untuk memenuhi tuntutan kualitas pelayanan yang tinggi.

Penelitian [4] membahas tentang penggunaan Algoritma Genetika untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan mesin dengan menggunakan *Fuzzy Fitness Function*. Dalam penelitian ini dilakukan analisa terhadap penggunaan *fuzzy membership function* untuk memodelkan fungsi *fitness* dari kromosom dalam Algoritma Genetika untuk menyelesaikan permasalahan *multi-objective optimization problem* pada kasus penjadwalan mesin, yang memiliki 3 batasan yang harus dipertimbangkan yaitu *processing time*, *ready time*, dan *due dates*. Hasil dari penelitian ini adalah *fuzzy fitness function* dapat memodelkan performansi dari *single machine scheduling problem* dengan baik serta dapat mendefinisikan “baik” atau “buruk” suatu solusi berdasarkan derajat keanggotaannya dalam suatu himpunan fuzzy.

Penelitian [5] membahas tentang penggunaan metode kombinasi *Fuzzy* dan Algoritma Genetika untuk penempatan kapasitor dan besar kapasitas kapasitor yang optimal pada jaringan. Pada penelitian ini, metode *Fuzzy* digunakan untuk menentukan nilai *fitness* dari algoritma genetika. Sebuah model fuzzy secara tipikal diberikan oleh sebuah fungsi keanggotaan  $\mu_f(x)$  yang akan dicari derajat keanggotaannya, dimana sebuah nilai fungsi keanggotaan yang tinggi menggambarkan tingkat kepuasan yang lebih tinggi dari solusi yang dicari.

Penelitian [6] mengkaji penerapan algoritma genetika sebagai suatu metode untuk menyelesaikan masalah optimasi penjadwalan proyek dengan pemerataan sumber daya biaya

dan kendala berupa waktu lintasan kritis. Adapun hasil dari penelitian ini adalah jadwal proyek memiliki pembiayaan yang lebih merata dengan menggunakan algoritma genetika dan CPM dibandingkan tanpa menggunakan algoritma genetika.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada Instalasi Rawat Inap di RS. BaliMed Denpasar yang terdiri atas 3 buah paviliun yaitu paviliun Cempaka, Cendana dan Canigara. Dimana masing-masing paviliun memiliki jumlah ruang yang berbeda-beda.

### 2.2 Sampel Data

Pada penelitian ini yang menjadi sampel data secara garis besar adalah :

1. Data perawat yang akan dijadwalkan.
2. Data ruangan yang akan dijadwalkan.
3. Aturan-aturan yang ditentukan untuk pembentukan jadwal kerja perawat.

### 2.3 Prosedur Penelitian

1. Pengkajian metode algoritma genetika untuk menyelesaikan permasalahan penjadwalan perawat.
2. Pengumpulan data.
3. Data-data penelitian didapat dari RS. BaliMed Denpasar.
4. Pemodelan algoritma genetika

#### a. Pengkodean kromosom

Kromosom yang akan dihasilkan dari penelitian ini merupakan representasi dari jadwal mingguan perawat yang dapat digambarkan sebagai berikut:

	P1							P2							.....	Pn									
Kromosom 1	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7			
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	.....	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
Kromosom 2	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7			
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	.....	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
.....	.....							.....							.....	.....									
Kromosom m	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7			
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	.....	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2

Gambar 1 Representasi Kromosom

Pada gambar kromosom diatas dapat dilihat bahwa terdapat sejumlah n perawat yang akan dijadwalkan yaitu  $P_1, P_2, \dots, P_n$ . Dalam penjadwalan ini akan digunakan pola mingguan yang terdiri atas 7 hari (hari Senin sampai Minggu). Setiap harinya akan dibatasi bahwa masing-masing perawat hanya dapat bekerja maksimal dua shift. Shift kedua dalam hari yang bersangkutan akan dihitung sebagai lembur yang sifatnya fleksibel atau sewaktu-waktu sehingga dalam penggambarannya kromosom S2 dapat dikosongkan.

