

Implementasi Algoritma Genetika untuk Aplikasi Penjadwalan Sistem Kerja Shift

Genetic Algorithm Implementation for Shift Work Scheduling Application

Wowon Priatna¹, Joni Warta², Dwi Sulistiyo³

^{1,2,3}Informatika, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya

E-mail: ¹wowon.priatna@dsn.ubharajaya.ac.id, ²joniwarta@dsn.ubharajaya.ac.id,

³dwi.sulistiyo@mhs.ubharajaya.ac.id

Abstrak

Perusahaan yang beroperasi jam kerja 24 jam mempunyai tugas berat dalam menentukan jadwal shift kerja. Selain memberikan layanan terbaik untuk pelanggan setiap waktu, dan memiliki segmen pasar khusus. Untuk melakukan produktivitas optimal diperlukan jadwal shift kerja yang teratur bagi perusahaan. Tujuan penelitian ini adalah memecahkan permasalahan pengelolaan jadwal kerja menggunakan algoritma genetika disalah satu perusahaan konektivitas penyedia jaringan internet yang secara manual membuat jadwal dengan bantuan microsoft excel dengan pertimbangan bahwa setiap karyawan memiliki shift kerja berbeda untuk setiap bulannya. Aplikasi ini menggunakan Unified Modeling Language sebagai model dari sistem penjadwalan shift kerja yang bertujuan untuk pengembangan sistem bisa dilakukan secara maksimal. Hasil dari implementasi perhitungan algoritma genetika menggunakan variabel waktu shift, variabel hari, variabel nama karyawan tidak ditemukan permasalahan penjadwalan shift kerja begitu juga setelah dirancang menggunakan aplikasi penjadwalan shift kerja muncul penjadwalan sistem secara otomatis dengan acuan permasalahan yang sudah bernilai value 0.

Kata kunci: Shift Kerja, Unified Modeling Language, Penjadwalan, Algoritma Genetika, Aplikasi Penjadwalan

Abstract

Companies that operate 24-hour working hours have a tough task in determining the work shift schedule. In addition to providing the best service to customers every time, and having a special market segment. To perform optimal productivity, it is necessary to have a regular work shift schedule for the company. The purpose of this study is to solve the problem of managing work schedules using genetic algorithms in an internet network provider connectivity company that manually creates schedules with the help of Microsoft Excel with the consideration that each employee has a different work shift for each month. This application uses the Unified Modeling Language as a model of the work shift scheduling system which aims to maximize system development. The results of the implementation of the genetic algorithm calculation using the shift time variable, day variable, employee name variable, no work shift scheduling problems were found as well as after being designed using the work shift scheduling application, the scheduling system appeared automatically with reference to the problem which had a value of 0.

Keywords: work scheduling, UML, Genetic Algoritm, Sceduling Application

1. PENDAHULUAN

Organisasi perusahaan yang memiliki jadwal kerja tidak teratur harus menerapkan shift kerja kepada karyawannya. Untuk memenuhi volume pekerjaan yang besar dengan jumlah karyawan yang sedikit penjadwalan shift kerja perlu dilaksanakan dengan perencanaan waktu dan biaya yang minimal dengan tetap mempertimbangkan sejumlah batasan yang berkaitan dengan kendala tenaga kerja. Banyak organisasi perusahaan dalam pembuatan jadwal shift kerja masih menggunakan sistem konvensional dengan memanfaatkan aplikasi excel sehingga berdampak

penjadwalan shift kerja sering terjadi bentrok sehingga memakan waktu lama atau menimbulkan berbagai macam masalah. Metode yang digunakan dalam membuat shift yang cocok untuk menyelesaikan masalah dalam penjadwalan adalah algoritma genetika [1, 2, 3].

Algoritma genetika adalah algoritma pencarian untuk menangani masalah optimasi[4,5,6] menggunakan seleksi alam[7], *genetic* alam[8] dan rekombinasi[9]. Algoritma genetika juga digunakan untuk klasifikasi serta pengoptimalan lainnya[10]. Kinerja algoritma genetika berkerja dalam bentuk kode sekumpulan parameter[11], Untuk menyelesaikan masalah yang lebih rumit, algoritma genetika terintegrasi menggunakan metode hibridisasi untuk meningkatkan efektivitas kerjanya[12]. Pencarian dilakukan dengan populasi dari masalah penjadwalan di representasikan menjadi string kromosom[13,14] serta berinteraksi dalam sub komponen[15] .

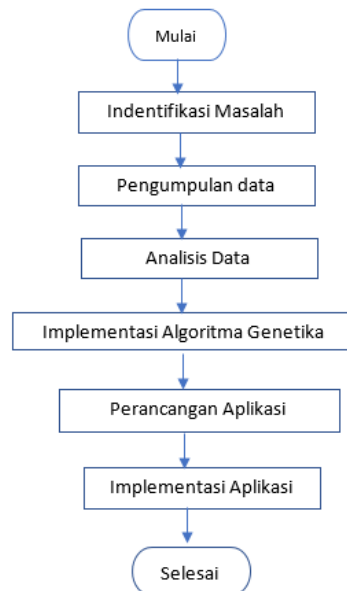
Implementasi algoritma genetika merupakan metode komputasi yang digunakan dalam perancangan aplikasi penjadwalan[2,7,16]. Beberapa penelitian menggunakan algoritma genetika dalam memecahkan masalah penjadwalan diantaranya: algoritma genetika untuk mengembangkan penjadwalan shift kerja[17], kerja Paruh waktu [18], penjadwalan mahasiswa [19], penjadwalan sekuriti[20] algoritma genetika untuk menemukan solusi optimal untuk masalah penjadwalan shift kerja[21].

