

## ANALISA OPTIMASI PEMESINAN PADA MESIN BOR BREDA TIPE R-35 DENGAN ALGORITMA GENETIKA

Gio Saputra<sup>1</sup>, Alfian Hamsi<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departemen Teknik Mesin, Universitas Sumatera Utara, Jln.Almamater Kampus USU  
Medan 20155 Medan Indonesia  
Email: giochaniago@gmail.com

### Abstrak

Algoritma Genetika merupakan suatu algoritma yang terinspirasi dari teori evolusi Darwin dimana dinyatakan bahwa kelangsungan hidup suatu makhluk dipengaruhi aturan bahwa yang kuat adalah yang menang. Algoritma genetika didasarkan pada proses seleksi gen, perkawinan silang dan mutasi. Salah satu masalah yang dapat diselesaikan dengan algoritma genetika adalah persoalan optimasi. Optimasi algoritma genetika dilakukan dengan mencari variabel untuk spesiman ST-37 dan mata bor HSS dengan kecepatan potong ( $V$ ) dari 30 m/min sampai 50 m/min, diameter( $d$ ) dari mata bor adalah 5,5 mm sampai 8,5 mm, kemudian menurunkan rumus waktu pemesinan ( $t_c$ ) sebagai fungsi optimasi. Variabel yang telah ditetapkan selanjutnya akan melakukan evolusi seperti seleksi, *crossover* dan mutasi. Individu terbaik dapat dilihat dari nilai *fitness* terbesar karena fungsi optimasi yang digunakan adalah waktu pemesinan ( $t_c$ ) maka dipilih pengerjaan dengan waktu paling singkat, sehingga didapat hasil optimasi pemesinan Putaran poros utama ( $n$ ) **1251** rev/min, Gerak makan ( $f$ ) 0,194 mm/rev, Kecepatan potong ( $v$ ) 48,532 m/min, Waktu pemotongan ( $t_c$ ) 0,00440 min, Kecepatan penghasiian geram ( $z$ ) 14,5 cm<sup>3</sup>/min.

*Kata kunci: Algoritma genetika, fitness, pe*

### Abstract

*Genetic Algorithm is an algorithm inspired by Darwin's evolutionary theory which stated that influenced the survival of a creature that the strong rule is a win. Genetic algorithms are based on the process of gene selection, crossover and mutation. One problem that can be solved by genetic algorithm is the optimization problem. Genetic algorithm optimization is performed to find variables to spesiman ST-37 and HSS twist drill with cutting speed ( $V$ ) of 30 m / min to 50 m / min, diameter twist drill( $d$ ) 5,5 mm to 8,5 mm and reduce machining time formula ( $t_c$ ) as a function of optimization. Predefined variables will further evolution such as selection, crossover and mutation. Individuals can best be seen from the biggest fitness value is used as the optimization function is machining time ( $t_c$ ) then selected work with most short time, so we got the result optimization main shaft rotation machining ( $n$ ) **1251** rev / min, deep feed ( $f$ ) 0,194 mm/rev, 0,194 mm/rev cutting speed ( $v$ ) 48,532 m / min, , the cutting time ( $t_c$ ) 0,00440 min, Material Removal Rate ( $z$ ) 14,5 cm<sup>3</sup>/min.*

*Key words: algorithm optimization, fitness, machining, optimization*

### 1. PENDAHULUAN

Algoritma Genetika adalah salah satu pendekatan untuk menentukan global optimum yang didasari oleh Teori Darwin. Secara garis besar langkah dalam prosedur ini dimulai dengan menetapkan suatu set solusi potensial dan melakukan perubahan dengan beberapa iterasi dengan algoritma genetika untuk mencapai solusi terbaik.

Set solusi potensial ini ditetapkan diawal dan disebut dengan kromosom. Kromosom ini dibentuk secara random berupa susunan angka binary yang di-generate dan dipilih. Keseluruhan set dari kromosom yang diobservasi mewakili suatu populasi.[12]

Kemudian, kromosom-kromosom tersebut akan berevolusi dalam beberapa tahap iterasi yang disebut dengan generasi. Generasi baru

(*offsprings*) di-generate dengan teknik kawin silang (*crossover*) dan mutasi (*mutation*). Cross over meliputi pemecahan (*splitting*) dua kromosom dan kemudian mengkombinasikan setengah bagian dari masing-masing kromosom dengan pasangan-pasangan lainnya. Sedangkan mutasi meliputi penggantian (*flipping*) satu bit (bagian) dari kromosom dengan satu bagian lain dari kromosom lain yang menjadi pasangannya. Kromosom-kromosom ini selanjutnya berevolusi dengan suatu kriteria kesesuaian (*fitness*) yang ditetapkan dan hasil terbaik akan dipilih sementara yang lainnya diabaikan.