#### b. Penentuan fungsi *fitness*

Fungsi *fitness* harus memperhatikan pada fungsi objektifnya. Pada penelitian ini fungsi objektifnya adalah meminimalkan penalti yang dihasilkan oleh pelanggaran terhadap batasan lunak yang telah ditentukan. Fungsi objektif dalam sistem ini dapat dituliskan sebagai berikut:

$$= \sum \quad (1)$$

Dimana:

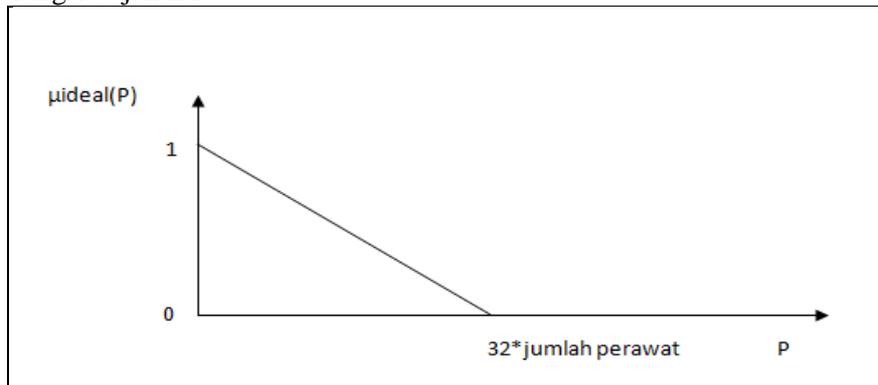
$n$  adalah jumlah perawat yang dijadwalkan.

$P_i$  adalah nilai penalti dari perawat ke  $i$ .

Nilai *fitness* kromosom dalam penelitian ini diperoleh dengan persamaan:

$$= \mu \quad ( ) \quad (2)$$

Berikut ini adalah himpunan fuzzy untuk menentukan nilai derajat keanggotaan dari fungsi objektif P:



Gambar 2 Himpunan fuzzy untuk tingkat keidealn

Dimana nilai 32 diperoleh dari nilai penalti yang mungkin terjadi akibat pelanggaran terhadap batasan lunak.

- c. Membangkitkan populasi awal
- d. Mengevaluasi populasi dengan cara menghitung nilai bobot masing-masing individu berdasarkan fungsi *fitness* yang telah ditentukan sebelumnya.
- e. Melakukan seleksi induk
- f. Menentukan individu yang akan dicrossover dengan menggunakan metode seleksi *Roulette Whell*.
- g. Menentukan individu yang akan dimutasi.

#### 2.4 Implementasi

Pada penelitian ini proses penjadwalan perawat dengan menggunakan algoritma genetika akan diimplementasikan dengan menggunakan bahasa pemrograman Delphi 7.

#### 2.5 Pengujian

Pada tahap ini, sistem yang telah dibuat akan diuji dengan melakukan analisis performansi dari parameter-parameter algoritma genetika yang digunakan serta membandingkan nilai penalti dan point lembur yang dihasilkan oleh sistem dengan jadwal yang dibuat secara manual.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan pada sistem penjadwalan perawat dengan algoritma genetika ini meliputi analisis pengaruh parameter genetika terhadap nilai *fitness* dan lama proses berjalan pada sistem, serta melakukan analisis perbandingan nilai penalti yang diperoleh dari sistem yang dibangun dengan nilai penalti yang diperoleh dari jadwal yang dibuat secara manual.

#### 3.1 Pengaruh Perubahan Parameter Genetika

Pengaruh perubahan parameter genetika yang dipelajari dalam penelitian ini dapat dikelompokkan menjadi 4 bagian yaitu:

1. Pengaruh perubahan parameter ukuran populasi.
2. Pengaruh perubahan parameter  $P_c$ .
3. Pengaruh perubahan parameter  $P_m$ .
4. Pengaruh perubahan parameter jumlah generasi.