Tujuan penelitian ini adalah memecahkan permasalahan pengelolaan jadwal kerja menggunakan algoritma genetika disalah satu perusahaan konektivitas penyedia jaringan internet yang secara manual membuat jadwal dengan bantuan Microsoft Excel dengan pertimbangan bahwa setiap karyawan memiliki shift kerja berbeda untuk setiap bulannya. Setiap periode jadwal berlangsung selama satu bulan, dalam satu hari, terdapat tiga shift kerja yang tersedia yaitu: pagi, siang dan malam.

Untuk menjawab permasalahan dalam penjadwalan shift kerja diatas, maka penelitian ini bertujuan menghasilkan aplikasi penjadwalan shift kerja karyawan yang optimum dalam sebulan dan mengidentifikasi parameter algoritma genetika yang optimum menggunakan algoritma genetika yang belum terdapat dalam penelitian lain.

2. METODE PENELITIAN

Gambar 1 adalah kerangka dari penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 1 Tahapan Penelitian

2.1 Identifikasi Masalah

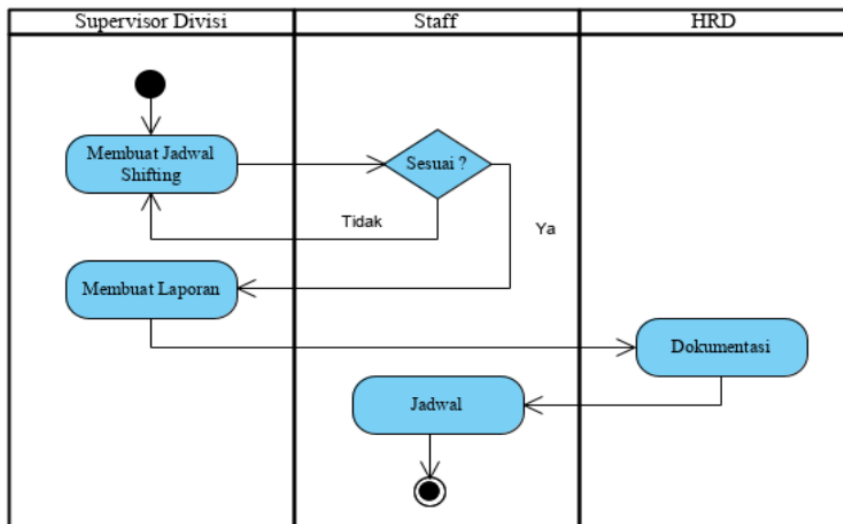
Diambil dari permasalahan yang dihadapi perusahaan dalam melakukan penjadwalan shift kerja diantaranya: sering bentrok dalam menyusun jadwal, penjadwalan masih dibuat manual dengan bantuan Microsoft Excel dan pembagian shift kerja tidak merata.

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Data didapatkan hasil wawancara dengan manajer, staf dan karyawan untuk mengetahui kondisi penjadwalan jadwal kerja saat ini di PT. Dwi Tunggal Putra.

2.3 Analisis Data

Hasil pengumpulan data didapatkan dalam penyusunan jadwal, terdapat karyawan dari tiga divisi yang terlibat dalam melakukan penjadwalan sistem kerja shifting adalah Divisi HRD, customer care, NOC dan TOC. Dari hasil pengumpulan data dilakukan Analisa data dengan menggambarkan kedalam Analisa sistem berjalan yang ditunjukkan pada gambar 2. Pada gambar 2 dalam proses penjadwalan terdapat 3 aktor yang terkait dalam penjadwalan yaitu supervisor divisi, staff dan HRD.



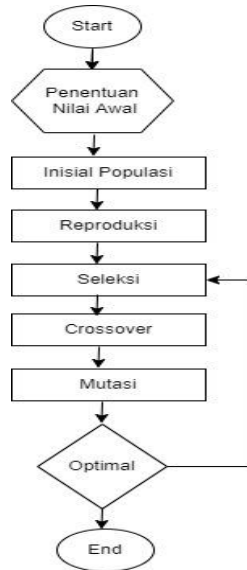
Gambar 2 Analisis Sistem Berjalan

2.4 Implementasi Algoritma Genetika

Tahapan implementasi genetika tersaji pada gambar 3 dimulai dengan Tahap Penentuan Nilai Awal adalah menentukan ukuran individu secara acak yang didapatkan dari populasi yang bergantung kepada masalah yang dihadapi. Tahapan kedua adalah reproduksi berfungsi untuk menentukan kesesuaian antara individu dan populasi menggunakan fungsi fitness. Dalam setiap generasi individu yang paling cocok dipilih Fitness dan banyak teknik yang yang dapat digunakan. Untuk mencari nilai fitness dapat digunakan pada persamaan 1.

$$f(g) = \frac{1}{(1 + \sum P_i v_i(g))} \quad (1)$$

Dimana $f(g)$ adalah fungsi fitness untuk mendapatkan nilai individu terbaik, P_i : Penalti yang ditetapkan untuk aturan i $V_i(g) = 1$ jika jadwal g melanggar aturan i , bernilai 0 jika sebaliknya.



