

**SKRIPSI**

**ANALISIS PENGARUH KONDISI PEMOTONGAN  
TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN TIGAMV  
PADA PROSES FRAIS DENGAN METODE  
ARTIFICIAL NEURAL NETWORK**



**M. RIV'AT RIDLO**  
**03121005036**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS CENDEKIA  
2017**



S  
621.930 7  
RV  
a  
2017

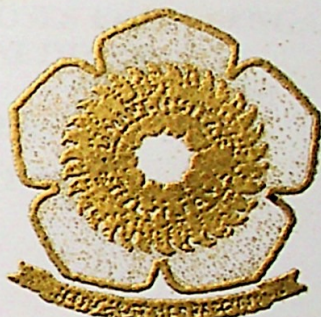
9019

## SKRIPSI

# ANALISIS PENGARUH KONDISI PEMOTONGAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN Ti6Al4V PADA PROSES FRAIS DENGAN METODE ARTIFICIAL NEURAL NETWORK



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan  
Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH :  
M. RIV'AT RIDLO  
03121005036

JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2017



JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. : 002/ TM /AK/2017  
Diterima Tanggal : 17/1 - 2017.  
Paraf : 

## SKRIPSI

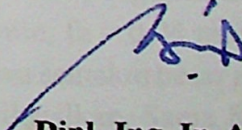
Nama : M. RIV'AT RIDLO  
NIM : 03121005036  
Jurusan : TEKNIK MESIN  
Bidang Studi : TEKNIK PRODUKSI  
JudulSkripsi : ANALISIS PENGARUH KONDISI PEMOTONGAN  
TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN Ti6Al4V  
PADA PROSES FRAIS DENGAN METODE *ARTIFICIAL  
NEURAL NETWORK*  
Dibuat Tanggal : Januari 2016  
Selesai Tanggal : Desember 2016

Mengetahui :  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



Oomarul Hadi, ST, MT.  
NIP. 196902131995031001

Indralaya, Desember 2016  
Diperiksa dan disetujui oleh :  
Pembimbing Skripsi,



Dipl.-Ing. Ir. Amrifan S. M., Ph.D.  
NIP. 19640911 199903 1 002



## RINGKASAN

### ANALISIS PENGARUH KONDISI PEMOTONGAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN Ti6Al4V PADA PROSES FRAIS DENGAN METODE *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK*

Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi, Januari 2017

M. Riv'at Ridlo, Dibimbing oleh Dipl.-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D

Proses pemesinan frais adalah proses penyayatan benda kerja menggunakan alat potong dengan mata potong jamak yang berputar baik berputar searah jarum jam maupun berlawanan dengan jarum jam. Pemotongan atau penyayatan benda kerja dapat terjadi jika gerakan pemotongan pada pahat dikenakan pada benda kerja yang telah dicekam maka akan terjadi gesekan/tabrakan sehingga akan menghasilkan pemotongan pada bagian benda kerja, hal ini dapat terjadi karena material penyusun pahat mempunyai kekerasan diatas kekerasan benda kerja. Dalam proses pemesinan kualitas dari kekasaran permukaan adalah hal yang sangat penting sebab kekasaran permukaan adalah faktor penentu bagus atau tidaknya suatu produk yang dihasilkan dari proses pemesinan.

Penelitian ini menggunakan pahat end mill dengan bahan karbida dan benda kerja Titanium paduan Ti6Al4V dengan menggunakan mesin frais CNC. Parameter pemotongannya yaitu kecepatan potong ( $V_c$ ), gerak makan ( $f_z$ ), kedalaman potong radial ( $a_r$ ), dan kedalaman potong axial ( $a_a$ ), yang bertujuan untuk mengetahui optimasi terhadap nilai kekasaran permukaan dengan metode Artificial Neural Network (ANN). Jaringan syaraf tiruan (artificial neural networks) adalah suatu metode komputasi yang meniru sistem jaringan syaraf biologis di dalam otak.