### 3.1.1 Pengaruh perubahan parameter ukuran populasi

Percobaan pertama adalah dengan mengambil ukuran populasi = 10,  $P_c = 0.5$ , dan  $P_m = 0.01$ , jumlah generasi = 100. Percobaan selanjutnya adalah dengan menambah ukuran populasi dan tetap menggunakan nilai parameter lain yang sama seperti pada percobaan yang pertama. Setelah dilakukan 10 kali percobaan dengan ukuran populasi yang berbeda diperoleh hasil bahwa nilai *fitness* terbaik yang diperoleh yaitu sebesar 0.964440 dicapai dengan ukuran populasi 100. Nilai *fitness* tersebut diperoleh saat melakukan percobaan sebanyak 10 kali. Pada percobaan ke 11, nilai *fitness* dari kromosom mengalami penurunan sampai pada percobaan ke 15 dengan nilai *fitness*nya adalah sebesar 0.960129. Nilai *fitness* mengalami peningkatan kembali pada percobaan ke 16 dengan nilai *fitness* yang diperoleh adalah 0.963362. Nilai tersebut tidak dapat melampaui nilai *fitness* tertinggi yang diperoleh pada percobaan ke 10, dan pada percobaan selanjutnya mengalami penurunan kembali sehingga nilai *fitness* tertinggi yang diperoleh dengan melakukan 20 kali percobaan adalah sebesar 0.964440 dengan jumlah populasi 100.

### 3.1.2 Pengaruh perubahan parameter $P_c$

Parameter  $P_c$  menentukan proses pencarian solusi terhadap nilai *fitness*. Algoritma genetika mulai bekerja dengan ukuran populasi terbaik hasil pengamatan sebelumnya dan nilai  $P_c$  awal. Selanjutnya untuk nilai  $P_c$  berikutnya ditentukan oleh pengguna. Pada pembahasan ini akan diamati pengaruh nilai  $P_c$  terhadap nilai *fitness* dan lama proses berjalan pada sistem. Ukuran populasi yang digunakan pada tahap ini adalah ukuran populasi terbaik yang telah diperoleh sebelumnya yaitu 100.

Percobaan pertama adalah dengan mengambil  $P_c = 0.1$ , dan  $P_m = 0.01$ , jumlah generasi = 100, dan ukuran populasi 100. Hasil pengujian dengan menggunakan 100 kali percobaan dapat dilihat bahwa nilai *fitness* terbaik adalah 0.962284 yang terjadi pada probabilitas crossover 0.2, 0.6, 0.7, dan 1. Nilai  $P_c$  selanjutnya yang akan digunakan pada percobaan selanjutnya adalah 0.2, karena waktu yang dibutuhkan lebih singkat untuk menghasilkan nilai *fitness* tertinggi dibandingkan dengan nilai  $P_c$  yang lain. Berikut ini adalah grafik pengaruh nilai  $P_c$  terhadap perubahan nilai *fitness* kromosom dari generasi-ke generasi.

### 3.1.3 Pengaruh perubahan parameter $P_m$

Salah satu parameter yang menentukan proses pencarian solusi terhadap nilai objektif selain ukuran populasi dan  $P_c$  adalah parameter  $P_m$ . Pada pengujian ini Algoritma Genetika mulai bekerja dengan ukuran populasi dan nilai  $P_c$  hasil pengamatan sebelumnya dan nilai  $P_m$  awal. Selanjutnya untuk nilai  $P_m$  berikutnya ditentukan oleh pengguna. Pada pembahasan ini akan diamati pengaruh nilai  $P_m$  terhadap nilai *fitness* dan lama proses berjalan pada sistem.