Gambar 3 Tahapan Algoritma Genetika

Tahap ketiga adalah seleksi dimananya proses untuk menyaring kromosom yang lebih baik dengan memilih dari dua kromosom secara acak dibandingkan untuk mendapatkan nilai crossover dan mutasi [22]. Untuk melakukan seleksi dilakukan dengan mencari persentase dari nilai fitness dibagi total fitness dikalikan 100%.

$$\text{Persentase} = \frac{\text{fitness}}{\text{Total Fitness}} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana fitness menyatakan nilai individu terbaik, Total Fitness adalah total nilai fitness yang telah didapatkan dari masing-masing individu.

Tahap keempat adalah crossover berfungsi untuk memilih secara acak satu posisi dari kromosom induk yang akan dilakukan penukaran gen [11] yang akan didapatkan kromosom yang lebih baik [7], [23].

Tahap kelima adalah mutasi dalam prosesnya mengacu pada parameter probabilitas [24] dengan untuk mengubah nilai gen tertentu dari 0 ke 1 atau sebaliknya. Proses mutasi ini akan menghasilkan individu baru yang berasal dari kombinasi kromosom induk.

2.5 Implementasi Algoritma Genetika

Hasil dari perhitungan dari algoritma genetika dilanjutkan merancang aplikasi penjadwalan menggunakan use case dan class diagram.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Implementasi Algoritma Genetika

Implementasi algoritma generika dimulai dengan memetakan penjadwalan dari data excel yang diambil dari data karyawan divisi customer care yang ditampilkan pada tabel 1. Untuk penjadwalan yang berjalan divisi customer care ditampilkan pada gambar 4.

Tabel 1 Data Karyawan

No	Nik	Nama	Divisi	Jabatan
1	JC081292	Ade Priyatna	Customer Care	Staff
2	JC8388191	Agung Dwi	Customer Care	Staff

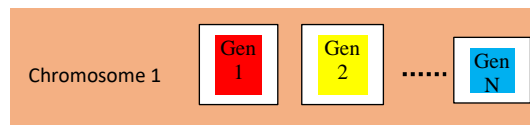
3	JC8388192	Dwi Sulistiyo	Customer Care	Staff
4	JC8388192	Lukni Fajar	Customer Care	Staff
5	JC8388192	Nuri Ramdani	Customer Care	Staff
6	JC8388192	Rizal Saputra	Customer Care	Staff
7	JC8388192	Santi Lestiana	Customer Care	Staff

Apr-20																														
Nama	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	30
Ade Priyatna	s	m	m	o	p	p	s	s	m	m	o	p	p	s	s	m	m	o	p	p	s	s	m	m	o	p	p	s	s	m
Agung Dwi Satria	s	p	o	o	p	p	m	s	p	o	o	p	p	m	s	p	o	o	p	p	m	s	p	o	o	p	p	m	s	p
Dwi Sulisty Nugroho	m	o	p	p	s	m	s	m	o	p	p	s	m	s	m	o	p	p	s	m	s	m	o	p	p	s	m	s	m	o
Lukni Fajar	o	o	p	s	m	s	o	o	o	p	s	m	s	o	o	o	p	s	m	s	o	o	o	p	s	m	s	o	o	o
Nuri Ramdhani	o	s	s	s	o	p	s	o	s	s	s	o	p	s	o	s	s	s	o	p	s	o	s	s	s	o	p	s	o	s
Rizal Putra	p	o	o	s	s	s	o	p	o	o	s	s	s	o	p	o	o	s	s	s	o	p	o	o	s	s	s	o	p	o
Santi Lestiana	p	m	s	o	m	s	s	p	m	s	o	m	s	s	p	m	s	o	m	s	s	p	m	s	o	m	s	s	p	m

Gambar 4 Contoh Penjadwalan Pada Divisi Customer Care

Keterangan dari gambar 4 dimana s adalah shift siang, m adalah shift malam, p adalah shift pagi dan o adalah libur shift.

Membangkitkan populasi awal. Pada tahap ini menentukan variabel waktu *shift*, variabel hari, variabel nama pegawai, kemudian digunakan sebagai kromosom. Populasi awal dibentuk berdasarkan jumlah kromosom N. Kemudian dihasilkan secara acak untuk proses evaluasi kromosom, dimana panjang gen terdiri gen 1, gen 2 hingga gen N seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Membangkitkan Populasi Awal

Pembentukan kromosom. deklarasi jumlah dan dapat menentukan solusi permasalahan yang dihadapi. Untuk merekomendasikan dari permasalahan yang dihadapi sebagai solusi maka dibuatkan parameter. Parameter ini dinamakan dengan gen yang bersatu membentuk kromosom, jumlah hari kerja yang ada adalah 1 minggu, dari hari senin sampai minggu, waktu kerja 24 jam mulai jam 08.00 dan selesai jam 08.00 pagi dihari berikutnya, jumlah kromosom adalah 20, sedangkan satu kromosom terdiri dari N gen. Pengkodean yang dilakukan adalah pengkodean permutasi, yaitu pembentukan suatu kromosom yang dibentuk oleh suatu barisan bilangan yang menyatakan bilangan-bilangan tersebut dalam suatu barisan. Dalam menentukan suatu gen dilakukan dengan mengacak nilai panjangnya, nilai gen tersebut adalah 0, 1, 2, 3, dimana 0 adalah shift off, 1 shift pagi, 2 shift siang dan 3 adalah shift malam. Gambar 6 menunjukkan cara mendapatkan nilai kromosom dari data tiap kromosom memakili nama karyawan. Contoh gambar 7 adalah contoh nama 3 karyawan yang dimasukkan dalam kromosom untuk implementasi penjadwalan shift dalam seminggu.