Berdasarkan pengujian dilapangan hasil kekasaran permukaan sangat berpengaruh terhadap variasi kondisi pemotongan. Nilai maksimum kekasaran permukaan Ti6Al4V yang didapat adalah  $1,76 \mu m$  yang di dapat pada pengujian ke 20. Saat nilai  $V_c = 100 \text{ m/min}$ ,  $f_z = 0,158 \text{ mm/tooth}$ ,  $a_r = 0,32 \text{ mm}$ , dan  $a_a = 7,07 \text{ mm}$ . Sedangkan, nilai minimum kekasaran permukaan Ti6Al4V yang didapat adalah  $0,22 \mu m$  yaitu pada pengujian ke 10 dan pengujian ke 19. Dengan kondisi pemotongan pengujian ke 10,  $V_c = 125 \text{ m/min}$ ,  $f_z = 0,04 \text{ mm/tooth}$ ,  $a_r = 0,25 \text{ mm}$ ,  $a_a = 10 \text{ mm}$ . Dapat diambil kesimpulan bahwa semakin besar nilai kecepatan potong maka akan semakin besar nilai  $R_a$  yang dihasilkan. Sama halnya dengan dengan gerak makan, semakin besar gerak makan maka akan semakin besar pula nilai kekasaran permukaan  $R_a$  yang dihasilkan sehingga semakin kasar permukaan yang dihasilkan.



Data hasil pengujian kekasaran permukaan Ti6Al4V yang didapat pada penelitian dianalisis dengan metode ANN propagasi balik MATLAB dengan neural network toolbox dan menggunakan model neural network 4-1-1, 4-2-1, 4-3-1, 4-4-1, 4-5-1, 4-6-1, 4-7-1, dan 4-8-1 (single layer) untuk mengetahui arsitektur ANN yang memiliki hasil prediksi terbaik dengan melihat arsitektur mana yang memiliki tingkat error paling kecil serta perbandingan nilai kekasaran permukaan antara nilai prediksi proses analisis ANN dan hasil kekasaran permukaan dari penelitian. Analisis dilakukan dengan menggunakan software MATLAB dengan membagi data pengujian dengan ratio 80% : 20% sebagai data training dan data testing, didapat arsitektur ANN 4-7-1 adalah arsitektur terbaik dengan nilai MSE rata-rata 0,02. dan nilai prediksi Ra analisis ANN optimum 0,29  $\mu\text{m}$ , pada pengujian k dengan kecepatan potong ( $V_c = 125 \text{ m/min}$ ) dan gerak makan ( $f_z = 0,04 \text{ mm/tooth}$ ).

**Kata Kunci :** Kekasaran Permukaan, *Thin walled Machining*, Ti6Al4V, *Artificial Neural Network*, MATLAB.



## SUMMARY

### ANALYSIS THE EFFECT OF CUTTING CONDITIONS FOR SURFACE ROUGHNESS Ti6Al4V ON MILLING MACHINE WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORK METHOD

*Thesis Scientific Paper, December 2016*

M. Riv'at Ridlo; guided by Dipl.-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D

*Milling process is the process of cutting the workpiece using a cutting tool with many cutting tooth rotating pivot either clockwise or anti clockwise. Cutting or slicing the workpiece can occur if the movement of the chisel cuts imposed on the workpiece that has gripped there will be friction / collision that will result in cuts in the workpiece, this can happen because the constituent material hardness over the chisel has a hardness of the workpiece. In machining surface roughness quality is very important because surface roughness is defining factor to know good or not product resulting form machining process.*

*In this study used a endmill tool with carbide material and titanium alloy Ti6Al4V as workpieces using CNC milling. Cutting process parameters such as cutting speed ( $V_c$ ), feed rate ( $f_z$ ), depth of cut radial ( $a_r$ ), and depth of cut axial ( $a_a$ ), to know the optimization of surface roughness values with artificial neural network method. Artificial neural networks (ANN) is a computational method that mimics a biological neural network system in the human brain.*

*Based on the results testing of surface roughness affects the variation of cutting conditions. Ti6Al4V surface roughness maximum value obtained was  $1.76 \mu\text{m}$  in the can on testing to 20. When the value of  $V_c = 100 \text{ m / min}$ ,  $f_z = 0.158 \text{ mm/tooth}$ ,  $a_r = 0.32 \text{ mm}$ , and  $7.07 \text{ mm}$   $a_a = 10 \text{ mm}$ , Meanwhile, the minimum value obtained Ti6Al4V surface roughness was  $0.22 \mu\text{m}$  is on testing 10. With test cutting conditions,  $V_c = 125 \text{ m / min}$ , feed rate ( $f_z$ ) =  $0.04 \text{ mm / tooth}$ , Depth of cut radial ( $a_r$ ) =  $0, 25 \text{ mm}$ , Depth of cut axial ( $a_a$ ) =  $10 \text{ mm}$ . It can be concluded that the biggest value of the cutting speed generated the biggest value of  $R_a$ . Similarly, the feed rate, the biggest of feed rate valued generated the biggest of surface roughness  $R_a$  value so the rough surface is generated.*