Percobaan pertama adalah dengan mengambil nilai  $P_m = 0.01$ , ukuran populasi = 100,  $P_c = 0.2$ , jumlah generasi = 100. Percobaan selanjutnya adalah dengan menambah nilai  $P_m$  dan tetap menggunakan nilai parameter lain yang sama seperti pada percobaan pertama. Setelah dilakukan 10 kali percobaan dengan nilai  $P_m$  yang berbeda diperoleh nilai *fitness* tertinggi adalah 0.96444 pada  $P_m$  0.08. Nilai *fitness* ini mulai konvergen pada generasi ke 7. Berikut ini adalah grafik pengaruh probabilitas mutasi terhadap nilai *fitness* dari generasi ke generasi:

### 3.1.4 Pengaruh perubahan parameter jumlah generasi

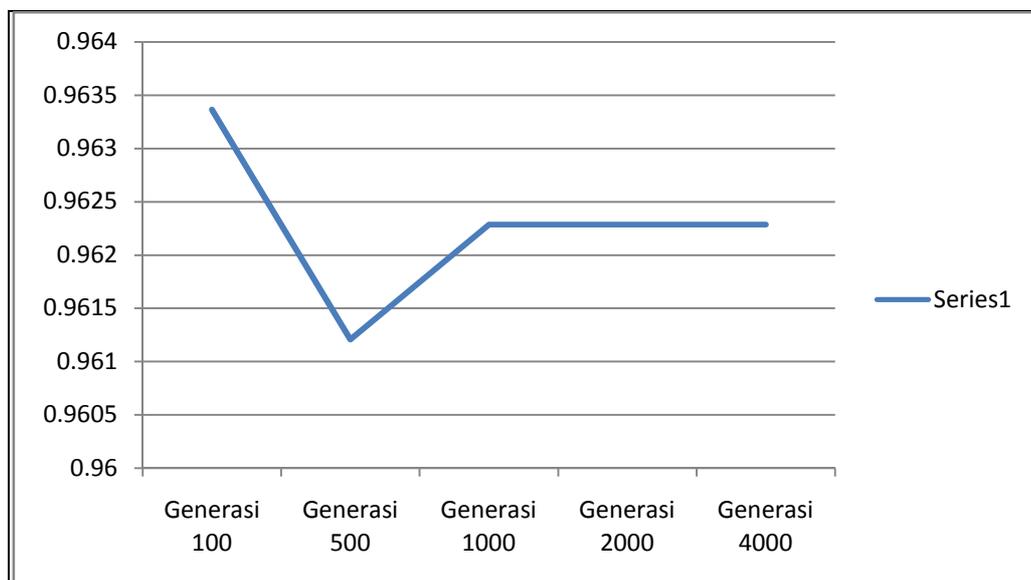
Jumlah generasi akan menentukan proses pencarian solusi terhadap nilai objektif yang lebih baik. Algoritma genetika mulai bekerja dengan ukuran populasi, nilai  $P_c$ , dan nilai  $P_m$

hasil pengamatan sebelumnya dan jumlah generasi awal.Selanjutnya untuk jumlah generasi berikutnya ditentukan oleh pengguna. Pada pembahasan ini akan diamati pengaruh jumlah generasi terhadap nilai fitness dan lama proses berjalan pada sistem. Setelah dilakukan 5 kali percobaan dengan jumlah generasi yang berbeda-beda diperoleh nilai *fitness* seperti Tabel 1.

Tabel 1 Pengaruh Parameter jumlah generasi

Jumlah Generasi	Nilai <i>fitness</i>	Generasi Mulai Tercapainya Nilai <i>Fitness</i> Terbaik	Waktu Proses (detik)
100	0.963362	8	88
500	0.961207	1	91
1000	0.962284	10	96
2000	0.962284	8	95
4000	0.962284	2	91

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa nilai fitness tertinggi adalah 0.963362 yang terdapat pada jumlah generasi 100. Dimana nilai fitness yang terbaik pada generasi tersebut konvergen pada generasi ke 8.Pengaruh jumlah generasi terhadap perkembangan nilai fitness dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Grafik pengaruh jumlah generasi

Dari hasil pengujian pengaruh parameter genetika terhadap data yang telah dilakukan sebelumnya, diperoleh bahwa nilai parameter yang direkomendasikan untuk tercapainya nilai objektif yang paling optimal yaitu dengan ukuran populasi = 100, nilai  $P_c = 0.7$ , nilai  $P_m = 0.08$ , dan jumlah generasi = 100.