	gen						
Kromosom 1	1	2	3	0	1	1	2
Kromosom 2	2	2	3	0	1	1	2
Kromosom N	0	0	1	1	3	3	0

Gambar 6 Proses Mendapatkan Nilai Kromosom

Ade Priyatna	1	2	3	0	1	1	2
Agung Dwi Satria	2	2	3	0	1	1	2
Dwi Sulityo Nugroho	0	0	1	1	3	3	0

Gambar 7 Contoh Perwujudan Kromosom dalam Karyawan

Fitness. Untuk mendapat nilai fitness dilakukan terlebih dahulu menentukan aturan penalty dengan aturan Tidak terdapat off dalam satu minggu, terdapat off sebanyak lebih dari 2 hari dalam 1 minggu, operator harus istirahat sedikitnya 8 jam dan operator wanita tidak dapat shift malam. Sebagian kromosom yang yang dihitung fitnessnya dapat dilihat pada gambar 8.

Kromosom 1	0	3	3	0	0	2	3	-	L
Kromosom 2	2	1	3	2	3	2	3	-	L
Kromosom 3	3	2	2	2	1	2	3	-	P

Gambar 8 Sample Kromosom Untuk Fitness

Dari sample kromosom gambar 6 kromosom maka menghasilkan:

Penalti tidak ada off dalam satu minggu = 0

Penalti off lebih dari 2 hari = 1

Penalti istirahat kurang dari 8 jam = 0

Penalti karyawan wanita = 0

Hitung fitness kromosom 1 = $\frac{1}{1+1} = 0.5$

Penalti tidak ada off dalam satu minggu = 1

Penalti off lebih dari 2 hari = 0

Penalti istirahat kurang dari 8 jam = 2

Penalti karyawan wanita = 0

Hitung fitness kromosom 2 = $\frac{1}{1+3} = 0.25$

Penalti tidak ada off dalam satu minggu = 1

Penalti off lebih dari 2 hari = 0

Penalti Istirahat kurang dari 8 jam = 1

Penalti karyawan wanita = 2

Hitung fitness kromosom 2 = $\frac{1}{1+3} = 0.25$

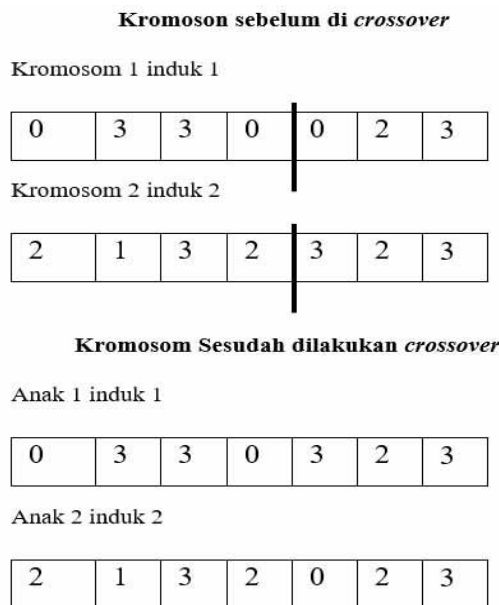
Seleksi. proses seleksi akan mendapatkan nilai besar jika nilai fitness besar sehingga akan menentukan pemilihan parent. Nilai persentase fitness berdasarkan Persamaan (2) dapat dinyatakan pada Tabel 2.

Tabel 2 Persentase Fitness

Individu	Fitness	Persentase
1	0.50	52.63%
2	0.25	26.31%
3	0.25	21.05%
Total	1.00	99.99%

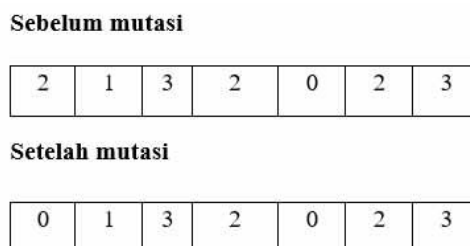
Tabel 1 menunjukkan tingkat probabilitas seleksi individu untuk proses seleksi. Individu 1 memiliki probabilitas paling besar yaitu 52,63% terpilih sebagai tetua pertama untuk pembentukan keturunan baru pada seleksi individu untuk persilangan proses kromosom. Dan individu 2 dengan probabilitas 26,31% dipilih sebagai induk kedua untuk pembentukan keturunan baru dalam pemilihan individu untuk proses crossover kromosom.

Crossover dalam proses ini, pilih dua kromosom induk untuk disilangkan secara acak. Proses perkawinan silang menggunakan persilangan satu titik. Pada proses ini akan dihasilkan kromosom anak sebagai hasil persilangan kedua orang tua, dimana kromosom anak ini mengandung gen dari kombinasi kedua orang tua dan merupakan berbeda dengan gen induknya. Berikut ini adalah contoh proses perkawinan silang (crossover) seperti terlihat pada gambar 9. Dalam tahap crossover ini adalah untuk mendapatkan jadwal terbaik sehingga tidak diketemukan lagi penjadwalan yang bentrok.