Selanjutnya, proses dilakukan berulang-ulang sampai dengan suatu kromosom yang mempunyai kesesuaian terbaik (*best fitness*) akan diambil sebagai solusi terbaik dari permasalahan. Permasalahan di ambil dari parameter-parameter dari proses *drilling* meliputi diameter mata bor dan kecepatan poros utama. Dalam aplikasinya kedua parameter tersebut saling bergantung satu terhadap yang lain dalam mempengaruhi kecepatan permesinan. Dengan menggunakan algoritma genetika dapat dicari parameter optimal untuk mendapatkan kualitas pemesinan terbaik.[1]

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Manajemen Pemeliharaan Pemesinan

Dalam ilmu Manajemen Pemeliharaan, salah satu yang harus di perhatikan adalah di bidang Workshop, dimana terdapat berbagai macam mesin produksi. Mesin-mesin Produksi ini setiap waktu harus di tingkatkan peformanya dengan pemeliharaan.

Upaya mengoptimalkan pemeliharaan telah banyak dilakukan, kesemuanya bertujuan untuk menjaga keandalan (*reliability*) dan ketersediaan (*availability*) sistem. Oleh sebab itu saat ini teknik pemeliharaan pabrik lebih banyak dikonsentrasikan pada pemeliharaan pencegahan (*preventive*) untuk menghindari

kerusakan yang lebih serius. Jika tindakan pemeliharaan terhadap suatu *plant* menggunakan prinsip minimal *maintenance approach*, dan dikombinasikan dengan manajemen pemeliharaan yang terabaikan, maka hal ini akan memperpendek masa berguna (*useful life*) dari *plant*, dan mungkin juga akan menambah biaya lainnya seperti biaya kerusakan (*downtime cost*) dan berbagai denda yang timbul akibat dampak yang ditimbulkan oleh kerusakan sistem (Sumber: repository.usu.ac.id/bitstream/123456789 /).

### 2.2 Sistem Pemeliharaan Mesin

Secara umum, ada beberapa sistem pemeliharaan mesin di dunia industri yaitu:

#### 1. Sistem pemeliharaan sesudah rusak (*Breakdown Maintenance*)

Sistem ini dilakukan tepat setelah ada mesin yang rusak. Perbaikan hanya dilakukan pada keadaan yang benar-benar perlu saja. Tujuannya adalah untuk mendapatkan penghematan waktu dan biaya. Kelemahan sistem ini adalah, kerusakan mesin akan terjadi berkali-kali dan frekuensi kerusakan hamper sama setiap tahunnya. Artinya, ada beberapa mesin yang paling sering diperbaiki, yang tentunya akan menyebabkan umur mesin tersebut semakin pendek setiap kali perbaikan dilakukan. Sebaiknya disediakan mesin cadangan untuk mencegah hal-hal yang tidak diinginkan.

#### 2. Sistem pemeliharaan rutin (*Preventive Maintenance*)

Sistem ini dilakukan pada mesin yang tidak bekerja maksimal lagi. Untuk mengetahui mesin mana yang tidak maksimal lagi, disusunlah jadwal pemeriksaan untuk tiap mesin. Jika saat pemeriksaan rutin ditemukan mesin dengan kinerja menurun, perbaikan langsung dilakukan. Contoh gejala yang menunjukkan turunnya kinerja mesin adalah semakin tingginya tingkat kebisingan, getaran dan konsumsi bahan bakar. Keuntungan sistem ini adalah kita dapat meramalkan lama perbaikan mesin, sebelum kerusakan menjadi lebih

fatal, sehingga biaya perbaikan mesin dapat diminimalkan.

### 3. Sistem pemeliharaan ulang (*Corrective Maintenance*)

Cara kerja sistem ini adalah menganalisa data-data perbaikan mesin selama beberapa tahun terakhir. Kemudian kita dapat menentukan mesin mana yang harus diperbaiki lebih dulu. Agar sistem ini dapat berjalan dengan baik, diperlukan kerjasama antara tim inspeksi dan perencanaan, tim produksi, pekerja lapangan dan teknisi mesin. Dengan mereka saling bertukar informasi seputar mesin pabrik, akan diketahui prosedur perbaikan yang tepat pada mesin yang tepat, sehingga lamanya waktu perbaikan mesin dapat diminimalkan.