### 3.2 Analisis Perbandingan Nilai Penalti dan Lembur

Untuk dapat mengetahui kinerja dari sistem penjadwalan perawat dengan menggunakan algoritma genetika yang dibangun saat ini, maka dilakukan analisis perbandingan nilai penalti serta point lembur yang diperoleh oleh sistem dengan nilai penalti serta point lembur yang diperoleh dari jadwal yang dibuat secara manual. Hasil dari analisis perbandingan tersebut adalah sebagai berikut:

### 3.2.1 Nilai penalti dan point lembur dari jadwal manual

Untuk mengetahui nilai penalti dan point lembur yang dihasilkan oleh jadwal manual digunakan contoh jadwal manual selama 4 minggu pada bulan Juli tahun 2011. Adapun nilai penalti dan point lembur pada jadwal manual adalah sebagai berikut:

1. Minggu ke-1 : nilai penalti 83
2. Minggu ke-2 : nilai penalti 83
3. Minggu ke-3 : nilai penalti 64
4. Minggu ke-4 : nilai penalti 45

Sedangkan point lembur yang dihasilkan oleh perawat pada setiap minggunya adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Tabel lembur minggu ke-1

No	Nama Perawat	Point
1	Ni Kt Sriyani	1
2	Dewa Ayu Sulistya Dewi	1
Total		2

Tabel 3 Tabel lembur minggu ke-2

No	Nama Perawat	Point
1	Ni Wy Sri Andayanti	1
2	Luh Ayuk Trisnadewi	1
3	Km Natalyadewi	1
Total		3

Tabel 4 Tabel lembur minggu ke-3

No	Nama Perawat	Point
1	IGA Diah Arry Megantary	1
Total		1

Tabel 5 Tabel lembur minggu ke-4

No	Nama Perawat	Point
1	Ni Kadek Ayu Pratiwi	1
Total		1

### 3.2.2 Nilai penalti dan point lembur dari jadwal yang dihasilkan oleh sistem

Proses untuk membandingkan antara jadwal manual dengan jadwal yang dihasilkan oleh sistem dilakukan dengan mengambil hari cuti yang dimiliki oleh perawat pada jadwal manual kemudian diinputkan ke dalam sistem, kemudian nilai penalti serta point lembur dari jadwal

yang dihasilkan oleh sistem akan dibandingkan dengan nilai penalti serta jumlah lembur yang dihasilkan oleh jadwal manual. Adapun hasil perbandingannya adalah sebagai berikut:

1. Data cuti perawat pada minggu ke-1 adalah sebagai berikut:

Tabel 6 Data cuti perawat pada minggu ke-1

No.	Kode Perawat	Hari Cuti
1.	102	Senin
2.	107	Jumat, Minggu
3.	109	Minggu
4.	116	Senin-Minggu
5.	204	Selasa, Rabu, Sabtu
6.	214	Senin
7.	215	Selasa
8.	220	Jumat

Setelah sistem dijalankan dengan menginputkan data cuti perawat sesuai dengan jadwal manual pada minggu ke-1 maka dihasilkan jadwal dengan nilai penalti adalah sebesar 85 dan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan jadwal adalah 89 detik. Point lembur yang dihasilkan oleh sistem pada minggu ke-1 dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Data point lembur perawat pada minggu ke-1

No	Nama Perawat	Point
1	Wy. Dewi Nurhayati	2
2	I. A Dia Utami	1
3	Luh Ayu Mas Widhiastuti	2
4	IGA Putriyana Dewi	2
5	Putu Widia Astiti	1
6	Kadek Sri Yuliantari W	1
Total		9

