

# ANALISA IMPLENTASI PENJADWALAN KUNJUNGAN PERAWATAN RUTIN DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA

Sutrisno<sup>1,\*</sup> Jupron<sup>2,\*</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Pamulang , Jl. Raya Puspitek No.11, Buaran, Serpong,  
Kota Tangerang Selatan, Banten 15310

<sup>1</sup>*email dosen0267@unpam.ac.id*

## ABSTRAK

Penjadwalan kunjungan perawatan rutin merupakan layanan yang harus disediakan penyedia jasa kepada pelanggan karena telah disepakati bersama sebelumnya. Penjadwalan pada penelitian ini sebelumnya masih menggunakan penjadwalan secara manual, pembuatannya memerlukan waktu dan tenaga yang cukup banyak, namun hasil penjadwalan ini masih muncul permasalahan, antara lain terlambat dalam waktu kunjungan dan tidak tersedianya teknisi saat jatuh waktu jadwal kunjungan. Untuk mendapatkan penjadwalan yang tepat dengan memperhitungkan segala semua batasan, maka penelitian ini mengusulkan penggunaan metode algoritma genetika untuk menyelesaikan masalah terkait penjadwalan kunjungan perawatan rutin tersebut. Dengan formula  $F[i]=1/(1+CT)$  untuk mencari nilai fitness tertinggi dalam suatu kromosom yang merupakan representasi solusi melalui proses komputasi algoritma genetika. Maka didapat hasil penelitian penjadwalan kunjungan ke seluruh pelanggan sesuai dengan perangkat yang dipelihara, periode kunjungan serta ketersediaan teknisi. Berdasarkan hasil ujicoba metode ini efektif dan efisien. Proses menghasilkan jadwal membutuhkan waktu rata-rata kurang dari 15 menit dan penggunaan memory kurang dari 6 Mb dengan CR= 90 dan MR=5 menghasilkan nilai fitness terbaik 0,0106, dimana sebelumnya proses menghasilkan jadwal ini lebih dari 8 jam. Penelitian ini mendukung dan pengembangan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Janatan dan Haerani pada tahun 2015.

*Kata kunci: Perawatan Rutin, Pelanggan, Algoritma Genetika*

## ABSTRACT

*Scheduling preventive maintenance visits is a service that service providers must provide to customers because they have been agreed upon previously. Scheduling on this research was previously still using scheduling manually, it takes a lot of time and labor, but the result of this scheduling still appear problems, among other things being late in the visit time and the unavailability of the engineer at the time of the scheduling visit. To get the right scheduling taking into account all the restrictions, this research proposes the use of the Genetic algorithm method to solve problems related to scheduling preventive maintenance visits. Then there are results in the research of schedule of visits across customers and the maintained devices, the period of visit, as well as the availability of technicians. Based on the trial results this method is effective and efficient. The process of producing a schedule takes an average of less than 15 minutes and memory usage of less than 6 Mb with CR = 90 and MR = 5 produces the best fitness value of 0.0106, where previously the process of producing this schedule was more than 8 hours. This research supports and develops on previous research conducted by Janatan and Haerani in 2015.*

*Keywords: Preventive Maintenance, Customer, Genetic Algorithm.*

## 1. PENDAHULUAN

PT HSA merupakan perusahaan nasional swasta yang bergerak dalam bidang jasa penyedia teknologi komunikasi untuk perusahaan-perusahaan di berbagai kota di Indonesia. Untuk spesifikasi pekerjaan dalam manajemen dibuat berbagai bagian, salah satunya adalah bagian layanan pemeliharaan yaitu bagian atau departemen yang bertanggung jawab untuk melayani pelanggan mengenai perangkat yang sudah terinstal di perusahaan tersebut, mengenai keluhan dan masalah yang

sesuai dengan kontrak perjanjian pemeliharaan, perjanjian ini berisi mengenai perangkat dan sistem mana saja yang dipelihara, kemudian berapa kali pihak pertama mengadakan kunjungan untuk pengecekan perangkat server-server yang ada di pelanggan.

