

# Analisis Sistem Cerdas Pengambilan Keputusan untuk Perawatan Mesin dengan Penggabungan Metode Algoritma Genetika dan *Decision Making Grid*

Andani Ahmad  
Laboratorium Kecerdasan Buatan  
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Hasanuddin  
Makassar, Indonesia  
andani@unhas.ac.id

Zulkifli Tahir  
Laboratorium Kecerdasan Buatan  
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Hasanuddin  
Makassar, Indonesia  
zulkifli@unhas.ac.id

Nur Indha Mulyasari  
Laboratorium Kecerdasan Buatan  
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Hasanuddin  
Makassar, Indonesia  
nurindhamulyasari@gmail.com

Anugrahyani  
Laboratorium Kecerdasan Buatan  
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Hasanuddin  
Makassar, Indonesia  
anugrahyani@gmail.com

**Abstrak**—Manajemen pemeliharaan merupakan salah satu faktor penting untuk menunjang keberhasilan sebuah industri. Agar sebuah industri memiliki tingkat keuntungan yang besar maka diperlukan sebuah sistem pemeliharaan yang tepat untuk meminimalisir biaya yang dikeluarkan. Pada saat ini telah banyak fungsi-fungsi pemeliharaan dengan bermacam-macam model optimasi telah di usulkan dalam manajemen pemeliharaan. Tetapi, hanya sedikit model yang sesuai dan telah di implementasikan ke Industri Kecil dan Menengah (IKM). Permasalahan data dan kerancuan antara teori manajemen pemeliharaan dan prakteknya sering menjadi alasan utama. Di dalam penelitian ini, model optimasi yang baru diusulkan untuk menjalankan proses komputasi dengan menjadikan frekuensi kerusakan dan rentang waktu kerusakan sebagai variabel penentu sebuah pemeliharaan. Penelitian ini menggabungkan metode “*Decision Making Grid*” (DMG) dan Algoritma Genetika (GA). Metode DMG membutuhkan data history kerusakan mesin sehingga tidak dapat diterapkan pada industri baru maupun industri lama yang tidak memiliki data history. Untuk menangani permasalahan tersebut dibutuhkan sebuah sistem yang dapat digunakan tanpa adanya data history dan Algoritma Genetika digunakan untuk memecahkan permasalahan tersebut. Dengan adanya penelitian ini diharapkan setiap IKM dapat memanfaatkan sistem yang dihasilkan untuk membantu memberikan pilihan manajemen pemeliharaan yang tepat untuk setiap mesin di dalam industrinya.

**Kata kunci**—*Algoritma Genetika; Industri kecil dan menengah; decision making grid; sistem pengambilan keputusan pemeliharaan.*

## I. PENDAHULUAN

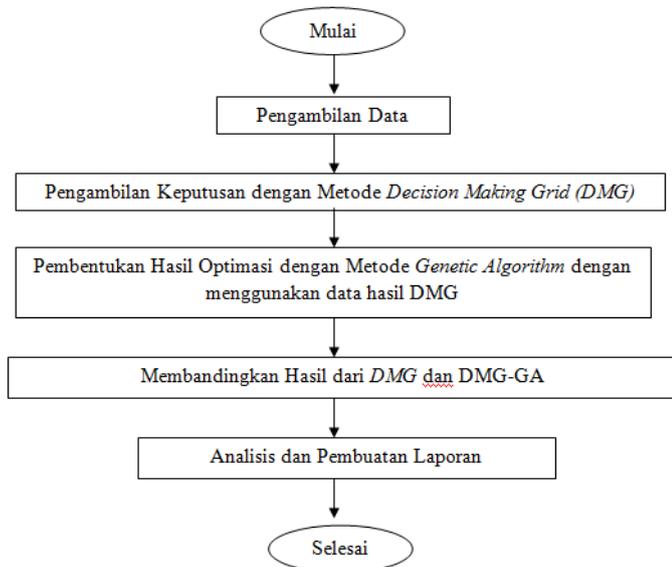
Untuk peningkatan produktivitas dalam suatu proses produksi dibutuhkan sistem perawatan yang tepat. Dalam hal ini diperlukan pertimbangan secara cermat mengenai system perawatan yang akan diterapkan sehubungan dengan faktor-faktor yang berpengaruh pada kondisi peralatan yang dikerjakan.