*Then the test result data were analyzed using ANN method back propagation with using neural network architecture 4-1-1, 4-2-1, 4-3-1, 4-4-1, 4-5-1, 4-6-1, 4-7-1, and 4-8-1 model. To knowing what neural network architecture have the best prediction by looking at the architecture which has the smallest error rate and the correlation surface roughness values between the surface roughness predictive values based analyzed ANN and the surface roughness values from test. Analysis was done by using MATLAB software, be obtained neural network ANN 4-7-1 is*



*the best neural network with MSE (mean square error) value 0,02. Prediction value Ra analysis ANN optimum is 0,29  $\mu\text{m}$ , on the second testing with cutting speed condition ( $V_c = 125 \text{ m/min}$ ) and feed rate ( $f_z = 0,04 \text{ mm/tooth}$ ).*

**Keyword :** *Surface Roughness, Thin walled machining, Ti6Al4V, Artificial Neural Network, MATLAB*

Nama : M. Rizki Rizki

NIM : 03121003014

Judul : Analisis Pengaruh Kondisi Pemotongan Terhadap Ketepatan Pemotongan Ti6Al4V Pada Proses Frais dengan Metode Artificial Neural Network

Pernyataan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri, tidak dipinjam, tidak dijiplak, dan bukan hasil pengalihan/pengalihan. Apabila ditemukan adanya pelanggaran/pengalihan dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sebelas Maret sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Januari 2019

*[Signature]*

M. Rizki Rizki  
NIM. 03121003014



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : M. Riv'at Ridlo  
NIM : 03121005036  
Judul : Analisis Pengaruh Kondisi Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Ti6Al4V Pada Proses Frais dengan Metode *Artificial Neural Network*.

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Januari 2017



M. Riv'at Ridlo  
NIM. 03121005036



## HALAMAN PENGESAHAN

# ANALISIS PENGARUH KONDISI PEMOTONGAN TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN Ti6Al4V PADA PROSES FRAIS DENGAN METODE *ARTIFICIAL NEURAL NETWORK*

## SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan  
Gelar Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

**M. Riv'at Ridlo**  
**03121005036**

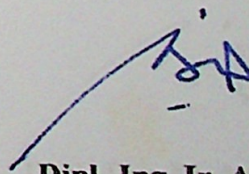
**Mengetahui :**

**Ketua Jurusan Teknik Mesin,**



**Qomarul Hadi, S.T., M.T.**  
**NIP. 19690213 199503 1 001**

Indralaya, Desember 2016  
**Diperiksa dan disetujui oleh,**  
**Pembimbing Skripsi,**



**Dipl.-Ing. Ir. Amrifan S. M., Ph.D.**  
**NIP. 19640911 199903 1 002**



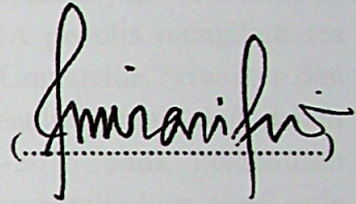
## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi dengan judul “Analisis Pengaruh Kondisi Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Ti6Al4V pada Proses Frais dengan Metode *Artificial Neural Network*” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Indralaya, 15 Desember 2016

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi.

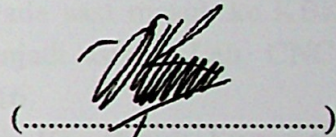
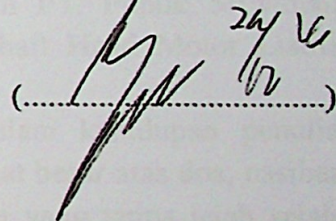
Ketua :

1. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D  
NIP. 19790927 200312 1 004

()

Anggota :

2. Qomarul Hadi, S.T.,M.T  
NIP. 19690213 199503 1 001
3. Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D  
NIP. 19790105 200312 1 002

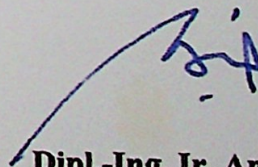
()  
()

Mengetahui :  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

()

Qomarul Hadi, S.T., M.T.  
NIP. 19690213 199503 1 001

Diperiksa dan disetujui oleh,  
Pembimbing Skripsi,

()

Dipl.-Ing. Ir. Amrifan S. M., Ph.D.  
NIP. 19640911 199903 1 002



## RIWAYAT PENULIS

Penulis bernama lengkap M. Riv'at Ridlo dilahirkan di Kebumen, 11 April 1995. Anak pertama dari pasangan Bapak Edy Syafiq dan Ibu Siti Rukhanah ini memulai pendidikan di SD N 89 Palembang pada tahun 2000 selama 6 tahun. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP N 15 Palembang dan menyelesaikannya pada tahun 2009.