Proses penjadwalan manual seperti yang berjalan sekarang ini membutuhkan waktu dalam pengerjaannya dan ketelitian yang lebih, karena kurang teliti maka sering terjadi salah penjadwalan, sehingga penjadwalan perawatan rutin banyak yang terlambat dalam waktu

kunjungan perawatan rutin atautidak sesuai dengan perjanjian kontrak.

Dengan kesulitan seperti di atas, seharusnya dibuatkan penjadwal otomatis yang memudahkan pembuatan penjadwalan teknisi untuk bisa melakukan kegiatan perawatan rutin keseluruhan pelanggan. Dengan penjadwalan secara otomatis maka teknisi bisa melakukan pekerjaan dengan optimal. Optimalisasi penjadwalan ini menggunakan metode algoritma genetika yang selama ini banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi.

Algoritma genetika merupakan salah satu jalan untuk memecahkan masalah yang cukup baik meskipun masalah ini akan membutuhkan waktu eksekusi yang lama bila dilakukan secara manual (Jain & Chande, 2010).

Algoritma genetika pertama kali diperkenalkan oleh John Holland dan muridnyadi Universitas Michigan pada tahun 1960. Algoritma genetika adalah konsep teori evolusi alam dan genetika. Teori evolusi alam dan genetika pertama kali dikemukakan oleh Charles Darwin. Dalam teori genetika disebutkan bahwa sifat tertentu dari suatu mahluk hidup ditentukan oleh susunan gen dalam kromosom mahluk hidup tersebut.

Teori genetika dalam algoritma ini digunakan untuk merepresentasikan setiap solusi dari masalah yang ada, karena setiap solusi dipastikan mempunyai kromosom yang berbeda dengan solusi yang lainnya. Sedangkan evolusi alam adalah proses seleksi terhadap anggota dari berbagai populasi berdasarkan tingkat ketahanan hidupnya suatu makhluk hidup. Proses-proses dalam evolusi alam yang digunakan dalam algoritma Genetika adalah seleksi alam dan reproduksi. Proses seleksi alam digunakan untuk memilih solusi yang baik, sedangkan reproduksi digunakan untuk menghasilkan solusi baru yang diharapkan mempunyai kromosom lebih baik dari solusi sebelumnya.

Algoritma genetika diawali dengan himpunan solusi yang disebut populasi. Setiap individu pada populasi disebut kromosom yang menggambarkan sebuah solusi dari masalah yang akan diselesaikan. Sebuah kromosom dapat dinyatakan dengan simbol string misalnya kumpulan string bit. Kromosom-kromosom dapat berubah terus menerus yang disebut juga regenerasi. Pada setiap generasi, kromosom dievaluasi dengan menggunakan alat ukur yang disebut fungsi fitness (tingkat kesesuaian). Untuk membuat generasi berikutnya, kromosom-kromosom baru yang disebut *offspring* (keturunan) terbentuk dengan cara menggabungkan dua kromosom dari generasi sekarang dengan menggunakan metode *crossover*/persilangan atau mengubah kromosom dengan menggunakan operator mutasi. Generasi baru dibentuk dengan cara seleksi yang dilakukan terhadap *parent* (induk) dan *offspring* berdasarkan nilai *fitness*nya dan menghilangkan yang lainnya. Kromosom-kromoson yang lebih

sesuai memiliki probabilitas untuk dipilih. Setelah beberapa generasi, algoritma ini akan konvergen ke arah bentuk kromosom yang terbaik, dengan harapan dapat menyatakan solusi optimal dari masalah yang diselesaikan.

## 1.2 Permasalahan Penelitian

Pembuatan penjadwalan dengan metode manual yang memerlukan waktu banyak dan keakuratan output. Dengan permasalahan tersebut diatas perlu analisa ilmiah untuk mendapatkan metode yang efektif dan efisien untuk mendapatkan penjadwal yang optimal sehingga pelayanan kepada pelanggan bisa dilakukan secara maksimal.

Ruang lingkup dalam penelitian ini hanya sebatas menganalisa keefektivitas penerapan penjadwalan perawatan rutin dengan metode Algoritma Genetika di PT HSA.

Untuk rumusan masalah yang penulis ambil adalah bagaimana kinerja algoritma genetika dalam penjadwalan kunjungan perawatan rutin dari perusahaan.

