

**IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA PADA  
OPTIMASI UMUR PAHAT PADA PROSES FREIS UJUNG  
Ti64 MENGGUNAKAN PAHAT BERSALUT TRAIN**



**SKRIPSI**

**Sekelulusan dan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**Santo Pantri Situmorang**

**03033150069**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2009**

**IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA pada OPTIMASI  
UMUR PAHAT pada PROSES FREIS UJUNG Ti64  
MENGGUNAKAN PAHAT BERSALUT TiAIN**



**SKRIPSI**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**Santo Pentri Situmorang  
03033150069**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2009**

**IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA PADA  
OPTIMASI UMUR PAHAT PADA PROSES FREIS UJUNG  
Ti64 MENGGUNAKAN PAHAT BERSALUT TIAIN**



**SKRIPSI**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

**Santo Pentri Situmorang  
03033150069**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2009**

## LEMBAR PENGESAHAN

### IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA PADA OPTIMASI UMUR PAHAT PADA PROSES FREIS UJUNG Ti64 MENGGUNAKAN PAHAT BERSALUT TiAlN

#### SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya

Oleh:

**SANTO PENTRI SITUMORANG**  
**03033150069**

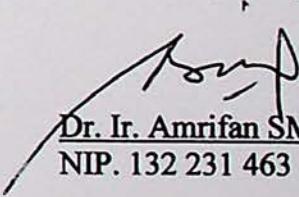
Indralaya, Maret 2009



Ketua Jurusan Teknik Mesin

Ir. Helmy Alian, MT  
NIP. 131 672 077

Pembimbing Skripsi

  
Dr. Ir. Amrifan SM. Dipl.Ing  
NIP. 132 231 463

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN

AGENDA : 1823/TA/IA/2009  
DITERIMA TGL : 25-08-2009  
PARAF :

## SKRIPSI

Nama : SANTO PENTRI SITUMORANG

Nim : 03033150069

Bidang Tugas : Teknik Produksi

Judul : IMPLEMENTASI ALGORITMA GENETIKA PADA  
OPTIMASI UMUR PAHAT PADA PROSES FREIS  
UJUNG Ti64 MENGGUNAKAN PAHAT BERSALUT  
TiAlN

Diberikan : Oktober 2008

Selesai : April 2009

Diketahui oleh,  
Indralaya, Mei 2009  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Helmy Alian, MT  
NIP. 131 672 077

Posen Pembimbing Skripsi

Dr. Ir. Amrifan SM. Dipl.Ing  
NIP. 132 231 463

## **Abstrak**

Proses permesinan merupakan salah satu proses yang utama dalam industri manufaktur. Pada proses ini pemilihan parameter proses sangat menentukan, terutama pada proses pemesinan untuk industri *aerospace*. Untuk itu diperlukan proses optimasi dalam menentukan parameter-parameter yang paling baik atau paling optimum, dalam proses pemesinan tersebut. Dalam kenyataanya informasi mengenai data-data pemesinan untuk material *aerospace* masih sangat sedikit, dari itu studi ini diharapkan dapat mengisi kekosongan informasi yang ada dengan bantuan Algoritma Genetika sebagai alat pencari parameter pemesinan yang optimum khususnya kondisi yang optimum dari umur pahat, sebagai lanjutan pengkajian sebelumnya yang menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM), hasil yang didapat dengan menggunakan GA, dapat memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan RSM, hal ini dapat dilihat dari persentasi hasil yang didapat. Studi dalam kajian berikut ini menggunakan bahan Ti6Al4V, dengan pahat karbida padat bersalut TiAlN sehingga didapatkan hasil umur pahat (*tool life*) yang optimum.