Setelah menyelesaikan pendidikan di SMP N 15 Palembang. Pada Tahun 2009 penulis melanjutkan pendidikannya di SMA Muhammadiyah 1 Palembang dan lulus dari SMA pada tahun 2012. Selesai dari SMA penulis mengikuti tes SNMPTN dengan mengambil jurusan Teknik Mesin di Universitas Sriwijaya dan diterima pada tahun yang sama 2012. Semasa kuliah penulis pernah aktif dalam organisasi kemahasiswaan BEM KM UNSRI 2013-2015 pada kementerian hubungan internal dan kementerian luar negeri. Selain itu penulis juga aktif pada organisasi HMM dalam divisi hubungan masyarakat. Pada saat masuk ke KBK Produksi Teknik Mesin penulis juga diamanahkan menjadi asisten Lab. CNC-CAD/CAM dan Teknik Manufaktur pada tahun 2015/2016.

Penulis juga pernah mengikuti Kerja Praktek di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang dengan kajian tentang Proses Fabrikasi Shaft Head Motor Listrik Pompa (3201-J) pada tahun 2016.

Orang tua penulis sangat berperan penting dalam kehidupan penulis, termasuk dibidang pendidikan. Terima kasih yang teramat besar atas doa, nasihat, dan dukungan orang tua, terkhusus kepada ibu tercinta yang tanpa lelah selalu mendoakan, memberikan semangat dan motivasinya kepada penulis, sehingga penulis menjadi orang yang lebih baik dari sebelumnya, dan penulis selalu berusaha untuk melakukan yang terbaik untuk membahagiakan kedua orang tua.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dalam rangka Tugas Akhir (Skripsi) yang dibuat untuk memenuhi syarat mengikuti Seminar dan Sidang sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dengan judul **“Analisa Pengaruh Kondisi Pemotongan terhadap Kekasaran Permukaan Ti6Al4V pada Proses Frais dengan Metode *Artificial Neural Network*.**

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan dalam penyusunan tugas akhir ini kepada :

1. Allah SWT, karena kasih-Nya yang begitu besar, anugerah ilmu, kesempatan dan kesehatan dari-Nya, penulis mampu melaksanakan penelitian dan menyelesaikan laporan tugas akhir yang saya buat.
2. Bapak Qomarul Hadi, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Dyos Santoso, M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dipl.-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Skripsi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak M. Yanis, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi Kedua di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Irsyadi Yani S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Dosen di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
7. Kedua orang tua Edy Syafiq dan Siti Rukhanah serta adik-adik Ichlasul Amal dan Inayah Alvisyahr tercinta
8. Seluruh Staff, dosen, dan administrasi di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya
9. Bapak Zaldy Suzen selaku Rekan Satu Penelitian dan Satu Pembimbing
10. Sahabat-sahabat “Semekot” Didin Saripudin, Faqih Furqon, Yasir Bahri, Redo Tosilan, M. Dian dan juga sahabat-sahabat “Griya Solidarity”.
11. Sahabat-sahabat : Hary, Luqman, Zafran, Ringgit, Ayulia.



12. Teman-teman di Teknik Mesin : Bembi, Doan, Ridwan, Raka, Bang Jecky, Devri, Viqar, Andi, Nur, Febriyandi, Kak Satria, Faisyal, Wahyu serta Teman Seperjuangan di KBK Produksi dan Teknik Mesin 2012.
13. Bem Km Unsri Kabinet Unsri Berdaya, dan Bem Km Unsri Kabinet Bergerak dan Bersinergi.
14. Dan Semua Pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.
15. Almamater Tercinta.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Indralaya, Januari 2017

Penulis



## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : M. Riv'at Ridlo

NIM : 03121005036

Judul : Analisis Pengaruh Kondisi Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Ti6Al4V Pada Proses Frais dengan Metode *Artificial Neural Network*.

memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding Author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Desember 2016

Penulis,

M. Riv'at Ridlo  
NIM. 03121005036



## MOTO DAN HALAMAN PERSEMBAHAN

- ❖ *Bismillahirrohmannirrohim...*
- ❖ Allah tidak akan merubah nasib suatu kaum jika bukan kaum itu sendiri yang merubahnya” (QS. Ar-Ra’du : 11)
- ❖ Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya” (QS. Al-Baqarah : 286)
- ❖ Manusia tak selamanya benar dan tak selamanya salah, kecuali ia yang selalu mengoreksi diri dan membenarkan kebenaran orang lain atas kekeliruan diri sendiri.
- ❖ Ketika kamu merasa sedang beruntung, percayalah do’a orang tuamu telah didengar.
- ❖ Sesuatu yang dikerjakan dengan hati yang ikhlas pasti akan terasa ringan.