Pemilihan sistem strategi yang tepat dapat memberikan hasil yang optimum terhadap kesiapan mesin dalam menunjang program produksi. Dengan demikian, penerapan sistem perawatan yang tepat merupakan suatu cara untuk mencapai usaha yang menguntungkan.

Analisis pengambilan keputusan sebelumnya menggunakan metode *Decision Making Grid*, *Fuzzy Logic*, dan *Analytic Hierarchy Process*. Hasil dari analisa mengarah pada *Condition Based Maintenance*, *Service Level Upgrade*, *Design-out Maintenance*, *Operate to Failure*, *Fix Time Maintenance* dan sebagainya. Metode yang digunakan sebelumnya membutuhkan data history kerusakan mesin sehingga tidak dapat diterapkan pada industri baru maupun industri lama yang tidak memiliki data *history*. Untuk menangani permasalahan tersebut dibutuhkan sebuah sistem yang dapat digunakan tanpa adanya data *history*.

Penulis melakukan penelitian dengan menggunakan data perawatan mesin tahun 2004 sampai tahun 2008 yang diperoleh dari salah satu industri makanan di Rengit, Johor, Malaysia. Dari data yang diperoleh penulis menggunakan metode Algoritma Genetika karena metode ini merupakan metode heuristic yang paling optimal dalam pemecahan permasalahan. Algoritma Genetika menghasilkan variabel

optimal dari data Frekuensi dan Downtime yang dapat diterapkan pada industri-industri serupa meskipun tidak ada data *history* [1]. Alur proses yang dilakukan pada penelitian ini diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

## II. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan beberapa tahapan proses yang akan dijelaskan sebagai berikut:

### A. Decision Making Grid (DMG) dan Algoritma Genetika

Model DMG direkomendasikan sebagai model pengambilan keputusan dengan penempatan performansi dari mesin yang bermasalah berdasarkan multi kriteria. Kemudian dilakukan pendefinisian DMG dalam bentuk diagram dua dimensi. Dimensi pertama adalah *downtime* mesin dengan kriteria rendah, sedang dan tinggi, dan kedua adalah frekuensi kerusakan mesin, juga dengan kriteria rendah, sedang, dan tinggi. Metodologi ini diimplementasikan sebagai berikut [1]:

- i. Analisa kriteria: Membuat analisis Pareto untuk setiap kriteria;
- ii. Mendefinisikan keputusan: Mendefinisikan kriteria pada matriks; dan
- iii. Pengambilan keputusan: Mengidentifikasi perawatan yang akan dilakukan.

Penelitian terakhir mengambil data pemeliharaan hasil perhitungan dari penelitian sebelumnya, yang telah mengumpulkan data dari salah satu IKM di Malaysia seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1.

TABEL 1. DATA PEMELIHARAAN MESIN

Mesin	Frekuensi		Waktu rusak	
	Nomor	Kriteria	Jam	Kriteria
A	1	Rendah	2	Rendah
B	3	Rendah	89	Sedang
C	8	Sedang	193	Tinggi
D	2	Rendah	13	Rendah
E	5	Rendah	33	Rendah
F	16	Tinggi	249	Tinggi
G	5	Rendah	129	Sedang
H	30	Tinggi	737	Tinggi
J	5	Rendah	73	Rendah
K	3	Rendah	54	Rendah
L	1	Rendah	8	Rendah
M	19	Tinggi	188	Sedang
N	9	Sedang	63	Rendah
P	2	Rendah	33	Rendah