### 4. Sistem pemeliharaan proaktif (*Proactive Maintenance*)

Konsep dasar sistem ini adalah mengoptimalkan sistem pemeliharaan yang ada, disesuaikan dengan kondisi suatu pabrik. Suatu pabrik dengan kapasitas produksi rendah tentunya tidak memerlukan sistem pemeliharaan yang terlalu kompleks, karena tidak akan efisien. Jadi cukup dengan sistem yang sederhana saja. Kemudian bila pabrik berada pada posisi yang strategis, misalnya di kompleks industri dimana fasilitas penunjang pabrik telah tersedia, kita dapat mengurangi fasilitas dalam pabrik untuk menghemat biaya pemeliharaan pabrik itu.[1]

## 2.3 Algoritma Genetika

Algoritma genetika adalah teknik pencarian heuristic yang didasarkan pada gagasan evolusi seleksi alam dan genetik. Algoritma ini memanfaatkan proses seleksi alamiah yang dikenal proses evolusi. Dalam proses evolusi, individu secara terus – menerus mengalami perubahan gen untuk menyesuaikan dengan lingkungannya. Hanya individu – individu yang kuat yang mampu bertahan. Proses seleksi alamiah ini melibatkan perubahan gen yang

terjadi pada individu melalui proses perkembangbiakan.[7]

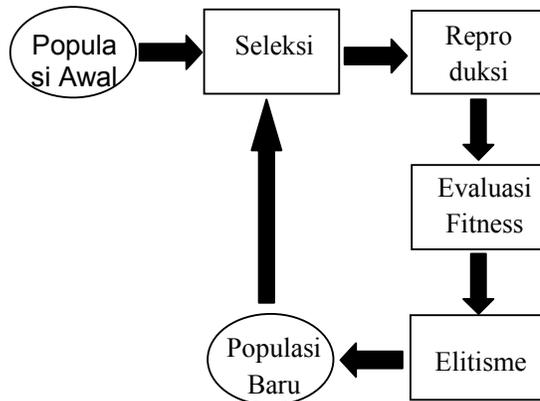
### 1. Permasalahan yang Membutuhkan Algoritma Genetika

Ciri-ciri permasalahan yang membutuhkan algoritma genetika antara lain

- Ruang pencarian sangat besar, kompleks, atau kurang dipahami.
- Tidak ada pengetahuan yang memadai untuk menyederhanakan ruang pencarian yang sangat besar menjadi ruang pencarian yang lebih sempit.
- Tidak ada analisis matematis yang bias menangani ketika metode konvensional gagal menyelesaikan masalah yang dihadapi.
- Solusi yang dihasilkan tidak harus optimal, asal sudah memenuhi kriteria sudah bisa diterima.
- Mempunyai kemungkinan solusi yang jumlahnya tak hingga.
- Membutuhkan solusi *real-time*, yaitu solusi yang bisa didapatkan dengan cepat sehingga dapat diimplementasi untuk permasalahan yang mempunyai perubahan yang cepat
- Jika suatu permasalahan menggunakan fungsi optimasi yang linear atau tidak linear yang konstrain [8]

### 2. Aplikasi Algoritma Genetika

Algoritma genetik merupakan teknik *search stochastic* yang berdasarkan mekanisme seleksi alam dan genetika natural. Secara skematis, siklus algoritma genetika dapat digambarkan sebagai berikut: [9]



Gambar 1 Siklus algoritma genetika



Gambar 3 Mesin bor

## 2.4 Prosedur Algoritma Genetika

Matlab menyediakan *toolbox* untuk mengelola suatu optimasi dengan menggunakan Algoritma Genetik. Ada dua cara yaitu dengan *command window* dan *toolbox* yang berbasis GUI. Cara yang mudah adalah dengan menggunakan *toolbox*. Seandainya ingin membuat *script* berbasis m-file, kita dapat secara otomatis menonversi dari *toolbox* yang berbasis GUI menjadi *script* m-file. Untuk membuka *toolbox* dapat dilakukan dengan mengetik “*optimtool* ‘ga’ “ pada *command window*. Atau dengan mengklik “ **Start – Toolboxes – OptimizationTool** ” pada Matlab.[11]

## 2.5 Mesin Bor

### 1. Defenisi dan Fungsi Mesin Bor

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakanya memutarakan alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan). Sedangkan Pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran-kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut bor dan memiliki fungsi untuk Membuat lubang, Membuat lobang bertingkat, Membesarkan lobang, Chamfer.