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan Syukur penulis ucapkan atas pengasuhan dan perlindungan Tuhan Yesus Kristus, karena dengan berkat, rahmat, dan kasih karuniaNyalah penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi dengan judul **“Implementasi Algoritma Genetika pada Optimasi umur pahat pada Proses Freis Ujung Ti64 Menggunakan Pahat Bersalut TiAIN”** ini disusun untuk memenuhi syarat akademis untuk memperoleh gelar sarjana pada jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Walaupun penulis mengalami banyak kendala dalam penyusunan skripsi ini, namun penulis telah banyak memperoleh bantuan, bimbingan, saran dan dorongan semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih serta penghargaan yang tulus kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Amrifan SM, Dipl. Ing selaku pembimbing skripsi yang telah menyediakan waktunya, memberikan saran dan dengan penuh kesabaran telah membimbing penulis hingga selesaiya skripsi ini.
2. Bapak Ir. Helmy Alian, MT selaku ketua jurusan Teknik Mesin dan Bapak Qomarul Hadi, ST, MT selaku sekretaris jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Gunawan, ST, MT selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan dukungan kepada penulis selama kuliah.

4. Seluruh staf dosen dan pengawai jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Kepada yang kukasihi dan kusayangi, Dame Rohana Gustiani Panjaitan yang terus memberikan dorongan semangat kepada saya dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Kepada teman-teman sejurusan khususnya bagi teman-teman saya angkatan 2003.
7. Kepada teman-teman di bedeng Green Day yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu.
8. Untuk ito-itoku dan apparaku yang telah memberikan motivasi dan doanya kepadaku di dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Untuk Situmorang Family's yang ada di Indralaya, terimakasih untuk setiap dukungan, smangat dan doa yang diberikan.
10. Dan juga adik-adikku Rida dan Mei yang telah membuka pintu rumahnya untukku kalau datang martandang.  
Sebagai penutup kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya, khususnya bagi mahasiswa Teknik mesin.

Inderalaya, April 2009

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>SIMBOL .....</b>	<b>viii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1-1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1-1
1.2. Batasan-batasan Penelitian .....	1-2
1.3. Tujuan Penelitian .....	1-3
1.4. Pentingnya dari Penelitian .....	1-3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>2-1</b>
2.1. Pendahuluan .....	2-1
2.2. Defenisi Proses Pemesinan .....	2-2
2.3. Klasifikasi Proses Pemesinan .....	2-2
2.4. Keausan Pahat .....	2-3
2.4.1. Jenis-jenis Mekanisme Keausan Pahat .....	2-3
2.4.2. Tipe Keausan Pahat .....	2-6
2.5. Elemen Dasar Proses Pemesinan .....	2-7
2.5.1. Umur Pahat .....	2-7
2.5.2. Bahan Pahat .....	2-9
2.6. Mesin Freis .....	2-12
2.7. Material Perkakas Potong .....	2-18
2.8. Pendingin .....	2-21
2.9. Optimasi Proses Pemesinan .....	2-23
2.9.1. Nilai Fitness .....	2-25
2.9.2. Skema Pengkodean .....	2-27

2.9.2.1. Real Number Encoding .....	2-27
2.9.2.2. Discrete Decimal Encoding .....	2-27
2.9.2.3. Binary Encoding .....	2-27
2.9.3. Seleksi Orang Tua .....	2-28
2.9.4. Pindah Silang .....	2-29
2.9.5. Mutasi .....	2-31
2.9.6. Ellitisme .....	2-32
2.9.7. Penggantian Populasi .....	2-32
2.9.8. Kriteria Penghentian .....	2-32
2.10. Kondisi Terkini .....	2-33
 <b>BAB III. Metodologi Penelitian .....</b>	 3-1
3.1. Pendahuluan .....	3-1
3.2. Metode yang Digunakan pada Penelitian ini .....	3-1
3.3. Peralatan dan Spesifikasinya .....	3-5
3.4. Spesifikasi Material Benda Kerja dan Perkakas Potong .....	3-6
3.4.1. Material Benda Kerja .....	3-6
3.4.2. Material Perkakas Potong .....	3-7
3.5. Pengukuran Keausan dan Umur Pahat .....	3-8
 <b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	 4-1
4.1. Hasil Eksperimen .....	4-1
4.2. Hasil Optimasi Umur Pahat .....	4-2
4.3. Hasil Validasi Umur Pahat .....	4-3
4.4. Pembahasan Penelitian .....	4-6
 <b>BAB V. PENUTUP .....</b>	 5-1
5.1. Kesimpulan .....	5-1
5.2. Pengkajian Kedepan .....	5-2

## DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Distribusi temperatur pada benda kerja dan geram .....	2-4
2. Jenis keausan yang terjadi pada insert .....	2-5
3. Keausan kawah dan tepi .....	2-6
4. Perubahan tebal geram dalam proses freis .....	2-10
5. Jenis dari Operasi-operasi freis .....	2-14
6. Tugsten Carbide Micro-End Mills at SNL .....	2-15
7. Potongan Pahat End Mill .....	2-16
8. Geometri pahat pada End Milling .....	2-17
9. Perputaran pahat dalam radial dan aksial rake angle .....	2-17
10. Struktur mikro lapisan PVD dan CVD dari TiN pada HSS .....	2-20
11. Perkiraan sumber panas dalam tiga daerah .....	2-22
12. Contoh seleksi orang tua menggunakan metode roulette wheel .....	2-28
13. Contoh pindah silang satu titik .....	2-29
14. Contoh pindah silang banyak titik .....	2-30
15. Contoh pindah silang pola seragam .....	2-30
16. Contoh mutasi tingkat kromosom .....	2-31
17. Contoh mutasi tingkat gen .....	2-31
18. Contoh mutasi tingkat bit .....	2-31
19. Diagram alir Algoritma Genetika .....	3-4
20. Mesin CNC MAHO 700S .....	3-5
21. Mikroskop pengukur keausan .....	3-5
22. Mikroskop pengambil gambar keausan .....	3-6
23. Grafik hasil validasi umur pahat .....	4-8

## DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Hasil kondisi pemotongan untuk Ti-6Al-4V .....	3-2
2. Sifat mekanik Ti-6Al-4V .....	3-7
3. Komposisi kimia Ti-6Al-4V .....	3-7
4. Sifat perkakas potong yang digunakan dalam penelitian .....	3-7
5. Data hasil eksperimen tool life pahat solid carbide bersalut TiAlN .....	4-1
6. Hasil pengoptimasian dengan RSM .....	4-2
7. Hasil pengoptimasian dengan GA .....	4-2
8. Hasil validasi 3F1-tool life model .....	4-3
9. Hasil validasi 1 <sup>st</sup> order CCD-tool life model .....	4-3
10. Hasil validasi 2 <sup>nd</sup> order CCD-tool life model .....	4-4
11. Hasil validasi RSM .....	4-4
12. Hasil validasi GA .....	4-5
13. Data hasil validasi tool life pahat solid carbide bersalut TiAlN .....	4-6

## SIMBOL

$V$	Kelajuan potong ( $\text{m}.\text{min}^{-1}$ )
$f$	Kelajuan makan ( $\text{mm}.\text{min}^{-1}$ )
$f_z$	Gerak makan per gigi ( $\text{mm.gigi}^{-1}$ )
$\gamma$	Sudut sadak radial ( $^{\circ}$ )
$a$	Kedalaman potong (mm)
$t_c$	Waktu pemotongan (min)
$Z$	Kecepatan penghasil geram ( $\text{cm}^3.\text{min}^{-1}$ )
$T$	Umur pahat (min)
$n$	Eksponen tergantung pada kondisi pemotongan
$C$	konstanta ( $\text{m}.\text{min}^{-1}$ )
$p$	Pangkat dari tebal geram sebelum terpotong
$q$	Pangkat dari lebar pemotongan
$V_B$	Harga keausan tepi (mm)
$m$	Pangkat untuk keausan ( $m = 0,4$ s.d $0,5$ ; rata-rata = $0,45$ )
$k_r$	Sudut potong utama
$C_T$	Konstanta Taylor

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang (*Background*)**

Untuk dapat bersaing di pasaran, suatu produk industri dituntut mempunyai waktu produksi yang produktif , biaya produksi yang paling ekonomik, dan kecepatan penghasilan keuntungan yang paling tinggi.