Gambar 9 Proses Kawin Silang (*crossover*)

Mutasi dimana proses dilakukan secara *random* dengan memilih atau memodifikasi gen-gen pada kromosom. Hasil mutasi didapatkan dari nilai fitness yang rendah atau sebaliknya[20]. Proses mutasi ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10 Proses Mutasi

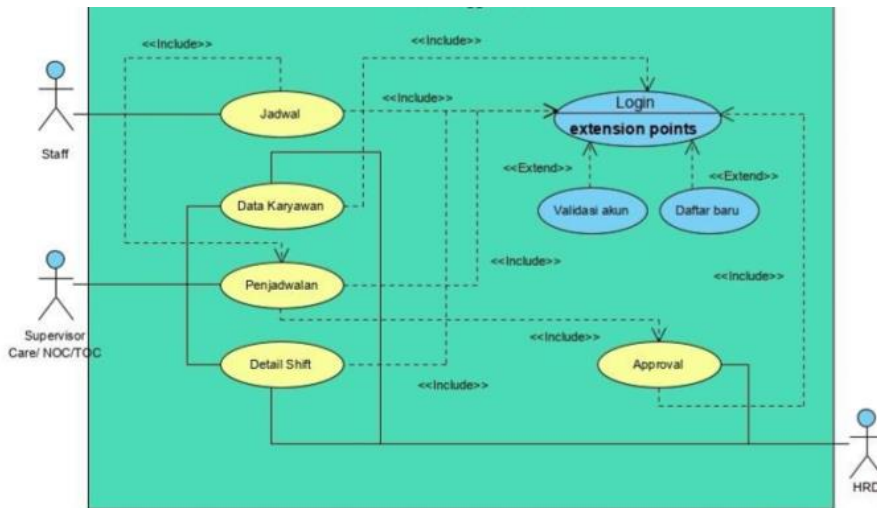
Tahap terakhir dalam implemetasi algoritma genetika adalah mengevaluasi penjadwalan dengan memasukan inputan data dalam table 3.

Tabel 3 Data Ujicoba Untuk Penjadwan

No	Data	Jumlah Masukan
1	Karyawan	7
2	Shift	3
3	NIK	7

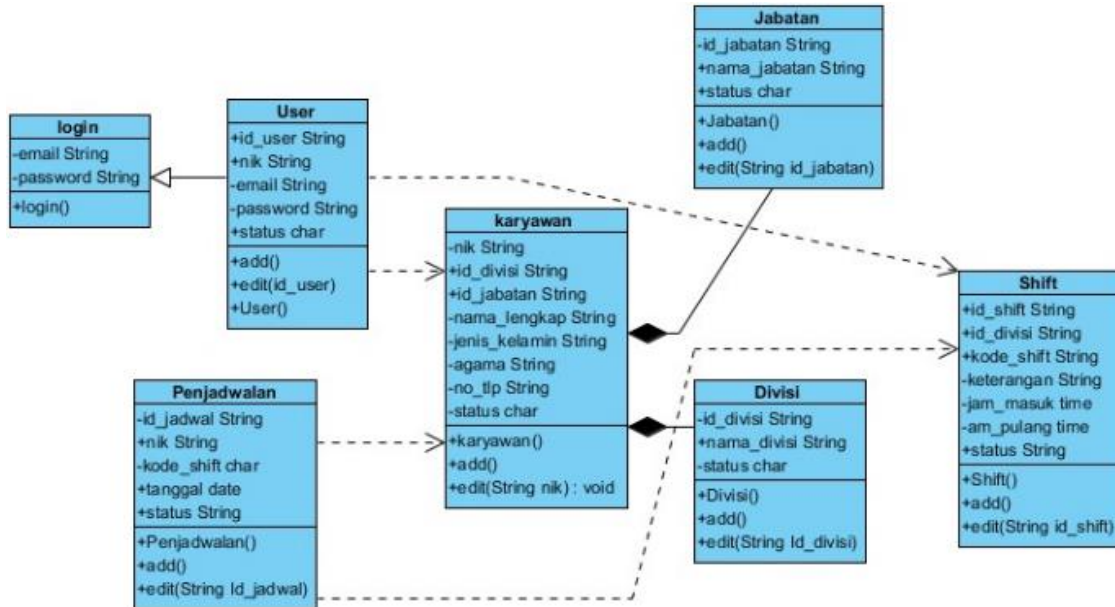
3.2 Perancangan Aplikasi

Perancangan *UML* pertama adalah membuat *Use Case Diagram* [25] yang berfungsi untuk memodelkan aplikasi penjadwalan *shifting* kerja dimana terdapat 3 aktor yaitu staff, *supervisor* dan HRD. Staff hanya bisa melihat jadwal, supervisor bertugas membuat jadwal kerja *shifting* yang menjadi acuan jam kerja para karyawan pada divisinya masing-masing, dan dapat mempunyai akses melihat data *shift* serta data karyawan yang ada pada divisinya masing-masing sedangkan HRD mempunyai wewenang untuk menyetujui jadwal yang sudah diajukan oleh *supervisor* dan memiliki akses untuk mengelola data karyawan dan data *detail shifting* yang berlaku. gambar 11 menunjukkan *use case diagram*.