## 1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Peneletian ini mempunyai tujuan memperbaiki penjadwalan perawatan rutin untuk seluruh area menjadi lebih efisien dan efektif.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dilakukan oleh (Jain, Jian, & Chande, 2010) mencoba memecahkan melalui metode konvensional (Hasil menunjukkan bahwa masalah metode konvensional) tetapi pada tingkat tertentu kami menyadari bahwa memecahkan masalah penjadwalan dengan peningkatan kendala sangat sulit dengan metode konvensional. Masalah kombinatorial yang sangat terbatas, pengaturan waktu juga dapat diselesaikan dengan teknik evolusioner. Dalam penelitian ini kami menunjukkan pendekatan algoritma genetika berbasis evolusi sebagai solusi efektif untuk masalah jadwal waktu penyelesaian.

Dari tim peneliti yang terdiri dari dua orang (Janata & Haerani, 2015) ini menemukan solusi untuk masalah optimasi dalam penjadwalan yang sebelumnya dilakukan secara manual kemudian dikemas dengan otomatis menggunakan penerapan algoritma genetika. Metode ini merepresentasikan kandidat solusi penjadwalan kedalam kromosom-kromosom secara acak, lalu dievaluasi menggunakan fungsi fitness dan kemudian dijalankan seleksi atau pemilihan.

Metode seleksi (pemilihan) yang dipakai dalam penelitian ini adalah metode seleksi roda roulette, selanjutnya dijalankan pindah silang (*crossover*) dan mutasi. Pada setiap generasi,

kromosom dievaluasi berdasarkan nilai fungsi fitness. Setelah melewati beberapa generasi (turunan) maka algoritma genetika akan menghasilkan kromosom terbaik, yang dijadikan solusi optimal. Implementasi sistem dalam penelitian ini menggunakan software Hypertext Preprocessing (php) dan untuk database digunakan mysql. Untuk proses pengujian yang dijalankan melalui pengujian blackbox dan performansi. Berdasarkan hasil pengujian performansi yang dijalankan sebanyak 5 kali dapat diambil kesimpulan bahwa algoritma genetika membutuhkan nilai crossover mendekati 1 dan mutasi nilai lebih kecil yaitu 0,1 karena proses lama jika nilai iterasinya besar, karena dalam algoritma ini terdapat proses penggenerasian

## 2.2 Landasan Teori

Genitika Algoritma (GA) adalah suatu metode yang meniru mekanisme pada proses evolusi. Proses evolusi ini dilakukan pada sekumpulan calon solusi (kromosom) dengan mengikuti seleksi alam yang sebelumnya telah dikembangkan oleh Darwin. GA muncul dan pertama kali diperkenalkan oleh Holland pada sekitar tahun 1975. Kemudian beberapa ahli mengikuti dan mempopulerkan GA diantaranya Goldberg (1989), Davis (1985 dan 1991), Gen dan Ceng (1997 dan 2000), dan Michalewicz (1994).

Beberapa keuntungan GA dalam menemukan solusi dalam penyelesaian optimasi :

a. GA mampu menyelesaikan mengenai persoalannya mempunyai apapun fungsi tujuan dan persoalan-persoalan dengan pembatas (constraint) linier, nonlinier, diskrit, kontinu ataupun gabungan diantaranya.

b. Melakukan pencarian lokal terhadap solusi optimal yang terdekat. Karena solusi yang didapat tidak dijamin merupakan solusi global optimal. Maka solusi baru dapat dijamin merupakan solusi global optimal, apabila persoalan yang dihadapi memiliki properti convex dimana setiap lokal optimal solusi dari suatu persoalan merupakan solusi global optimal.

c. Fleksibilitas kepada kita untuk kombinasikan dengan metode lain (hybrid).

Ini merupakan beberapa perbedaan dengan metode-metode yang lainnya, dengan algoritma genetika yang melakukan pencarian solusi optimasi dengan empat (4) cara sebagai berikut (Goldberg, 1989) :

1. Algoritma genetika bekerja dengan proses coding dari parameter.
2. Algoritma genetika melakukan proses pencarian menggunakan sekumpulan kandidat solusi (kromosom).
3. Algoritma genetika bekerja memanfaatkan informasi dari fungsi tujuan dan bukan menggunakan fungsi turunan atau sejenisnya.