Dalam usaha mencapai tujuan proses pemesinan di atas maka diperlukan optimasi kondisi pemesinan untuk menghitung harga yang paling baik atau optimum bagi variabel proses pemesinan. Akan tetapi, suatu proses pembuatan tidak hanya berkaitan dengan faktor ongkos dan mungkin juga dengan faktor lain seperti kecepatan produksi demi untuk memenuhi target/pesanan ataupun untuk mencapai keuntungan secepat mungkin (Rochim, 1993).

Dalam optimasi kondisi pemesinan, diperlukan suatu algoritma (algorithm) yaitu urutan langkah logik yang menggunakan suatu model matematik untuk menghitung harga paling baik atau optimum bagi variabel proses pemesinan (Rochim, 1993).

Proses *milling* merupakan proses penggerjaan permukaan benda kerja dengan cara membuang material yang ada pada benda kerja menggunakan pahat yang berputar dengan kecepatan putaran beraturan. Salah satu faktor penting dalam proses pemesinan adalah menentukan parameter pemesinan seperti kecepatan potong , kelajuan makan dan juga sudut sadak radial. Saat ini salah

satu hal yang menjadi perhatian penting dalam dunia industri adalah kekasaran permukaan benda kerja yang di dapatkan dari proses pemesinan.

Keausan pahat akan tumbuh atau membesar dengan bertambahnya waktu pemotongan sampai pada suatu saat pahat yang bersangkutan dianggap tidak dapat digunakan lagi karena telah ada tanda-tanda tertentu yang menunjukkan umur pahat telah habis (Rochim, 1993).

## 1.2 Batasan-batasan Penelitian (*Scope of the Study*)

Dalam penulisan skripsi ini, hal-hal yang akan dibahas lebih ditekankan pada pengoptimasian parameter pemesinan, diantaranya :

1. Mendapatkan parameter pemesinan yang optimal,
2. Kondisi pemotongan dan perkakas potong yang digunakan pada *end-milling*, dengan batasan sebagai berikut :
  - a) Kelajuan potong : 130-160m/min
  - b) Gerak Makan per gigi : 0,03 – 0,07 mm/gigi
  - c) Radial rake angle (sudut sadak radial) : 7 – 13°
  - d) Material pahat *solid carbide* bersalut *TiAlN*.
3. Penggunaan Algoritma Genetika untuk mengoptimasi parameter pemesinan.

### **1.3 Tujuan Penelitian (*Objective of the Study*)**

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi yang optimum dari setiap variabel proses pemesinan yang ditentukan melalui proses optimasi.

### **1.4 Pentingnya dari Penelitian (*Significance Of The Study*)**

1. Dengan ditemukannya kondisi pemesinan optimum untuk umur pahat yang panjang, maka kontrol terhadap proses pemesinan dapat dilakukan dengan baik.
2. Masih belum tersedianya informasi yang memadai mengenai kondisi optimum pada End Milling Ti6AL4V dan pahat *Solid Carbide* bersalut *TiAlN*.
3. Belum tersedianya informasi yang memadai mengenai teknologi pemesinan untuk Aerospace yang menggunakan material seperti Ti64.
4. Mencoba untuk pertama kalinya menggunakan Algoritma Genetika pada optimasi parameter pemesinan untuk mendapatkan umur pahat yang tinggi.
5. Memberikan kontribusi informasi kondisi pemotongan yang optimal untuk proses pemesinan.