Gambar 11 Use Case Diagram

Tahap kedua adalah merancang *class diagram* diawali dari *class login* yang diimplementasi oleh *class user* untuk mendapatkan login id, *class user* membutuhkan *class* karyawan karena user adalah karyawan perusahaan tersebut. *Class* penjadwalan bergantung *class* karyawan karena yang melihat, membuat dan *approve* jadwal adalah karyawan perusahaan tersebut. *Class* divisi dan *class* jabatan adalah komposisi pada karyawan artinya *class* tersebut bagian dari *class* karyawan. Sedangkan penjadwalan bergantung pada *class shift* karena jika tidak ada *class shift* maka penjadwalan tidak bisa dilakukan dan. *Class* diagram ditunjukkan oleh gambar 12.



Gambar 12 Class Diagram

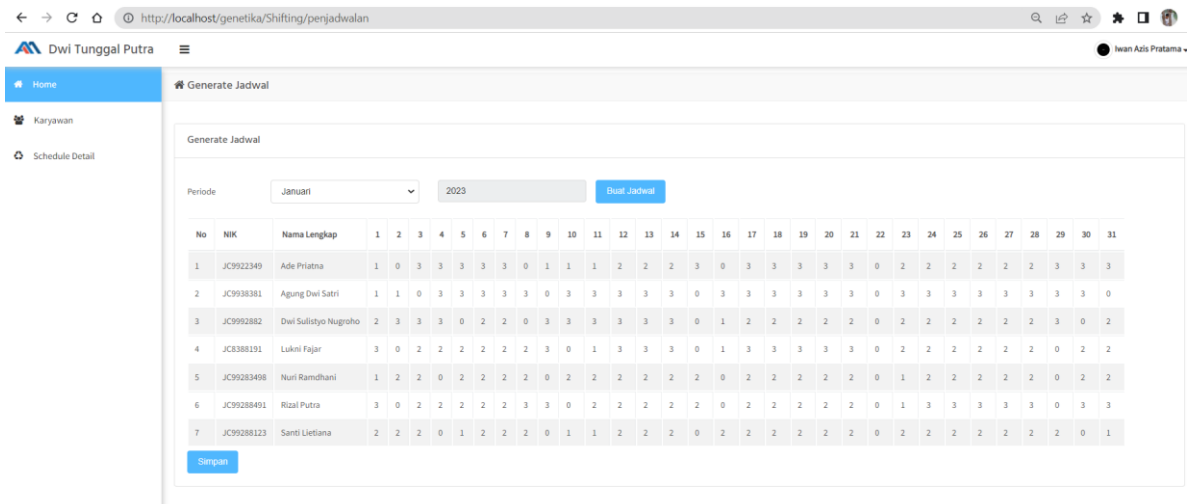
3.3 Implementasi Aplikasi

Pada tahap ini adalah implemementasi hasil dari dari perhitungan algoritma dan perancangan aplikasi. Aplikasi shift kerja dibuat berdasarkan logic dari algoritma genetika. Beberapa tampilan dari aplikasi yang ditampilkan di penelitian ini adalah detail shifting, pembuatan jadwal dan konfirmasi jadwal.

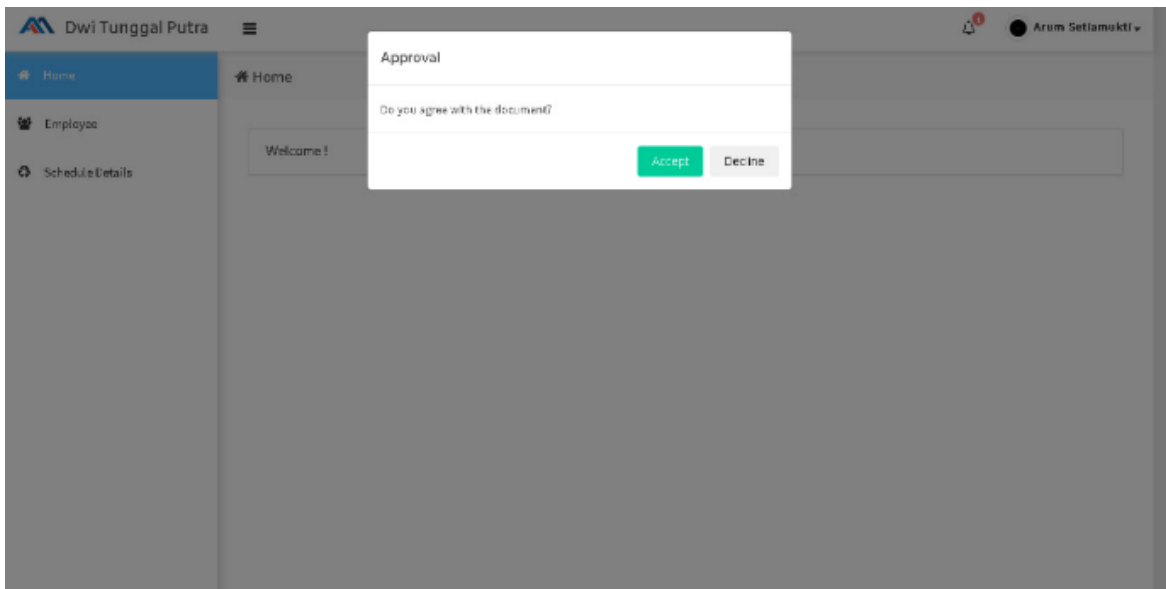
Detail shifting berfungsi untuk melihat data karyawan beserta posisi kerja disetiap divisi, sebagai acuan untuk pembuatan jadwal. Detail shifting dapat dilihat pada gambar 13. Halaman membuat jadwal diakses oleh supervisor yang berfungsi untuk generate jadwal. Halaman ketika disimpan akan memberikan notifikasi kepada HRD pada tampilan approve HRD. Tampilan membuat jadwal dapat dilihat pada gambar 14. Konfirmasi jadwal diakses oleh HRD untuk konfirmasi pengajuan jadwal yang diajukan oleh Supervisor. Halaman konfirmasi atau persetujuan jadwal ditunjukkan oleh gambar 15.