4. Algoritma genetika menggunakan aturan probalitas.

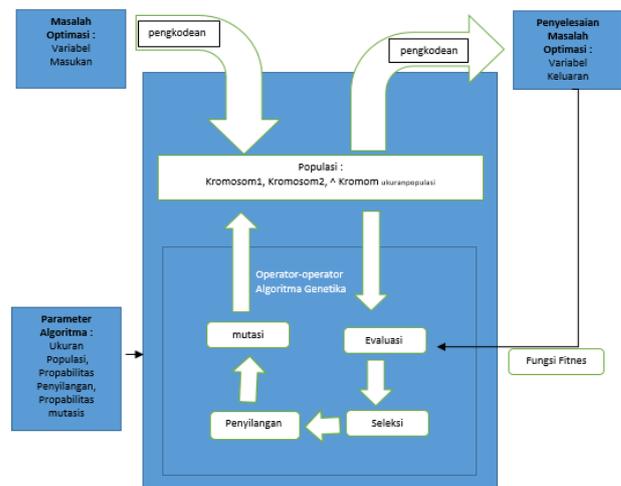
Optimasi adalah merupakan proses penyelesaian suatu masalah tertentu supaya mendapatkan mendapatkan kondisi yang paling baik atau menguntungkan dari suatu sudut pandang. Masalah yang disampaikan berkaitan erat dengan data-data yang dapat dinyatakan dalam satu atau beberapa variabel. Untuk pengertian menguntungkan berhubungan dengan pencarian nilai minimum atau pencarian nilai maksimum, bergantung dari sudut pandang yang digunakan.

Metode Heuristik untuk menentukan penyelesaian masalah optimasi sebatas dalam kadar cukup baik dan masuk akal untuk diterima. Walaupun penyelesaian yang ditemukan bukanlah penyelesaian terbaik, tetapi sudah diterima karena sudah mencapai kadar 90-persen penyelesaian optimum (Turban dan Aronson, 1998).

Beberapa metode Heuristik : Metode Pendakian (Hill Climbing), Metode Pencarian Tabu (Tabu Search), Metode Simulasi Penyepuhan (Simulated Annealing), Optimasi Koloni semut (Ant Colony Optimazation), Algoritma Genetika, Sistem Kekebalan Buatan (Artificial Immune System).

Menurut Haupt dan Haupt (2004). Struktur dasar algoritma genetika terdiri atas beberapa langkah sebagai berikut :

1. Inisialisasi populasi.
2. Evaluasi populasi.
3. Seleksi populasi yang akan dikenai operator Genetika.
4. Proses penyilangan pasangan kromosom tertentu.
5. Proses mutasi kromosom tertentu.
6. Evaluasi populasi baru.
7. Ulangi dari langkah 3 selama syarat belum terpenuhi



Gambar 4.1 Skema penerapan algoritma genetika masalah optimasi.

Metode operasi genetika yang digunakan adalah penyilangan, mutasi dan seleksi.

#### 1. Penyilangan (Crossover)

Proses penyilangan ini merupakan suatu proses pembentukan kromosom turunan (offspring) dengan mengabungkan elemen dari kromosom induk yang terpilih (parent). Proses ini dilakukan untuk mendapatkan kromosom baru dengan solusi yang lebih baik. Metode penyilangan ini sangat berkaitan dengan metode representasi yang digunakan. Metode penyilangan yang berkaitan dengan metode representasi nilai atau biner diantaranya adalah sebagai berikut: penyilangan satu titik, penyilangan dua titik, partial mapped crossover, ordered crossover.