Data ini telah dikategorikan dengan mengambil sepuluh data mesin yang memiliki frekuensi kerusakan terbesar dan waktu rusak terbesar dari sistem database di IKM, menggunakan formula dibawah ini:

Jika:  $h$  adalah angka terbesar di dalam data  $l$  adalah angka terkecil di dalam data. Batas tinggi =  $h$

Batas sedang ke tinggi =  $h - 1/3 (h)$

Batas rendah ke sedang =  $h - 2/3 (h)$

Batas rendah =  $l$

Gambar 2 merupakan deklarasi kedua variabel data frekuensi dan downtime ke dalam matriks dua dimensi dengan dua langkah proses seperti berikut:

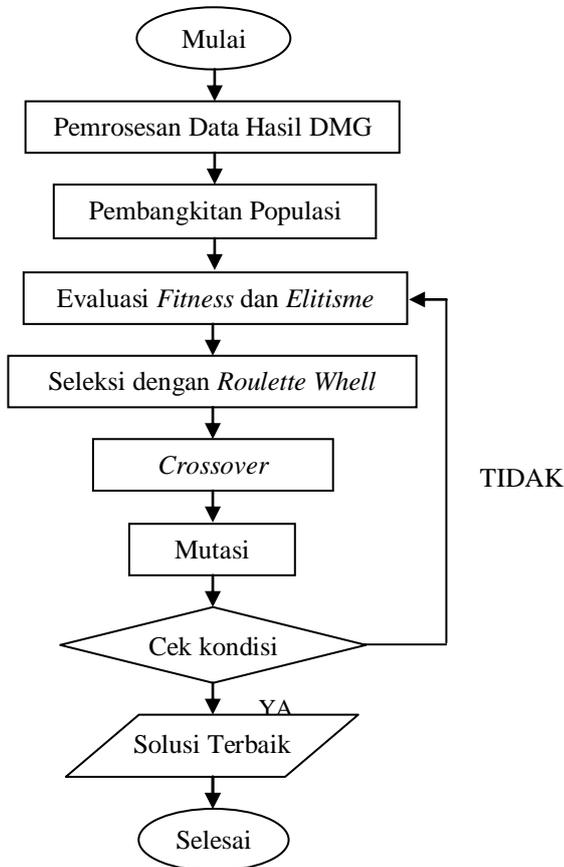
1. Kedua kriteria dari setiap mesin di kategorikan menggunakan formula diatas dan kemudian di masukkan ke dalam matriks dua dimensi, dan
2. Setelah data dimasukkan ke dalam matriks, keputusan pemeliharaan dibuat dengan memperhatikan matriks dua dimensi dengan strategi pemeliharaan untuk setiap kriteria.

		Kriteria			Waktu Rusak		
		Rendah	Sedang	Tinggi	Rendah	Sedang	Tinggi
Frekuensi	Rendah	OTF	FTM	CBM	[J][K]	[G][B]	
	Sedang	FTM	FTM	FTM	[N]		[C]
	Tinggi	SLU	FTM	DOM		[M]	[H][F]

Gambar 2 Kriteria Perawatan Mesin

Sesuai dengan alur proses penelitian, hasil keputusan DMG akan menjadi data input pada proses Algoritma Genetika yang merupakan tahapan selanjutnya.

Algoritma genetik adalah suatu algoritma optimasi yang meniru mekanisme dari genetika alam. Pada dasarnya algoritma genetik adalah salah satu perkembangan dari metode algoritma pencarian yang telah dikembangkan dengan ide dasar yang berbeda [6].