## 2. Bagian- Bagian Mesin Bor

### a. Cekam Bor

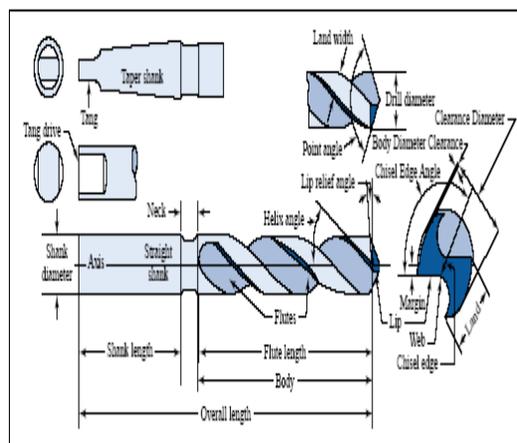
Cekam bor digunakan untuk memegang mata bor bertangkai silindris. Biasanya cekam ini mempunyai 2 atau 3 rahang penjepit. Ukuran cekam borditunjukkan oleh diameter terbesar dari mata bor yang dapat dijepit.

### b. Sarung Pengurung/Sarung Tirus

Mata bor yang bertangkai tirus dapat dipegang oleh sarung pengurung yang berlobang tirus. Oleh karena tangkai dan sarung berbentuk tirus, maka pada saat mata bor ditekan, ia akan saling mengunci. Lobang dan tangkai tirus dibuat menurut tirus morse, yaitu ketirusan menurut standar internasional.

### c. Mata Bor (Twist Drill)

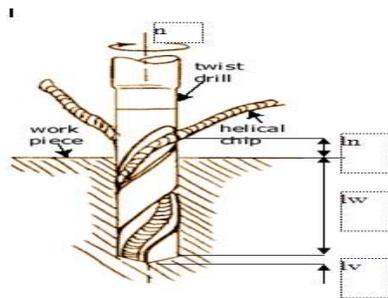
Nama-nama bagian mata bor



Gambar 4 Mata Bor Khusus Pengerjaan

3. Parameter Proses Pengeboran

Parameter proses gudi dapat ditentukan berdasarkan rumus-rumus . Parameter proses gudi pada dasarnya sama dengan parameter proses pemesian yang lain, akan tetapi dalam proses Gambar 2.16 Parameter mesin bor selain kecepatan potong, gerak makan, dan dan kedalaman potong perlu dipertimbangkan pula gaya aksial , dan momen puntir yang diperlukan pada proses gudi. Parameter proses gudi



Gambar 5 Parameter Mesin bor tersebut adalah :

1. Kecepatan potong :

$$V = \frac{\pi dn}{1000}; m / menit$$

2. Gerak makan

$$f = 0,084 \sqrt{d}$$

3. Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{2fn}$$

4. Kecepatan penghasilan beram

$$Z = \frac{\pi d^2}{4} \frac{2fn}{1000}$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat-Alat dan Bahan

Adapun peralatan yang di gunakan selama penelitian ini adalah:

1. Notebook
2. Mesin Bor brenda Tipe R-35
3. Mata Bor HSS
4. Kunci Chuck
5. Kunci Pas

6. Stopwatch

7. Jangka Sorong

3.2 Bahan

Adapun bahan spesimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon St 37 dengan spesifikasi:

- a. Panjang = 210 mm
- b. Tebal = 3.4 mm
- c. Lebar = 48 mm
- d. Tipe baja = Plat
- e. Jumlah = 1 buah



Gambar 6. Baja St 37

3.4 Experimental Set Up

1. Model Optimasi

Model optimasi yang digunakan adalah SGA (Simple Genetic Algorithm) dengan cara :

- a. Mendefinisikan individu, dimana individu menyatakan salah satu solusi (penyelesaian) yang mungkin dari permasalahan yang diangkat. Generasi = 0 (generasi awal)
- b. Inialisasi populasi awal, P(generasi), secara acak.
- c. Kerjakan langkah-langkah berikut hingga generasi mencapai maksimum generasi:
  - Seleksi populasi tersebut untuk mendapatkan kandidat induk, P'(generasi)
  - Lakukan crossover pada P'(generasi)
  - Lakukan mutasi pada P'(generasi)
  - Lakukan evaluasi fitness setiap individu pada P'(generasi)
  - Bentuk populasi baru : P(generasi)