2. Data cuti perawat pada minggu 2 adalah sebagai berikut:

Tabel 8 Data cuti perawat pada minggu ke-2

No.	Kode Perawat	Hari Cuti
1.	104	Kamis
2.	111	Kamis
3.	115	Minggu
4.	116	Senin-Minggu

5.	202	Rabu, Jumat, Sabtu
6.	203	Rabu
7.	213	Kamis
8.	215	Kamis
9.	218	Rabu
10.	219	Rabu, Kamis
11.	220	Minggu

Setelah sistem dijalankan dengan menginputkan data cuti perawat sesuai dengan jadwal manual pada minggu ke-2 maka dihasilkan jadwal dengan nilai penalti adalah sebesar 83 dan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan jadwal adalah 88 detik. Point lembur yang dihasilkan oleh sistem pada minggu ke-2 dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Data point lembur perawat pada minggu ke-2

No	Nama Perawat	Point
1	Wyn. Sri Eka Novianti	2
2	Kadek Ariani	1
3	Kd. Ditavina S.	1
4	Luh Ayuk Trisnadewi	1
5	Ni Md Yunira Waitarini	1
6	Luh Ayu Mas Widhiastuti	2
7	Putu Widia Astiti	1
8	IGA Diah Arry Megantary	1
9	Ni Made Suseni	1
10	Desak Putu Jayanthi	1
Total		12

3. Data cuti perawat pada minggu 3 adalah sebagai berikut:

Tabel 10 Data cuti perawat pada minggu ke-3

No.	Kode Perawat	Hari Cuti
1.	109	Senin
2.	111	Rabu
3.	113	Sabtu, Minggu
4.	116	Senin-Minggu
5.	213	Kamis, Jumat
6.	214	Rabu

Setelah sistem dijalankan dengan menginputkan data cuti perawat sesuai dengan jadwal manual pada minggu ke-3 maka dihasilkan jadwal dengan nilai penalti adalah sebesar 74 dan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan jadwal adalah 89 detik. Point lembur yang dihasilkan oleh sistem pada minggu ke-3 dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Data point lembur perawat pada minggu ke-3

No	Nama Perawat	Point
1.	Kadek Ariani	1
2.	Ni Putu Indah Sawitri	1
3.	Sang Ayu Eka Parwati	1
4.	Ngh Sri Herawati	1
5.	IGAA Eka Widari	2
6.	IGA Putriyana Dewi	1
7.	IGA Diah Arry Megantary	1
8.	Ni Made Antari	1
9.	Kadek Sri Yuliantari W	1
Total		10

4. Data cuti perawat pada minggu 4 adalah sebagai berikut:

Tabel 12 Data cuti perawat pada minggu ke-4

No.	Kode Perawat	Hari Cuti
1.	116	Senin – Minggu
2.	204	Kamis
3.	210	Rabu, Kamis
4.	221	Kamis

Setelah sistem dijalankan dengan menginputkan data cuti perawat sesuai dengan jadwal manual pada minggu ke-4 maka dihasilkan jadwal dengan nilai penalti adalah sebesar 75 dan jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan jadwal adalah 89 detik. Point lembur yang dihasilkan oleh sistem pada minggu ke-4 dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13 Data point lembur perawat pada minggu ke-4

No	Nama Perawat	Point
1	Gst. A. Noviarini	1
2	Ni Putu Indah Sawitri	1
3	Sang Ayu Eka Parwati	1
4	Ni Made Wahyuningsih	2
5	Putu Widia Astiti	1
6	Dewa Ayu Sulistya Dewi	1
7	IGA Diah Arry Megantary	1
8	Desak Putu Jayanthi	1
Total		9