#### 2. Mutasi (Mutation)

Proses mutasi ini mempunyai tujuan untuk meningkatkan keragaman kromosom yang ada pada suatu populasi sehingga tidak terbawa oleh pada solusi optimum lokal. Beberapa metode mutasi diantaranya adalah Metode Pembalikan (Inversion mutation), Metode Penyisipan (Insert Mutation), Metode Pemindahan (Displacement Mutation), Metode Penukaran (Swap Mutasi), Metode Pengantian (Flip Mutation),

#### 3. Seleksi (Selection)

Suatu proses memilih kromosom yang akan diikutkan ke generasi berikutnya. Hanya kromosom yang terbaik yang akan dipilih ke generasi selanjutnya. Metode seleksi dikelompokkan menjadi dua.

Nilai dari parameter algoritma genetika yaitu ukuran populasi (pop\_size), probabilitas crossover (p\_C), probabilitas mutasi (p\_M) dan maksimum generasi (max\_gen).

Probabilitas Crossover merupakan Parameter probabilitas crossover mempunyai nilai 0-1, pada nilai 0 menyampaikan bahwa tidak dilakukan proses crossover atau seluruh kromosom pada generasi yang baru dibuat dengan kromosom pada generasi sebelumnya. Untuk nilai 1 berarti semua kromosom mempunyai peluang untuk melakukan crossover.

Probabilitas Mutasi adalah Parameter probabilitas mutasi juga mempunyai nilai 0-1 juga, pada nilai 0 menyampaikan informasi bahwa tidak melakukan proses mutasi terhadap kromosom. Turunan (offspring) hanya diperoleh dari proses crossover. Jika nilainya menunjukkan 1 berarti semua kromosom dapat melakukan proses mutasi.

Ukuran Populasi (Population Size) merupakan Parameter ini menunjukkan jumlah kromosom pada populasi (setiap generasi). Jika jumlah kromosom dalam suatu populasi kecil maka semakin sedikit kromosom yang melakukan proses crossover dan mutasi. Perihal ini mempengaruhi kualitas solusi yang didapat. Sebaliknya apabila ukuran populasi besar maka semakin banyak proses crossover dan mutasi, sehingga proses algoritma genetika semakin lambat.

Maksimum Generasi (Maximum Generation)

Parameter maksimum memberikan informasi mengenai jumlah maksimal generasi yang dilakukan dalam proses algoritma genetika. Parameter ini merupakan suatu parameter yang digunakan untuk perhentian proses algoritma genetika.

### 3. METODE PENELITIAN

Kebutuhan perangkat keras untuk penelitian ini berupa laptop, untuk perangkat lunak yang terpasang adalah bahasa pemrograman PHP version 5,6 dan untuk database mysql, sedangkan data pelanggan yang terdiri dari nama pelanggan, frekuensi kunjungan dan item serta jenis perangkat server yang terpasang di lokasi pelanggan



Gambar 5.1 Perancangan Penelitian

Pada gambar 5.1 dideskripsikan perancangan penelitian bahwa pada awal akan melakukan studi literatur untuk mengetahui koseptual mengenai metode algoritma genetika dalam optimasi penjadwalan. Dengan mencari jurnal, paper atau penelitian yang terkait dengan permasalahan optimasi penjadwalan dengan metodenya serta permasalahan mengenai kunjungan perawatan rutin. Pada tahapan ini penulis fokus pada metode yang akan digunakan dalam penyelesaian masalah yaitu metode algoritma genetika.

Kita pastikan data yang kita peroleh yaitu data teknisi yang mempunyai tugas untuk kunjungan perawatan rutin dengan skill sesuai dengan data perusahaan yang diperoleh. Data teknisi terdiri dari nama dan skill (avaya, nice, inversion). Data perusahaan terdiri dari nama perusahaan, frekuensi kunjungan dan item server.

Data yang peroleh kita masukan ke aplikasi penjadwalan sesuai dengan form masing-masing. Form skill untuk memasukan data skill secara umum yang ada pada data pelanggan, kemudian

data teknis kita masukan ke form teknis dan pelanggan kita masukan ke form pelanggan.