Gambar 3 Flowchart Perancangan Sistem DMG-Algoritma Genetika

Deskripsi algoritma genetik:

1. [Start]. Generate populasi pertama secara random sebanyak n individu.
2. [Fitness]. Evaluasi nilai fitness  $f(x)$  dari setiap individu  $x$  di dalam populasi.
3. [New Population]. Bentuk populasi baru dengan melakukan pengulangan langkah – langkah di bawah ini sehingga didapatkan populasi baru.
  - a) [Selection]. Pilih 2 individu sebagai orang tua dari sebuah populasi sesuai dengan fitness mereka (semakin baik fitness, maka semakin besar peluang mereka untuk dipilih).
  - b) [Crossover]. Lakukan persilangan antara kedua orang tua sesuai dengan probabilitas crossover untuk membentuk keturunan yang baru. Jika tidak terjadi persilangan, maka keturunan yang dihasilkan akan sama persis dengan orang tuanya.
  - c) [Mutation]. Mutasi setiap keturunan yang baru sesuai dengan probabilitas mutasi di setiap gen.

- d) [Accepting]. Tempatkan keturunan yang baru sebagai populasi yang baru.
4. [Replace]. Gunakan populasi yang baru dibentuk untuk menjalankan algoritma.
5. [Test]. Jika kondisi akhir dipenuhi, maka berhenti dan tampilkan solusi dari populasi.
6. [Loop]. Kembali ke nomor 2.

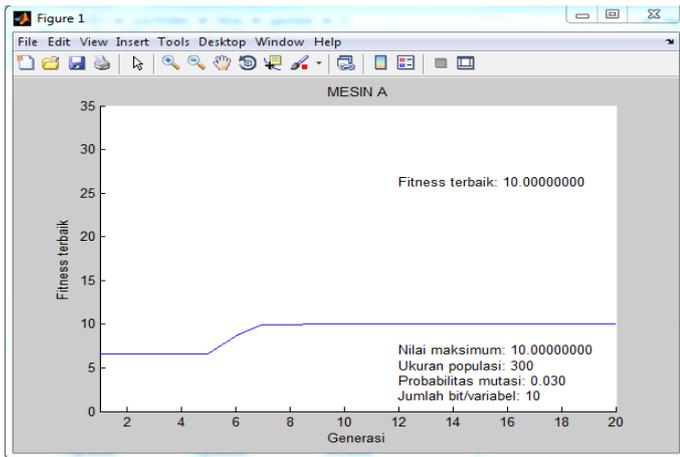
Ouput dari proses DMG-AG di atas merupakan nilai fitness yang dihasilkan dari nilai  $x_1$  yang mewakili frekuensi kegagalan mesin dan nilai  $x_2$  mewakili downtime mesin. Kedua nilai tersebut akan menghasilkan klasifikasi penanganan pada mesin baru yang akan diputuskan strategi perawatannya melalui nilai fungsi fitness yang juga dihasilkan oleh proses Algoritma Genetika.

### III. ANALISA DAN IMPLEMENTASI METODE *DECISION MAKING GRID* (DMG) DAN ALGORITMA GENETIKA (AG)

Data hasil DMG yang merupakan data input pada Algoritma Genetika akan melalui proses tahapan algoritmik dengan pemanggilan beberapa function pada Matlab berikut :

- BangMatrixIT, yaitu fungsi yang membangkitkan matrix *input* (kedua variabel *input* dari proses DMG) dan matrix target (data target untuk setiap 1 variabel).
- InisialisasiPopulasi, yaitu fungsi yang membangkitkan populasi berupa matriks berukuran jumlah kromosom yang diinginkan x jumlah gen dalam sebuah kromosom. Pada penelitian ini digunakan 300 populasi dengan masing-masing jumlah gen tiap individu yaitu 10 bit.
- DekodekanKromosom, yaitu fungsi yang melakukan proses *decoding* kromosom yang berisi bilangan biner menjadi individu yang berisi bilangan *Real*.
- EvaluasiIndividu, yaitu fungsi yang bertujuan untuk mengevaluasi setiap individu berdasarkan fungsi *fitness*, sehingga dihasilkan nilai *fitness* setiap individu.
- LinearFitnessRanking, yaitu fungsi yang bertujuan untuk mengurutkan individu berdasarkan nilai *fitness*nya dari individu yang memiliki *fitness* tertinggi sampai ke individu yang *fitness*nya paling rendah.
- RouletteWheel, yaitu fungsi yang digunakan untuk memilih kromosom yang akan melakukan operasi genetik (pindah silang dan mutasi).
- PindahSilang, yaitu fungsi yang melakukan proses pindah silang gen-gen antar kromosom induk berdasarkan probabilitas yang telah ditentukan sebelumnya, dalam hal ini 0,08
- Mutasi, yaitu fungsi yang melakukan proses perubahan gen dalam kromosom berdasarkan probabilitas mutasi yaitu 0,03.