Karya tulis ini ku persembahkan untuk :

- Atas rasa syukur ku kepada ALLAH SWT.
- Kedua orang tuaku yang selalu menyayangi dan mendoakanku.
- Adikku tersayang
- Keluarga besarku
- Dosen Pembimbingku
- Sahabat-sahabatku
- Orang yang saya sayangi
- Teman-teman seperjuangan (TM '12)
- Almamaterku (Universitas Sriwijaya)



# DAFTAR ISI

|                                                       | <b>Halaman</b> |
|-------------------------------------------------------|----------------|
| HALAMAN JUDUL                                         | i              |
| HALAMAN AGENDA                                        | ii             |
| RINGKASAN                                             | iii            |
| HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS                         | vii            |
| HALAMAN PENGESAHAN                                    | viii           |
| HALAMAN PERSETUJUAN                                   | ix             |
| RIWAYAT PENULIS                                       | x              |
| KATA PENGANTAR                                        | xi             |
| HALAMAN PUBLIKASI                                     | xiii           |
| HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN                          | xiv            |
| DAFTAR ISI                                            | xv             |
| DAFTAR GAMBAR                                         | xvii           |
| DAFTAR TABEL                                          | xviii          |
| DAFTAR SIMBOL                                         | xix            |
| <br><b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>                          | <br><b>1</b>   |
| 1.1. Latar Belakang                                   | 2              |
| 1.2. Perumusan Masalah                                | 2              |
| 1.3. Batasan Masalah                                  | 2              |
| 1.4. Tujuan Penelitian                                | 2              |
| 1.5. Manfaat Penelitian                               | 3              |
| <br><b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>                     | <br><b>4</b>   |
| 2.1. Mesin Frais CNC                                  | 4              |
| 2.1.1. Proses Pemotongan pada Mesin Frais             | 5              |
| 2.1.2. Variabel-variabel Proses Pemotongan            | 5              |
| 2.2. Kekasaran Permukaan                              | 7              |
| 2.2.1. Parameter Kekasaran Permukaan                  | 7              |
| 2.3. Titanium Paduan                                  | 10             |
| 2.4. Jaringan Syaraf Tiruan (ANN)                     | 10             |
| 2.4.1. Konsep Dasar ANN                               | 11             |
| 2.4.2. Macam-macam Arsitektur Jaringan Syaraf Tunggal | 12             |
| 2.4.3. Fungsi Aktivasi                                | 13             |