No	NIK	Full Name	Division	Position
1	JC9297119	Asap Maulana	T01	9001
2	JC9272901	Dedi Anif	T01	9001
3	JC9282901	Kiwatien Dwi Chandris	T01	9002
4	JC0928288	Muhammad Bagus	T01	9002
5	JC9271391	Muhammad Irfan	T01	9002
6	JC7738971	Samsudin	T01	9002
7	JC9820189	Tata Surya Putra	T01	9002
8	JC9820711	Zufri Nugroho	T01	9002

Gambar 13 Detail Shifting



Gambar 14 Membuat Jadwal



Gambar 15 Halaman Konfirmasi Jadwal

3.4 Implementasi Algoritma Genetika Dalam Aplikasi

Penerapan algoritma genetika terletak pada submenu form penjadwalan dari menu Schedule Details yang ditunjukkan pada gambar 11. Pada submenu ini akan menampilkan data karyawan yang sudah dilakukan sortir berdasarkan divisi karyawan masing-masing. Pihak supervisor akan menginputkan periode jadwal yang ingin dibuat beserta dengan detail tahun. Setelah semua input data periode dan tahun sudah dimasukkan, algoritma genetika yang telah dibangun baru akan bekerja. Data yang input yang sudah dimasukkan akan menjadi parameter tambahan dimana akan dilakukan penjadwalan dengan mengambil variabel jumlah karyawan, variabel nomor induk karyawan, variabel jumlah hari, variabel kode shift serta variabel periode yang diajukan.

3.5 Hasil Penjadwalan Shift oleh Sistem

Berdasarkan penjadwalan shift kerja yang dilakukan oleh sistem dengan data karyawan PT Dwi Tunggal Putra yang akan dilakukan pencarian solusi sampai mendapatkan nilai optimal dengan acuan *penalty* sudah bernilai value 0. Gambar 14 menunjukkan sistem penjadwalan sudah sesuai dengan perhitungan algoritma genetika. Tampilan gambar 14 menunjukkan dalam 7 hari ada

waktu non shift dan wanita tidak ada kode shift 3 yang berarti sistem menunjukkan wanita tidak mendapat shift malam sesuai yang ditetapkan.

Maka jadwal yang diperoleh berupa nilai random dengan range 0 s/d 3 yang menjelaskan pengkodean jenis shift yang diberlakukan pada aplikasi ini akan menjadi acuan jadwal karyawan untuk satu bulan kedepan seperti yang terlihat pada gambar 14.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah Penjadwalan shift bertujuan agar dapat melakukan penjadwalan secara otomatis, sehingga menampilkan jadwal harian untuk setiap karyawan. Sehingga dapat memaksimalkan penjadwalan karyawan menggunakan algoritma genetika, diperlukan parameter sebagai referensi seperti jumlah pegawai, data pegawai.

Implementasi algoritma genetika dalam penjadwalan shift kerja penjadwalan shift kerja yang dilakukan oleh sistem dengan data karyawan PT Dwi Tunggal Putra yang akan dilakukan pencarian solusi sampai mendapatkan nilai optimal dengan acuan penalty sudah bernilai value 0. Maka jadwal yang diperoleh berupa nilai random dengan range 0 s/d 3 yang menjelaskan pengkodean jenis shift yang diberlakukan pada aplikasi ini akan menjadi acuan jadwal karyawan untuk satu bulan kedepan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Kannan, K. Bajpayee, and S. Roy, "Solving timetable scheduling problems using genetic Algorithm," *Int. J. Recent Technol. Eng.*, vol. 7, no. 5, pp. 168–170, 2019.
- [2] B. Tağtekin, M. U. Öztürk, and M. K. Sezer, "A Case Study: Using Genetic Algorithm for Job Scheduling Problem," 2021, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2106.04854>.
- [3] J. Xu, "Improved Genetic Algorithm to Solve the Scheduling Problem of College English Courses," *Complexity*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/7252719.
- [4] A. Maghawry, R. Hodhod, Y. Omar, and M. Kholief, "An approach for optimizing multi-objective problems using hybrid genetic algorithms," *Soft Comput.*, vol. 25, no. 1, pp. 389–405, 2021, doi: 10.1007/s00500-020-05149-3.
- [5] M. Durairaj and C. Dhanavel, "A Survey on Cloud Service Scheduling Using Genetic Algorithm," *Int. J. Comput. Sci. Eng.*, pp. 1201–1207, 2018.
- [6] I Gede Agus Widyadana and Andree Pamungkas, "Perbandingan Kinerja Algoritma Genetika Dan Simulated Annealing Untuk Masalah Multiple Objective Pada Penjadwalan Flowshop," *J. Tek. Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 26–35, 2002, [Online]. Available: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/ind/article/view/16008>.
- [7] T. Suratno, N. Rarasati, and G. Z', "Optimization of Genetic Algorithm for Implementation Designing and Modeling in Academic Scheduling," *EKSAKTA Berk. Ilm. Bid. MIPA*, vol. 20, no. 1, pp. 17–24, 2019, doi: 10.24036/eksakta/vol20-iss1/166.
- [8] A. Kinast, K. F. Doerner, and S. Rinderle-Ma, "Combing metaheuristics and process mining: Improving cobot placement in a combined cobot assignment and job shop scheduling problem," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 200, pp. 1836–1845, 2022, doi: 10.1016/j.procs.2022.01.384.
- [9] J. Luo and D. El Baz, "A survey on parallel genetic algorithms for shop scheduling problems," *Proc. - 2018 IEEE 32nd Int. Parallel Distrib. Process. Symp. Work. IPDPSW 2018*, pp. 629–636, 2018, doi: 10.1109/IPDPSW.2018.00103.
- [10] R. T. Prasetyo, U. Adhirajasa, and R. Sanjaya, "SELEKSI FITUR DAN OPTIMASI PARAMETER k-NN BERBASIS ALGORITMA GENETIKA PADA," *J. RESPONSIF*, vol. 2, no. 2, pp. 213–221, 2020.
- [11] A. Hassanat, K. Almohammadi, E. Alkafaween, E. Abunawas, A. Hammouri, and V. B. S. Prasath, "Choosing mutation and crossover ratios for genetic algorithms-a review with a new dynamic approach," *Inf.*, vol. 10, no. 12, 2019, doi: 10.3390/info10120390.
- [12] T. A. El-Mihoub, A. A. Hopgood, and L. Nolle, "Self-adaptive learning for hybrid genetic