Setelah melalui semua proses di atas maka algoritma genetik dalam Matlab menghasilkan keluaran seperti diperlihatkan Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Fitness Terbaik Untuk Mesin A

Gambar 4. merupakan grafik 2D yang menunjukkan fitness terbaik khusus untuk mesin A, dimana nilai maksimum yang dicapai adalah 10 dari 300 populasi dan 20 generasi. Maksimum generasi yang digunakan 20, artinya ada 20 kali proses iterasi yang dilakukan Algoritma Genetika untuk menghasilkan  $x_1$  dan  $x_2$  yang selanjutnya akan menghasilkan fungsi fitness terbaik begitupula dengan mesin B sampai mesin P. Proses Algoritma Genetika berulang sesuai dengan maksimum generasi dan akan menghasilkan nilai  $x_1$  dan  $x_2$  yang terbaik. Adapun nilai  $x_1$  dan  $x_2$  yang dihasilkan untuk mesin A adalah sebagai berikut :

$$x = 0.0293 \quad 0.0391$$

Nilai fungsi yang dihasilkan pada mesin A ini terdiri dari 5 nilai fungsi fitness. Hal ini dikarenakan data yang diambil yaitu data 2004 sampai 2008. Berikut ini merupakan hasil perhitungan nilai fungsi fitness :

Fitnes =

45.9338    50.0000    9.4226    8.5681    28.4313

Hasil output yang berupa  $x_1$ ,  $x_2$ , dan fungsi fitness, diperoleh suatu persamaan nilai fungsi khusus untuk mesin A yaitu :

$$h_A(x_1, x_2) = \frac{(1 - (28,4712 * ((s * x_1) + (t * x_2))))}{28,4712}$$

Dimana :

s = nilai frekuensi kegagalan Mesin A tahun 2008

t = nilai downtime Mesin A tahun 2008

$x_1, x_2$  = nilai-nilai terbaik yang dihasilkan proses Genetic Algorithm

28,4712 = Nilai hasil rata-rata dari keseluruhan fungsi fitness

Data yang digunakan sebagai validasi adalah data tahun 2008 sebagai inputan pada fungsi di atas. Hasil substitusi ke fungsi  $h_A$  akan menghasilkan keputusan penanganan sebagai berikut:

akhir = 0.0300

TABEL 2. DATA MESIN A

Tahun	Freq (Kali)	Downtime (menit)	DMG (Penanganan)
2004	1	120	0,02
2005	0	10	0,02
2006	3	2440	0,1
2007	7	11840	0,1
2008	2	4395	0,03

Tabel 3. merupakan tabel klasifikasi strategi perawatan mesin yang digunakan pada penelitian ini.