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan pada bab-bab sebelumnya, maka diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Algoritma genetika dapat digunakan untuk menghasilkan penjadwalan perawat di RS. BaliMed yang dapat memenuhi seluruh batasan keras yang telah ditentukan serta meminimalkan pelanggaran terhadap batasan lemah yang merupakan representasi dari preferensi perawat.
2. Himpunan *fuzzy* dapat digunakan untuk menghasilkan nilai fitness dari kromosom yang dihasilkan berdasarkan nilai penalti yang diperoleh.
3. Nilai parameter genetika yang menghasilkan solusi terbaik untuk penjadwalan proyek pada sistem ini yaitu ukuran populasi = 100, nilai probabilitas *crossover* ( $P_c$ ) = 0.2, nilai probabilitas mutasi ( $P_m$ ) = 0.08, dan jumlah generasi = 100.
4. Rata-rata nilai penalti yang dihasilkan oleh jadwal manual adalah sebesar 69, sedangkan rata-rata nilai penalti dari jadwal yang dihasilkan oleh sistem adalah sebesar 79. Sehingga terdapat selisih nilai penalti yang tidak terlalu besar dari kedua jadwal tersebut yaitu sebesar 10 point.
5. Point lembur dari jadwal yang dihasilkan oleh sistem jumlahnya lebih besar daripada point lembur yang dihasilkan oleh jadwal manual. Sehingga nilai *cost* atau biaya lembur yang dihasilkan oleh sistem akan lebih besar jika dibandingkan dengan jadwal manual.
6. Rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan jadwal manual adalah sebesar 88,75 detik. Rata-rata waktu ini akan lebih cepat jika dibandingkan dengan proses pembuatan jadwal secara manual, dimana penentuan shift, libur atau cuti masing-masing perawat harus dilakukan satu per satu.
7. Hasil penjadwalan menggunakan Algoritma Genetika dan *fuzzy fitness function* ini dapat digunakan sebagai salah satu alternatif bagi para kepala ruang untuk menyusun jadwal dinas perawat dengan banyak batasan yang harus diperhatikan.

#### 5. SARAN

Berdasarkan pada pengujian yang telah dilakukan pada sistem yang dibuat, masih banyak kekurangan dan kelemahan sehingga perlu dikembangkan lagi agar kinerjanya lebih baik, oleh karena itu saran yang diberikan adalah sebagai berikut:

1. Untuk penelitian lebih lanjut diharapkan dapat dikembangkan sistem penjadwalan perawat dengan menggunakan Algoritma Genetika dan *fuzzy constraint*.
2. Untuk penelitian lebih lanjut diharapkan sistem penjadwalan perawat yang dihasilkan dapat meminimalkan jumlah perawat yang harus bertugas lembur, karena hal ini akan terkait dengan tingkat kelelahan kerja perawat yang akan berdampak langsung terhadap kualitas pelayanan perawat terhadap pasien yang ditangani.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa yang telah memberikan karunia bagi penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini. Terimakasih juga penulis ucapkan kepada semua pihak atas segala dukungan yang telah diberikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sivanandam, S.N., Depaa, S.N.(2008), *Introduction to Genetic Algorithms*, Springer.
- [2] Klir, G.J, Yuan, B., 1994 *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic Theory and Applications*, Prentice-Hall International, Inc.
- [3] Brno, 2008, *Nurse Rostering, Thesis*, Masaryk University, Faculty of Informatics.
- [4] Allard, D.M, 2007, *A Multi-objective Genetic Algorithm To Solve Single Machine Scheduling Problems Using A Fuzzy Fitness Function, Thesis*, College of Engineering and Technology of Ohio University.
- [5] Wartana, I.M, Mustikawati, M, 2006, Optimasi Penempatan Kapasitor Pada Saluran Distribusi 20 kV Dengan Menggunakan Metode Kombinasi Fuzzy dan Algoritma Genetika, Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (2006), Yogyakarta, 17 Juni 2006, ISSN: 1907 – 5022.
- [6] Arifudin, 2010, Penjadwalan Proyek dengan Pemerataan Sumber Daya Menggunakan Algoritma Genetika, *Tesis*, Program Pasca Sarjana Ilmu Komputer, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.