|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.4. Metode Propagasi Balik                                        | 14 |
| 2.5. Perangkat Uji MATLAB                                            | 15 |
| 2.6. Penelitian-penelitian Sebelumnya                                | 16 |
| <b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>                                   | 23 |
| 3.1. Diagram Alir Penelitian                                         | 23 |
| 3.2. Alat dan Bahan Penelitian                                       | 25 |
| 3.2.1. Mesin Frais                                                   | 25 |
| 3.2.2. Alat Uji Kekasaran Permukaan                                  | 26 |
| 3.2.3. Jangka Sorong                                                 | 27 |
| 3.2.4. Benda Kerja                                                   | 27 |
| 3.2.5. Pahat                                                         | 28 |
| 3.3. Pengukuran Kekasaran Permukaan                                  | 28 |
| 3.4. Analisa dan Pengolahan Data                                     | 29 |
| 3.5. Metode ANN                                                      | 30 |
| 3.5.1. <i>Neural Network Toolbox</i>                                 | 31 |
| 3.6. Prosedur Percobaan                                              | 32 |
| <b>BAB 4 HASIL DAN ANALISA</b>                                       | 34 |
| 4.1. Pengukuran Kekasaran Permukaan                                  | 34 |
| 4.1.1. Grafik Kondisi Pemotongan                                     | 35 |
| 4.2. Metode ANN                                                      | 36 |
| 4.2.1. Arsitektur ANN                                                | 36 |
| 4.2.2. Analisa pada <i>Neural Network Toolbox</i>                    | 37 |
| 4.2.3. <i>Normalization of Data Input/Output</i>                     | 38 |
| 4.2.4. Penentuan Nilai <i>Ra</i> optimum dengan <i>ANN Structure</i> | 41 |
| 4.3. Menentukan Arsitektur ANN Terbaik                               | 44 |
| <b>BAB 5 KESIMPULAN</b>                                              |    |
| 5.1. Kesimpulan                                                      | 46 |
| 5.2. Saran                                                           | 47 |
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b>                                                |    |
| <b>LAMPIRAN</b>                                                      |    |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                 | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2.1.Dasar Operasi <i>Milling</i>                                                | 5       |
| 2.2. <i>Surface Roughness Profile</i>                                           | 8       |
| 2.3.Parameter yang Mempengaruhi Kekasaran Permukaan                             | 9       |
| 2.4.Arsitektur Layer Tunggal                                                    | 12      |
| 2.5.Arsitektur Layer Jamak                                                      | 13      |
| 2.6.Arsitektur Jaringan Propagasi Balik                                         | 15      |
| 2.7.Program MATLAB R2013a                                                       | 16      |
| 3.1. Diagram Alir Penelitian                                                    | 23      |
| 3.2. Diagram Alir Metode ANN                                                    | 24      |
| 3.3. Mesin Frais CNC DECKEL MAHO 835V                                           | 25      |
| 3.4. <i>Accretech Handysurf</i> tipe E-35 A/E                                   | 26      |
| 3.5. Benda Kerja Ti6Al4V Sebelum Pengujian                                      | 27      |
| 3.6. Pahat Karbida Endmill                                                      | 28      |
| 3.7. Posisi Titik Pengukuran Kekasaran Permukaan                                | 29      |
| 4.1. Grafik Kecepatan Potong terhadap Kekasaran Permukaan                       | 35      |
| 4.2. Grafik Gerak Makan terhadap Kekasaran Permukaan                            | 36      |
| 4.3. Grafik Kedalaman Potong Radial terhadap Kekasaran Permukaan                | 36      |
| 4.4. Grafik Kedalaman Potong Axial terhadap Kekasaran Permukaan                 | 37      |
| 4.5. Model <i>Neural Network</i> 1 <i>Hidden Layer</i>                          | 38      |
| 4.6. <i>Multilayer Feedforward ANN Structure</i>                                | 39      |
| 4.7. <i>Neural Network Toolbox</i> Arsitektur 4-1-1                             | 39      |
| 4.8. Grafik Hasil Prediksi Kekasaran Permukaan Ti6Al4V                          | 43      |
| 4.9.Nilai Minimum dan Maksimum Hasil Prediksi ANN dan ANN Target                | 44      |
| 4.10. Hasil Terbaik Arsitektur ANN 4-5-1 untuk Prediksi nilai <i>Ra</i> Optimum | 45      |



## DAFTAR TABEL

|                                                                           | Halaman |
|---------------------------------------------------------------------------|---------|
| 2.1. Komposisi Kimia Ti-6Al-4V                                            | 10      |
| 3.1. Spesifikasi Mesin                                                    | 25      |
| 3.2. Batasan Variabel Proses yang digunakan                               | 29      |
| 3.3. Kondisi Pemotongan                                                   | 30      |
| 4.1. Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan                                 | 34      |
| 4.2. Data <i>Training</i>                                                 | 40      |
| 4.3. Data <i>Testing</i>                                                  | 41      |
| 4.4. Prediksi Kekasaran Permukaan Struktur ANN dalam Fase <i>Training</i> | 42      |
| 4.5. MSE Hasil Prediksi Kekasaran Permukaan Ti6Al4V Fase <i>Testing</i>   | 42      |



## DAFTAR SIMBOL

| Lambang    | Keterangan                                     | Satuan        |
|------------|------------------------------------------------|---------------|
| $V_c$      | Kecepatan Potong                               | m/min         |
| $a_{rad}$  | Kedalaman Pemotongan Radial                    | mm            |
| $a_{ax}$   | Kedalaman Pemotongan Axial                     | mm            |
| $f_z$      | Gerak Makan                                    | mm/tooth      |
| $d$        | diameter                                       | mm            |
| $n$        | Putaran <i>spindle</i> mesin                   | Rpm           |
| $w$        | Lebar Pemotongan                               | mm            |
| $R_a$      | Kekasaran Permukaan                            | $\mu\text{m}$ |
| $d_i$      | Data Pengujian                                 |               |
| $d_{min}$  | Data Pengujian Minimum                         |               |
| $d_{max}$  | Data Pengujian Maksimum                        |               |
| $C_{j,k}$  | Bobot antara layer Input dan Layer Tersembunyi |               |
| $ij$       | Hasil dari Data Input : $V_c, f_z, a_r, a_a$   |               |
| $\theta_k$ | Bobot Bias Unit Layer Tersembunyi              |               |
| $D_{k,z}$  | Bobot antara layer input dan layer tersembunyi |               |
| $h_k$      | Hasil dari Data Output Untuk Layer Tersembunyi |               |
| $\phi_z$   | Bobot Bias dari Layer Output                   |               |
| $V_f$      | Kecepatan Makan                                | mm/min        |
| $R_q$      | Kekasaran rata-rata kuadratik                  | $\mu\text{m}$ |
| $R_z$      | Kekasaran total rata-rata                      | $\mu\text{m}$ |
| $R_p$      | Kekasaran Total                                | $\mu\text{m}$ |