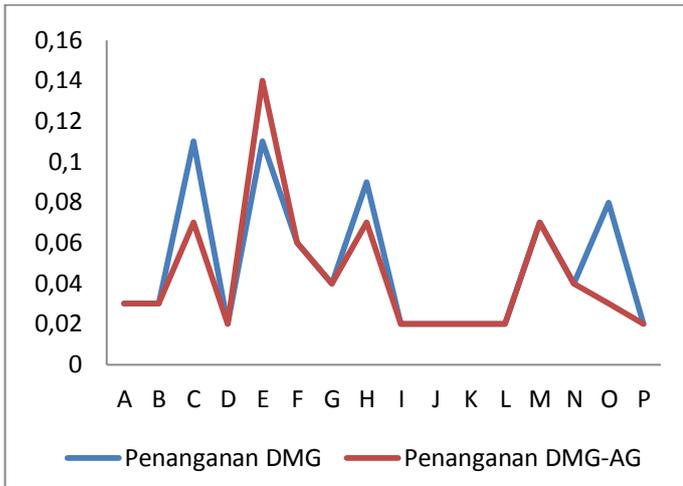
TABEL 3. TABEL PENGKLASIFIKASIAN PENANGANAN KERUSAKAN MESIN

Penanganan	Klasifikasi
Normal	0.02
OTF	0.03
FTM 1	0.04
CBM	0.05
FTM 2	0.06
FTM 3	0.07
FTM 4	0.08
SLU	0.09
FTM 5	0.10
DOM	0.11

Perbandingan hasil klasifikasi mesin dengan metode DMG dan metode DMG-GA pada tahun 2008 diperlihatkan pada Tabel 4. dan Gambar 5.

TABEL 4. PERBANDINGAN DATA HASIL PENGKLASIFIKASIAN MESIN DENGAN METODE DMG DAN METODE DMG-GA

ID Mesin	Penanganan Hasil DMG	Penanganan Hasil DMG-GA
A	0,03	0,03
B	0,03	0,03
C	0,11	0,07
D	0,02	0,02
E	0,11	0,14
F	0,06	0,06
G	0,04	0,04
H	0,09	0,07
I	0,02	0,02
J	0,02	0,02
K	0,02	0,02
L	0,02	0,02
M	0,07	0,07
N	0,04	0,04
O	0,08	0,03
P	0,02	0,02



Gambar 5 . Perbandingan Hasil Pengambilan Keputusan Penanganan DMG dan DMG-AG

Berdasarkan data pada tabel 4., berikut ini merupakan persentase tingkat keakuratan dari hasil pengklasifikasian dengan menggunakan metode DMG-GA dengan memisahkan berdasarkan ID Mesin.

$$keakuratan = \frac{JB}{N} * 100$$

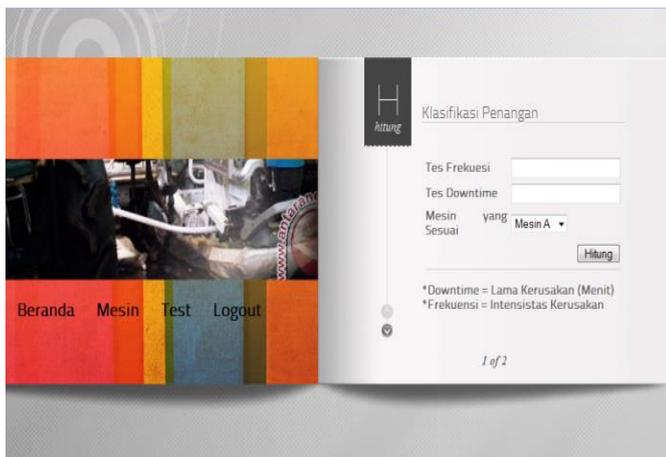
Dimana :

JB = Jumlah Data yang Benar

N = Jumlah Data Keseluruhan

$$keakuratan = \frac{12}{16} * 100$$

$$keakuratan = 75\%$$



Gambar 6. User Interface Sistem Pengambilan Keputusan Dengan Metode Decision Making Grid (DMG) dan Algoritma Genetika (AG)

User interface sistem ini diimplementasikan dengan menggunakan PHP dan MySql. Gambar 6. merupakan tampilan web dengan inputan frekuensi dan downtime.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dalam Pengambilan Keputusan Penanganan Perbaikan Mesin menggunakan Metode Decision Making Grid-Genetic Algorithm dapat disimpulkan bahwa:

1. Besarnya Ukuran Populasi dan Maksimal Generasi yang diberikan pada metode Genetic Algorithm juga mempengaruhi hasil akhir, sehingga semakin besar ukuran populasi dan maksimal generasi maka hasil prediksi yang didapatkan bisa lebih baik.
2. Setiap kali dilakukan running, AG bisa menghasilkan solusi yang berbeda-beda yang dapat dijadikan sebagai parameter inputan pada keputusan data selanjutnya. Hal ini dikarenakan semua komponen AG berbasis pada fungsi random sehingga AG bisa menghasilkan solusi yang berbeda dan tetap dalam rentang data yang diinginkan.
3. Validasi hasil uji klasifikasi penanganan kerusakan mesin dengan metode Decision Making Grid-Genetic Algorithm terhadap data frekuensi kegagalan mesin dan downtime mesin memiliki tingkat akurasi sebagai berikut: khusus untuk proses pengklasifikasian per-masing-masing mesin diperoleh tingkat akurasi 75%. Hal ini disebabkan adanya beberapa data yang tidak berpola sehingga mengakibatkan algoritma genetika sulit mencari solusi yang optimal. Namun, dengan tingkat keakurasi sebesar 75% sistem yang dihasilkan dapat dimanfaatkan untuk manajemen perawatan di industri-industri lainnya.

##### B. Saran

1. Pengembangan selanjutnya diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih optimal dibanding penelitian ini dengan membentuk kombinasi dengan metode lain dalam hal ini menggabungkan metode DMG dengan metode lainnya ataupun Algoritma Genetika dengan yang lain seperti DMG-NN,GA-NN,dll.
2. Diharapkan adanya penelitian lebih lanjut yang dapat menghasilkan sebuah solusi optimal terbaik dengan waktu komputasi yang lebih kecil dan juga berhubungan dengan itu disarankan untuk menggunakan komputer yang memiliki hardware yang baik dengan kata lain yang tinggi, seperti processor yang tinggi dan memory atau RAM yang tinggi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tahir. Zulkifli, "A Hybrid Maintenance Management Model In Decision Support System For Small And Medium Food Processing Industries", Faculty of Information and Communication Technology UTEM, Thesis, 2010

- [2] Sri Dewi Suma, S.T.  
deriz.weebly.com/uploads/1/7/8/4/1784763/metode\_perawatan\_mesin.docx, diakses pada tanggal 25 Januari 2013.
- [3] Suyanto, "Artificial Intelligence (Searching, Reasoning, Palanning and Learning)", Bandung : Informatika Bandung, 2007
- [4] Eno. Andarias "Prediksi Curah Hujan di Wilayah Makassar Menggunakan Metode Genetic Algorithm-Neural Network" unpublished.
- [5] Nafisah Aslam-Zainudeen dan Ashraf Labib, "Practical application of the Decision Making Grid (DMG)", Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 17, pp. 138 – 149, 2011.
- [6] Panji Muttaqin-Sandy Eka Permana, "Sistem Informasi Penjadwalan Pembelajaran Berbasis Metode Algoritma Genetik Untuk Mengoptimalkan Proses Belajar Mengajar Di Smpn 2 Jamblang", Jurnal Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer IKMI (Journal Teknik Informatika), Vol. 2 no. 2, 2013.
- [7] William Tanujaya, Dian Retno Sari Dewi dan Dini Endah, "Penerapan Algoritma Genetik Untuk Penyelesaian Masalah Vehicle Routing Di PT.MIF", Jurnal Widya Teknik, Vol.10 No.1, pp 92-102, 2011
- [8] Burhanuddin M.A., Sami M.Halawani dan A.R Ahmad, "A Costing Analysis for Decision Making Grid Model in Failure-Based Maintenance", Hindawi Publishing Corporation, Vol.2011 (2011), Article ID 205039, 15 pages, 2011.
- [9] Suyanto, "Algoritma Genetika dalam MATLAB", Yogyakarta : Penerbit Andi Yogyakarta, 2005.