- algorithms,” *Evol. Intell.*, vol. 14, no. 4, pp. 1565–1579, 2021, doi: 10.1007/s12065-020-00425-5.
- [13] J. S. Park, H. Y. Ng, T. J. Chua, Y. T. Ng, and J. W. Kim, “Unified genetic algorithm approach for solving flexible job-shop scheduling problem,” *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 14, 2021, doi: 10.3390/app11146454.
- [14] L. Damayanti and I. Cholissodin, “Optimasi Penjadwalan Bimbingan Skripsi Menggunakan Algoritme Genetika (Studi Kasus : Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya),” *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 9, pp. 3370–3375, 2018.
- [15] G. Carmona-Arroyo, M. Quiroz-Castellanos, and E. Mezura-Montes, “Variable Decomposition for Large-Scale Constrained Optimization Problems Using a Grouping Genetic Algorithm,” *Math. Comput. Appl.*, vol. 27, no. 2, p. 23, 2022, doi: 10.3390/mca27020023.
- [16] D. Rooyani and F. M. Defersha, “An efficient two-stage genetic algorithm for flexible job-shop scheduling,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 52, no. 13, pp. 2519–2524, 2019, doi: 10.1016/j.ifacol.2019.11.585.
- [17] S. Informasi, P. Shift, and A. Genetika, “(Studi Kasus Jawara Digital Art Store Yogyakarta) (Studi Kasus Jawara Digital Art Store Yogyakarta),” pp. 1–13, 2020.
- [18] Y. Pratama, “Optimalisasi penjadwalan karyawan paruh waktu berdasarkan nilai fitness terbaik menggunakan algoritma genetika (studi kasus pada pt 3g indonesia),” *J. Nas. Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 114–142, 2021.
- [19] D. Oktarina and A. Hajjah, “Perancangan Sistem Penjadwalan Seminar Proposal dan Sidang Skripsi dengan Metode Algoritma Genetika,” *JOISIE (Journal Inf. Syst. Informatics Eng.*, vol. 3, no. 1, p. 32, 2019, doi: 10.35145/joisie.v3i1.421.
- [20] I. F. Ashari, A. G. Manalu, and R. Setiawan, “Analysis of Security Guard Scheduling System Using Genetic Algorithm and Tournament Selection (Case Study : Institut Teknologi Sumatera),” vol. 5, no. 2, pp. 202–207, 2021.
- [21] N. Xue, D. Landa-Silva, I. Triguero, and G. P. Figueredo, “A Genetic Algorithm with Composite Chromosome for Shift Assignment of Part-time Employees,” *2018 IEEE Congr. Evol. Comput. CEC 2018 - Proc.*, pp. 1–8, 2018, doi: 10.1109/CEC.2018.8477818.
- [22] E. Ongko, “ANALISIS PENGARUH MUTASI TERHADAP PERFORMANCE ALGORITMA,” *J. Tek. Inform. Kaputama*, vol. 1, no. 1, pp. 46–51, 2017.
- [23] W. Khamprapai, C. F. Tsai, and P. Wang, “Analyzing the performance of the multiple-searching genetic algorithm to generate test cases,” *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 20, pp. 1–16, 2020, doi: 10.3390/app10207264.
- [24] A. Basak, “A Rank based Adaptive Mutation in Genetic Algorithm,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 175, no. 10, pp. 49–55, 2020, doi: 10.5120/ijca2020920572.
- [25] Silvi, W. Priatna, T. S. Lestari, and M. Khaerudin, “Penerapan Fuzzy Inference System Sugeno dalam Sistem Pengangkatan Karyawan Kontrak menjadi Karyawan Tetap,” *Techno.Com*, vol. 21, no. 2, pp. 332–342, 2022, doi: 10.33633/tc.v21i2.5992.