# BAB 1

## PENDAHULUAN



### 1.1 Latar Belakang

Dengan seiringnya waktu dunia industri manufaktur berkembang sangat cepat dan menjadi semakin maju. Hal ini membuat industri manufaktur dituntut agar dapat menghasilkan produk dengan kualitas yang baik dan dapat digunakan dengan jangka lama namun menggunakan modal yang sedikit. Kekasaran permukaan adalah ukuran dari kualitas teknologi suatu produk dan faktor yang sangat berpengaruh dalam biaya proses manufaktur. (Parmar & Makwana, 2012). Semakin halus kekasaran permukaan semakin bagus kualitas produk tersebut.

Kekasaran permukaan adalah salah satu penyimpangan yang disebabkan oleh kondisi pemotongan dari proses pemesinan. Salah satu proses pemesinan yang biasa digunakan pada industri manufaktur adalah pemesinan frais. Proses pemesinan frais adalah proses penyayatan logam menggunakan alat potong dengan mata potong jamak yang berputar. (Rochim, 2007).

Ada tiga klasifikasi pemodelan yang bisa kita gunakan untuk mencari nilai optimasi kekasaran permukaan seperti model eksperimental, model analitis serta model buatan *intelligence* (Benardos & Vosnaikos, 2003). Model eksperimental dan analitis dapat dikembangkan dengan menggunakan pendekatan konvensional seperti pada teknik statistik regresi. Tetapi disisi lain semua model dikembangkan menggunakan pendekatan non-konvensional seperti *Fuzzy Logic*, *Algoritma Genetic* serta *Artificial Neural Network*. (Brezocnik, et al., 2004).

Metode *artificial neural network* atau jaringan saraf tiruan (ANN) memberikan tingkat akurasi yang sangat tinggi dan sangat baik dalam memprediksi nilai kekasaran optimum dalam proses frais CNC yaitu 90%-99% dibandingkan dengan hasil prediksi yang didapat dari model statistik regresi.

Dari uraian yang ditunjukkan sebelumnya, pada penelitian ini penulis akan melakukan analisis menggunakan metode ANN untuk mengetahui prediksi kondisi optimum nilai kekasaran permukaan titanium paduan Ti6Al4V pada proses frais CNC.



## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian sebelumnya maka timbul beberapa permasalahan pada penelitian ini, yaitu :

1. Pemanfaatan metode ANN untuk menganalisa kondisi pemotongan kecepatan potong, kecepatan makan dan kedalaman pemakanan terhadap kekasaran pada material titanium paduan Ti6Al4V.
2. Mencari dan menganalisa arsitektur jaringan syaraf tiruan mana yang memiliki tingkat prediksi terbaik
3. Bagaimana mencari optimasi terhadap nilai kekasaran permukaan Ti6Al4V menggunakan metode ANN.

## 1.3 Batasan Masalah

Banyaknya permasalahan yang timbul maka diperlukan pembatasan penelitian. Adapun batasan penelitiannya, antara lain :

1. Mesin yang digunakan adalah mesin frais .
2. Pahat yang digunakan pahat karbida *end mill*.
3. Material benda kerja Titanium paduan Ti6Al4V.
4. Panas yang dihasilkan pada saat proses pemesinan berlangsung diabaikan menggunakan jenis pemesinan kering.
5. Kondisi pemotongan yaitu kecepatan potong ( $V_c$ ), gerak makan ( $f_z$ ), dan kedalaman potong radial ( $a_r$ ), dan kedalaman potong axial ( $a_a$ ).
6. Metode yang digunakan ANN

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji dan menganalisa pengaruh kondisi pemotongan yaitu kecepatan potong, kecepatan makan, dan gerak makan terhadap kekasaran permukaan titanium paduan Ti6Al4V. Serta mencari nilai prediksi kekasaran permukaan optimum Ti6Al4V dengan menggunakan metode ANN.



## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Dapat dijadikan sebagai bahan referensi bagi penelitian sejenisnya dalam rangka untuk mengembangkan ilmu pengetahuan tentang Ti6Al4V.
2. Dapat dijadikan acuan bagi penelitian-penelitian berikutnya, khususnya dalam penerapan metode ANN
3. Dapat mencari optimasi terhadap nilai kekasaran permukaan dari material Ti6Al4V dengan metode ANN.
4. Menghasilkan acuan yang dapat berkontribusi secara positif terhadap efektifitas dan efisiensi proses pengefraisan dalam industri.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, M., 2012. Penggunaan Jaringan Syaraf Tiruan *Backpropagation* untuk Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru pada Jurusan Teknik Komputer di Politeknik Negeri Sriwijaya, Semarang: Magister Sistem Informasi Undip.
- Aykut, S., 2011. Surface Roughness Prediction in Machining Castamide Material Using ANN. *Jurnal of Mechanical Engineering Architecture* Bitlis Eren University, Volume 8, No.2, pp. 21-32.
- Beatricea, B., Kirubakaranb, E. & Ranjit Jeb, P., 2014. Surface Roughness Prediction using Artificial Neural Network in Hard Turning Of AISi H13 Steel with Minimal Cutting Fluid Application. *Procedia Engineering*, pp. 205-211.
- Benardos, P. & Vosnaikos, 2003. Predicting surface roughness in machining. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, pp. 833 - 844.
- Brezocnik, M., Kavocic, M. & Ficko, M., 2004. Prediction of surface roughness with genetic Programing. *Journal of Material Processing Technology*, pp. 28-36.
- Çolak, O., Kurbanog˘lu, C. & Kayacan, M. C., 2007. Milling Surface Roughness Prediction Using Evolutionary Programing Method. *Matter*, Volume 28, pp. 657-666.
- Ezugwu, E. O., Fadare, D. A., Bonneya, J. & Silva, 2005. Modelling the correlation between cutting and process parameters. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, pp. 1375 - 1385.
- Hermawan, A., 2006. Jaringan Syaraf Tiruan Teori dan Aplikasi. 1st ed. Yogyakarta: Penerbit Andi Yogyakarta.
- Ibrahim, G. A., Arinal, H., Zulhanif & Haron, 2012. Microstructure Alterations of Ti-6Al-4V ELI during Turning by Using Tungsten Carbide Inserts under Dry Cutting Condition. *International Conference on Engineering and Technology Development*, Volume 1, pp. 200-203.
- Kalpakjian, S., 2006. *Manufacturing Engineering and Technology*. 7th ed. New York: Addison Wesley Pub.



- Parmar, J. G. & Makwana, P. A., 2012. Prediction of Surface Roughness for End Milling Process Using Artificial Neural Network. *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*, 2(3), pp. 1006 - 1013.
- Rochim, T., 2001. *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*. 1st ed. Bandung: Laboratorium Teknik Produksi dan Metrologi Industri ITB.
- Rochim, T., 2007. *Perkakas dan Sistem Pamerkakasan*. 2nd ed. Bandung: ITB.
- Rochim, T., 2007. *Teori dan teknologi Proses Pemesinan*. 3rd ed. Bandung: Laboratorium Teknik Produksi ITB, Penerbit ITB.
- Siang, J. J., 2009. *Jaringan Syaraf Tiruan dan Pemrogramannya menggunakan MATLAB*. 1 ed. s.l.:Penerbit Andi Yogyakarta.
- Tsai, Y. H., Luu, S. J. & Chen, J. C., 1999. An in-process surface recognition system based on neural network in end milling cutting operation. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Volume 39, pp. 583 - 605.
- Tschatsch, H., 2007. *Applied Machining Technology*. 1st ed. New York: Springer
- Yang, J. L. & Chen, J. C., 2001. A systematic approach for identifying optimum surface roughness performance in end-milling operation. *Journal of Industrial technology*, Volume 45, pp. 110 - 120.
- Zain, A. M., Haron, H. & Sharif, S., 2010. Prediction of roughness in the end milling machining using artificial neural network. *Elsevier*, pp. 1755-1768.
- Zhang, G., Patuwo, B. E. & Hu, M. Y., 1998. Forecasting with Artificial Neural Network. *International Jurnal of Forecasting*, Volume 14, pp. 35-62.