3.5 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Melakukan *survey* dan studi literatur terhadap mesin bor yang akan di optimasi
2. Mengolah data yang didapat ke dalam *software* MATLAB ver. r2011b.
3. Melakukan optimasi algoritma genetika dengan data yang didapat dengan menggunakan bantuan *software* MATLAB ver. R2011b.
4. Melakukan pengujian pada mesin bor dengan berdasarkan hasil optimasi yang didapat di Laboratorium Teknologi Mekanik dan Laboratorium Ilmu Logam Fisik Universitas Sumatera Utara sebagai berikut :
  - Pemasangan spesimen pada pengecam mesin bor dengan menggunakan kunci *chuck*
  - Pemasangan mata bor pada pemegang mata bor dengan menggunakan kunci.
  - Diukur diameter mata bor dengan menggunakan jangka sorong
  - Pengaturan kedalaman pemotongan dan pemakanan pada mesin bor
  - Dilakukan pemesinan dengan parameter yang telah ditentukan
  - Dihitung waktu pemesinan dengan menggunakan *Stopwacht*
  - Diulangi prosedur di atas sampai banyak lubang yang diinginkan
  - Lepas spesimen dari pengecam mesin dengan kunci *chuck* setelah selesai
5. Membandingkan data algoritma genetika manual dan algoritma genetika pada MATLAB dengan data pada pemesinan dan dicari persen ralatnya.
6. Selesai

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil

###### 1. Variabel keputusan

Dua variabel masalah ini adalah diameter mata bor (d) dan kecepatan

potong (V). Variable ini dapat dilambangkan sebagai berikut :

$X_1$  = Diameter mata bor (d)

$X_2$  = Kecepatan potong (V)

Dimana diameter mata bor(d) yang di gunakan adalah 5,5 mm sampai 8,5 mm dan kecepatan potong(V) adalah 30 m/menit sampai 50 m/menit.

$$5,5 \leq X_1 \leq 8,5 \dots\dots\dots(1)$$

$$30 \leq X_2 \leq 50 \dots\dots\dots(2)$$

###### 2. Fungsi Optimasi

Fungsi optimasi diturunkan dari persamaan waktu pemesinan ( $t_c$ ) sebagai berikut :

$$t_c = \frac{l_t}{2fn}$$

$$t_c = \frac{l_t}{2(0,084 \sqrt[3]{d} \cdot \frac{v \cdot 1000}{\pi d})}$$

$$t_c = \frac{l_t \cdot \pi d}{2(0,084 \sqrt[3]{d} \cdot v \cdot 1000)}$$

$$t_c = l_t \cdot \pi d^{\frac{2}{3}} \cdot (168 v)^{-1} \dots\dots(3)$$

Dimana :

$l_t$  = Panjang pemesinan = 3,4 mm

V = Kecepatan potong (m/min) =  $X_2$

d = Diameter rata – rata (mm) =  $X_1$

f = Gerak makan (mm/rev)

Sehingga di dapat :

$$y(x) = l_t \cdot \pi \cdot d^{\frac{2}{3}} \cdot (168 \cdot v)^{-1} \dots\dots(4)$$

Panjang kromosom atau jumlah bit dapat ditentukan dengan rumus :

$$2^{mj-1} < (r_a - r_b) \times 10^z \leq 2^{mj} - 1 \dots\dots(5)$$

Dimana Z adalah tingkat ketelitian atau angka di belakang koma, untuk perhitungan ini diambil Z = 1

Panjang bit  $X_1$  :

$$2^{mj-1} < (8,5 - 5,5) \times 10^z \leq 2^{mj} - 1$$

$$2^4 < 30 \leq 2^5$$

$$n_1 = 5$$

Panjang bit  $X_2$  :