Setelah proses input data skill, teknis dan pelanggan, hasil penjadwalan diharapkan akan sesuai dengan yang tujuannya yaitu semua pelanggan mendapatkan jadwal kunjungan teknis sesuai dengan frekuensi kunjungan

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Pengujian

Pengujian dengan nilai kromosom naik 7 tahapan, setiap tahapan naik 5 poin. Untuk nilai generasi tetap dalam setiap tahapan

Tabel 6.1 Rangkuman Pengujian Kromosom

Item	Waktu	%	Memory	%			
K.10 & G.25	7,36	-	1.761,57	-			
K.15 & G.25	6,75	-9%	1.932,44	9%			
K.20 & G.25	4,38	-54%	1.953,61	1%			
K.25 & G.25	7,42	41%	2.572,92	24%			
K.30 & G.25	7,28	-2%	2.798,86	8%			
K.35 & G.25	3,07	-137%	2.462,45	-14%			
K.40 & G.25	8,61	64%	3.430,02	28%			
Jumlah rata-rata		-14%		8%			
Keterangan	K.10 & G.25	K.15 & G.25	K.20 & G.25	K.25 & G.25	K.30 & G.25	K.35 & G.25	K.40 & G.25
Penggunaan Waktu	7,36	6,75	4,38	7,42	7,28	3,07	8,61
Penggunaan Memory	1762	1752	1763	2573	2799	2462	3430

Pengujian nilai generasi ini nilai diuji dengan 7 (tujuh) tahapan, setiap tahapan naik 5 poin. Untuk nilai kromosom tetap dalam setiap tahapan.

Tabel 6.2 Rangkuman Pengujian Generasi

Item	Waktu	%	Memory	%
K.10 & G.25	7,45	-	1.754,05	-
K.10 & G.30	7,92	6%	1.716,17	-2%
K.10 & G.35	7,59	-4%	1.704,55	-1%
K.10 & G.40	6,55	-16%	1.510,76	-13%
K.10 & G.45	5,94	-10%	1.460,51	-3%
K.10 & G.50	8,36	29%	1.745,00	16%
K.10 & G.55	8,00	-4%	1.861,06	6%
Jumlah rata-rata		0%		1%

Keterangan	K.10 & G.25	K.10 & G.30	K.10 & G.35	K.10 & G.40	K.10 & G.45	K.10 & G.50	K.10 & G.55
Penggunaan Waktu	7,45	7,92	7,59	6,55	5,94	8,36	8,00
Penggunaan Memory	1.754	1.716	1.705	1.511	1.461	1.745	1.861

Tabel diatas memberikan informasi bahwa penggunaan sangat kecil untuk waktu dan

memory untuk setiap tahapan sampai tahapan terakhir pengujian, ini terlampir tabel 6.1.

Untuk pengujian selanjutnya menaikkan nilai generasi dengan nilai tetap kromosom memberikan informasi dalam penggunaan waktu dan memory tidak naik secara signifikan atau efisien dalam penggunaannya. Pengujian generasi dirangkum pada tabel 6.2 menghasilkan jumlah kenaikan rata-rata penggunaan waktu sebesar (0%) dan penggunaan memory 0,5%.

##### 4.2 Proses Perincian

Setelah proses inialisasi kromosom, kemudian menghasilkan nilai fitness dengan rumus  $F = 1/(1+CT)$  ditabel 6.3 rangkuman nilai fitness. CT didapat dari clash teknik yaitu nilai bentrok yang ada pada kromosom. Fitness terbaik adalah fitness yang bernilai paling besar (tidak ada bentrok) sehingga nilainya 1 (satu). Semakin banyak bentrok atau *clash* maka semakin kecil nilai fitnessnya.

Tabel 6.3 Rangkuman nilai Fitness

F[0]	:	1/(1+14)	=	0,0667
F[1]	:	1/(1+15)	=	0,0625
F[2]	:	1/(1+13)	=	0,0714
F[3]	:	1/(1+25)	=	0,0385
F[4]	:	1/(1+18)	=	0,0526
F[5]	:	1/(1+13)	=	0,0714
F[6]	:	1/(1+22)	=	0,0435
F[7]	:	1/(1+24)	=	0,0400
F[8]	:	1/(1+12)	=	0,0769
F[9]	:	1/(1+13)	=	0,0714
Total F	:			0,5949

Probabilitas Kumulatif (PK) diperoleh darimencari nilai probabilitas dengan cara nilai fitness individu dibagi nilai total fitness ( $PK[i] = \text{fitness}[i] / \text{total fitness}$ ), Setelah proses pencarian probabilitas selesai, kemudian kita cari nilai kumulatifnya. Berikut tabel 6.4 nilai probabilitas kumulatif secara lengkapnya.