## DAFTAR PUSTAKA

Adesta Erry, Y.T. 1997. *Metode Pengukuran Keausan Pahat (Tool Wear)*. FT-  
UNTAR.  
[\(Yura\\_Yamasuka @ yahoo.co.id\)](mailto:(Yura_Yamasuka @ yahoo.co.id))

Budiman Hendri dan Richard. 2007. *Analisis Umur dan Keausan Pahat Karbida Untuk Membubut Baja Paduan dengan Metode Variable Speed Machining Test*. FTI-Universitas Bung Hatta, Padang.  
[\(Yura\\_Yamasuka @ yahoo.co.id\)](mailto:(Yura_Yamasuka @ yahoo.co.id))

Daryus Asyori. 2008. *Alat Bantu dan Alat Ukur*. Universitas Darma Persada, Jakarta.  
[\(Yura\\_Yamasuka @ yahoo.co.id\)](mailto:(Yura_Yamasuka @ yahoo.co.id))

Daryus Asyori. 2008. *Proses Produksi II*. Universitas Darma Persada, Jakarta.  
[\(Yura\\_Yamasuka @ yahoo.co.id\)](mailto:(Yura_Yamasuka @ yahoo.co.id))

Department of Defense Washington D.C. 1974. *Titanium and Titanium Alloys*. Washington D.C.

Ibrahim Coco. 1986. *Perkakas Bantu*. FTI-ITB. Bandung

Indra, E.H.M. 2008. *Artificial Intelligence*. WordPress.  
[\(Yura\\_Yamasuka @ yahoo.co.id\)](mailto:(Yura_Yamasuka @ yahoo.co.id))

Mohruni, A.S., Sharif, S. and Noordin, M.Y. (2006), Cutting Force Predictions Models in End Milling Titanium Alloy Ti-6Al-4V, *Adv. Meterials and Materials Processing Technology; Regional Postgraduate Conference on Engineering and Science (RPCES)*, Johore, 26-27 July.Kusumadewi, S. (2003), *Artificial Intelligence* (Teknik dan Aplikasi), Graha Ilmu, Yogyakarta, Indonesia.

Mohruni, A.S., Sharif, S. and Noordin, M.Y. (2007), Application of Response Surface Methodology in the Development of Tool Life Prediction

Models when End Milling Ti-6Al4V, *Proceeding 10<sup>th</sup> Int'l QIR, 4-6 December*, Melaka, Malaysia.

Mohruni, A.S. (2008) Performance Evaluation of Uncoated and Coated Carbide Tools when End Milling of Titanium Alloy Using RSM, PhD-in Mechanical Thesis of Mechanical Engineering, Universiti Teknologi Malaysia.

Palanisamy. P, I. Rajendran, S. Shanmugasundaran. 2007. *Optimization of Machining Parameters Using Genetic Algorithm and Experimental Validation for End Milling Operation. Internasional Journal Adv. Manufacture Technol* (2007), Vol 32; Pp. 644-655.

Rochim Taufiq. 1993. *Proses Pemesinan*. FTI-ITB. Bandung.

Shunmugan, M.S, Reddy Bhaskara, Narendran, T.T. 2000. *Selection of Optimal Conditions in Multi-pass Face Milling Using a Genetic Algorithm*. International Journal of Machine Tools and Manufacture 40 (2000) 401-414.

Suresh, P.V.S, Venkateswara, P, Desmukh, S.G. 2002. *A Genetic Algorithmic Approach for Optimization of Surface Roughness Prediction Model*. International Journal of Machine Tools and Manufacture.

Suyanto. 2005. *Algoritma Genetika Dalam MATLAB*. Andi. Yogyakarta.

Suyanto, ST, Msc. 2007. *Artificial Intelligence*. Informatika. Bandung.

Wirjomartono Sri Hardjoko and Martawirya Yatna Yuwana. 1986. *Mesin Perkakas*. FTI-ITB. Bandung

Yura\_Yamasuka @ yahoo.co.id/Taylor's Equation for Tool Life/2007.

Zhang Jing Ying. 2005. *Process Optimization for Machining of Hardened Steels*. PhD-Thesis, Georgia Institute of Technology.