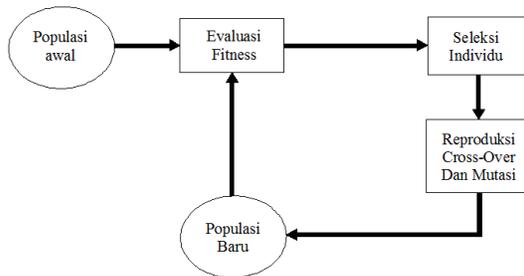
$$2^{mj-1} < (50 - 30) \times 10^z \leq 2^{mj} - 1$$

$$2^7 < 200 \leq 2^8$$

$$n_2 = 8$$

Total panjang bit,  $n = 5 + 8 = 13$

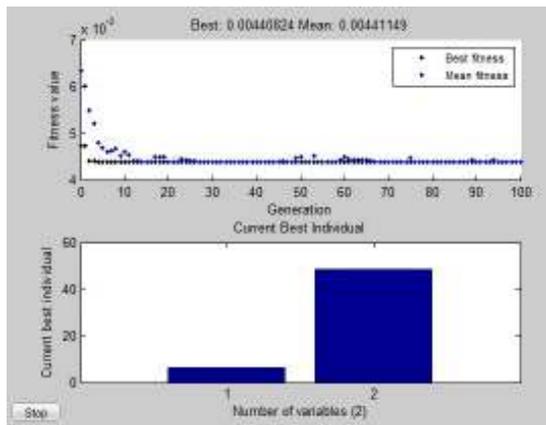
Selanjutnya dilakukan prosedur genetika algoritma yang dapat di gambarkan dari siklus di bawah ini :



Gambar 7 Siklus Algoritma genetika

Proses di atas dilakukan sebanyak 100 kali generasi sehingga didapatkan nilai fitness terbaik.

Berikut ini adalah hasil fitness terbaik algoritma genetika dari generasi 1 sampai 100 dengan bantuan software MATLAB.



Gambar 8. Hasil akhir setelah generasi keseratus

Dari gambar di atas didapat hasil pemesinan adalah sebagai berikut :  
 Diameter mata bor ( $d$ ) = 6,177 mm  
 Kecepatan potong ( $V$ ) = 48,532 m/min  
 Dengan rumus maka kita bisa mencari parameter yang lain  
 Putaran poros utama ( $n$ ) = 1251 rev/min

Gerak makan ( $f$ ) = 0,194 mm/put  
 Kecepatan penghasilan geram  
 $= (z) 14,5 \text{ cm}^3/\text{min}$

## 4.2 Pembahasan

Hasil yang didapat dari pengujian jika diameter mata bor makin besar, maka kecepatan potong akan makin kecil begitu juga sebaliknya. Untuk mempertahankan umur mata Bor, sebaiknya sering di asah supaya kecepataannya tidak berkurang.

## 5. KESIMPULAN

### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Parameter yang optimal untuk pemesinan dari pengujian algoritma genetika adalah :
  - Diameter mata bor ( $d$ ) : 6,177 mm/rev
  - Kecepatan potong ( $v$ ) : 48,532m/min
2.  $Fitness$  terbaik dari optimasi adalah 0,00440.
3. Hasil optimasi terbaik dari pemesinan adalah :
  - Waktu pemesinan perproduk ( $t_c$ ) : 0,00440 min

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ir. Alfian Hamsi, M.Sc. 2004. *Menejemen Pemeliharaan Pabrik*. Medan : Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara
- [2] Alex Julius Chaidir. 2010. *Analisa Peluang*. Jakarta : Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- [3] Widarto, dkk. 2008. *Teknik Pemesinan*. Departemen Pendidikan Nasional: Jakarta
- [4] Paryanto, M.Pd. Mesin Perkakas dan Jenis – Jenisnya. Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Univesitas Negeri Yogyakarta

- [5] Fadlisyah. 2009. *Algoritma Genetik*. Graha Ilmu: Yogyakarta
- [8] T. Sutojo, S.Si., M.Kom, dkk. 2011. *Kecerdasan Buatan*. ANDI : Yogyakarta
- [9] Ahmad Riyad Firdaus. *Algoritma Genetika*. Politeknik Batam: Batam
- [10] Budi Sentosa. 2008. *Matlab untuk Statistika dan Teknik Optimasi*. Graha Ilmu: Yogyakarta
- [11] Prabowo Pudjo Widodo, Rahmadya Trias Handayanto. 2012. *Penerapan Soft Computing dengan MATLAB*. Rekayasa Sains : Bandung
- [12] Suyanto, (2005), *Algoritma Genetika dalam MATLAB*, Penerbit ANDI Yogyakarta
- [13] Taufiq Rochim. 1993. *Teori & Teknologi Proses Pemesinan*. Laboratorium Teknik Produksi dan Metrologi Industri Jurusan Mesin Fakultas Industri Institut Teknologi Bandung: Bandung