Tabel 6.4 Rangkuman Probabilitas Kumulatif

	F[i]	PK	
PK[0]	:	0,067	0,112
PK[1]	:	0,063	0,217
PK[2]	:	0,071	0,337
PK[3]	:	0,038	0,402
PK[4]	:	0,053	0,490
PK[5]	:	0,071	0,610
PK[6]	:	0,043	0,683
PK[7]	:	0,040	0,751
PK[8]	:	0,077	0,880
PK[9]	:	0,071	1,000
Total F	:	0,5949	

Tabel 6.5 dibawah ini merupakan proses seleksi generasi, ada kromosom yang dipilih sebanyak atau lebih banyak dari jumlah kromosom awal, tapi ada juga kromosom yang tidak dipilih dalam seleksi ini.

Tabel 6.5 Seleksi Generasi I

Seleksi Generasi ke-1		
K[0]	=	K[8]
K[1]	=	K[4]
K[2]	=	K[5]
K[3]	=	K[5]
K[4]	=	K[8]
K[5]	=	K[8]
K[6]	=	K[2]
K[7]	=	K[2]
K[8]	=	K[7]
K[9]	=	K[8]

Tabel 6.6 Nilai Fitness Seleksi

F[0]	:	$1/(1+12)$	=	0,0833
F[1]	:	$1/(1+18)$	=	0,0555
F[2]	:	$1/(1+13)$	=	0,0769
F[3]	:	$1/(1+13)$	=	0,0769
F[4]	:	$1/(1+12)$	=	0,0833
F[5]	:	$1/(1+12)$	=	0,0833
F[6]	:	$1/(1+13)$	=	0,0769
F[7]	:	$1/(1+13)$	=	0,0769
F[8]	:	$1/(1+13)$	=	0,0769
F[9]	:	$1/(1+13)$	=	0,0769
Total F	:			0,6899

Setelah proses seleksi kromosom berjalan, kemudian dicek nilai fitnessnya, tabel 6.6 menyampaikan informasi nilai fitness masih belum maksimal.

Pertukaran gen antara 2 (dua) buah kromosom ini merupakan proses yang terjadi pada pindah silang (*Cross Over*). Kromosom yang menjadi induk dipilih secara acak sebanyak *crossover rate* yang sudah diatur dari awal. Terpilihlah 6 *parent* seperti di tabel 6.7. Pertukaran gen hanya untuk teknisi dan tanggal kunjungan saja, sedangkan untuk pelanggan dan skill tetap. Proses ini menghasilkan tabel kromosom baru dan nilai fitness yang masih belum maksimal.

Tabel 6.7 Pindah Silang Generasi 1

Pindah silang generasi ke-1	
Parent[0] :	1
Parent[1] :	2
Parent[2] :	3
Parent[3] :	5
Parent[4] :	6
Parent[5]	8

Penggantian gen merupakan proses yang dilakukan pada langkah ini, gen yang dimutasi hanya nilai frekuensi kunjungan dan tanggal kunjungan. Jumlah gen yang diganti tergantung *Mutation Rate* (MR). Didalam penelitian ini ada 10 kromosom dengan 5 gen untuk masing-masing kromosom, maka MRnya 50 persen. Maka total gen =  $10 * 5$  (Jumlah kromosom \* jumlah gen setiap kromosom) = 50 gen, Maka jumlah mutasi  $50 \% * 50 = 25$  gen.

Setelah proses mutasi selesai akan terbentuk tabel kromosom baru dan nilai fitness yang mencapai nilai maksimal di tabel 6.8, terbentuk salah satu kromosom dengan nilai fitness 1 terpilih sebagai jadwal kunjungan yang terbaik dari 9 kromosom yang lain.

Tabel 6.8 Final Fitness

F[I]=1/(1+CT)		
F[0]	:	$1/(1+19)$ 0,0500
F[1]	:	$1/(1+0)$ 1,0000
F[2]	:	$1/(1+5)$ 0,1667
F[3]	:	$1/(1+12)$ 0,0769
F[4]	:	$1/(1+15)$ 0,0625
F[5]	:	$1/(1+17)$ 0,0556
F[6]	:	$1/(1+22)$ 0,0435
F[7]	:	$1/(1+11)$ 0,0833
F[8]	:	$1/(1+10)$ 0,0909
F[9]	:	$1/(1+17)$ 0,0556
Total F	:	1,6849

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan rumusan masalah, hasil penelitian dan pembahasan mengenai penjadwalan kunjungan engineer dengan algoritma genetika, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil uji coba diatas bahwa algoritma genetika cukup efektif dan efisien. Penggunaan waktu maksimal kurang dari 10 detik

dan penggunaan memory maksimal kurang dari 2067 kb dalam proses menghasilkan jadwal. Maka aplikasi ini efektif dalam kemudahan prosedur dan efisien dalam penghematan penggunaan sumberdaya.

2. Sesuai uji coba menggunakan data 174 produk dengan parameter 400 Generasi, 350 kromosom, *CrossOver Rate* (CR)=90 dan *Mutation Rate* (MR)=5 memerlukan proses waktu kurang dari 736 detik dan penggunaan memory kurang dari 6216 kb. Dengan penambahan nilai *CrossOver Rate* (CR) dan *Mutation Rate* (MR) maka bertambah juga penggunaan waktu dan memory dalam proses menghasilkan jadwal kunjungan. Penambahan nilai di atas juga menambah nilai fitness yang mengindikasikan nilai solusi yang lebih baik untuk penjadwalan tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arifudin, R. (2016). OPTIMASI PENJADWALAN PROYEK DENGAN PENYEIMBANGAN BIAYA MENGGUNAKAN KOMBINASI CPM DAN ALGORITMA GENETIKA . *Jurnal Masyarakat Informatika, Volume 2, Nomor 4, ISSN 2086 – 4930*, 1-14.
- Damayanti, C. P., Putri, R. R., & Fauzi, M. (2014). IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK PENJADWALAN CUSTOMER SERVICE. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, X-X.
- Jain, D. J., & Chande, D. (2010). Formulation of Genetic Algorithm to Generate Good Quality Course Timetable. *International Journal of Innovation, Management and Technology 1*, 248-251.
- Janata, A., & Haerani, E. (2015). Sistem Penjadwalan Outsourcing Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus:PT.Syarikatama). *Jurnal CoreIT, Vol. 1, No.2, Desember 2015, ISSN: 2460-738X(Cetak)*, 1-5.
- .Damayanti, C. P., Putri, R. R., & Fauzi, M. (2014). IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA UNTUK PENJADWALAN CUSTOMER SERVICE. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)*, X-X.
- Davinsyah, G., Mahmudy, W. F., & Perdana, R. S. (2018). Pelatihan Multi-Layer Neural Network Menggunakan Algoritma Genetika untuk Memprediksi Harga Saham Esok Hari (T+1). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN: 2548-964X Vol.02 No.6*, 2302-2308.
- Djunaidi, M., & Bakdiyono, E. (2012). MINIMASI BIAYA PERAWATAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE PREVENTIVE AINTENANCE POLICY. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri, Vol. 11, No. 2, Des 2012* , 1-11..XX
- Janata, A., & Haerani, E. (2015). Sistem Penjadwalan Outsourcing Menggunakan Algoritma Genetika (Studi Kasus:PT.Syarikatama). *Jurnal CoreIT, Vol.1, No.2, Desember 2015, ISSN: 2460-738X(Cetak)*, 1-5.
- Tiandini, N., & Anggraeni, W. (2017). Penerapan Metode Kombinasi Algoritma Genetika dan Tabu Search dalam Optimasi Alokasi Kapal Peti Kemas (Studi Kasus: PT.XYZ). *JURNAL TEKNIK ITS Vol.6, No.1*, 1-7.
- Vauziah, S. S., & Saifudin, A. (2018). PENJADWALAN CLEANING SERVICE MENGGUNAKAN ALGORITMA GENETIKA. *Proseding Seminar Nasional Informatika dan Sistem Informatika*, 1-9