

## **SKRIPSI**

# **ANALISIS KEAUSAN PAHAT KARBIDA PADA PROSES PEMBUBUTAN TITANIUM Ti6Al4V MENGGUNAKAN SOFTWARE DEFORM INTEGRATED-2D**



**HANIPA  
03051181419047**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**



## **SKRIPSI**

# **ANALISIS KEAUSAN PAHAT KARBIDA PADA PROSES PEMBUBUTAN TITANIUM Ti6Al4V MENGGUNAKAN SOFTWARE DEFORM INTEGRATED-2D**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH:**  
**HANIPA**  
**03051181419047**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**



## **HALAMAN PENGESAHAN**

### **ANALISI KEAUSAN PAHAT KARBIDA PADA PROSES PEMBUBUTAN TITANIUM Ti6Al4V MENGGUNAKAN SOFTWARE DEFORM INTEGRATED-2D**

#### **SKRIPSI**

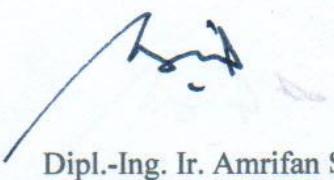
**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh:**

**HANIPA  
03051181419047**

Inderalaya, April 2019  
Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Skripsi



  
Dipl.-Ing. Ir. Amrifan S. M, Ph. D  
NIP. 196409111999031002



JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda No. : 008/TM/AF/2019  
Diterima Tanggal : 16/7/2019  
Paraf : 

## SKRIPSI

NAMA : HANIPA  
NIM : 03051181419047  
JURUSAN : TEKNIK MESIN  
JUDUL : ANALISIS KEAUSAN PAHAT KARBIDA  
PADA PROSES PEMBUBUTAN TITANIUM  
Ti6Al4V MENGGUNAKAN SOFTWARE  
DEFORM INTEGRATED-2D.  
DIBERIKAN : Oktober 2017  
SELESAI : April 2019



Inderalaya, Mei 2019  
Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Skripsi

Dipl.-Ing. Ir. Amrifan S. M, Ph. D  
NIP. 196409111999031002



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "Analisis Keausan Pahat Karbida pada Proses Pembubutan Titanium Ti6Al4V Menggunakan Software DEFORM Integrated-2D" telah dipertahankan di hadapan Tim Pengaji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya 4 Mei 2019.

Indralaya, Mei 2019

Tim Pengaji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. Qomarul Hadi, S.T, M.T  
NIP. 196902131995031001

(.....)

Anggota:

1. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D  
NIP. 197909272003121004  
2. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D  
NIP. 197705072001121001

(.....)

(.....)

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ihsyadri Yani, S.T, M. Eng, Ph.D  
NIP. 197112251997021001

Pembimbing Skripsi

Dipl.-Ing. Ir. Amrifan S. M, Ph. D  
NIP. 196409111999031002



## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hanipa

NIM : 03051181419047

Judul : Analisis Keausan Pahat Karbida pada Proses Pembubutan Titanium Ti6Al4V Menggunakan Software DEFORM Integrated-2D.

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.

Inderalaya, Mei 2019



Hanipa  
NIM. 03051181419047



## **HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS**

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hanipa

NIM : 03051181419047

Judul : Analisis Keausan Pahat Karbida pada Proses Pembubutan Titanium Ti6Al4V Menggunakan Software DEFORM Integrated-2D.

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim 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.



Inderalaya, Mei 2019



Hanipa  
03051181419047



## **KATA PENGANTAR**

Alhamdulillahirobbilalamin, puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadirat Allah SWT yang senantiasa telah melimpahkan rahmat, nikmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini yang berjudul “Analisis Keausan Pahat Karbida pada Proses Pembubutan Titanium Ti6Al4V Menggunakan Aplikasi DEFORM *Integrated-2D*”, yang telah disusun untuk dapat melengkapi persyaratan dalam menempuh ujian sarjana di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam pengerjaan skripsi ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung, baik secara moril maupun spiritual. Penulis mengucapkan rasa terima kasih tak terhingga kepada :

1. Orang tua penulis yang selalu mendukung penulis yang telah memberikan bantuan usaha dan doa dari awal sampai akhir perkuliahan ini sehingga semuanya dapat berjalan dengan lancar.
2. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dipl.-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph. D, selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang banyak sekali memberikan ilmu dan arahan serta saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak H. Ismail Thamrin, S.T, M.T dan Bapak M. Yanis, S.T, M.T yang banyak memberikan arahan, saran serta petuah kepada penulis.
6. Muhammad Zahir, S.T, M.T, alumni Teknik Mesin Universitas Sriwijaya angkatan 2009 yang telah banyak memberikan arahan pada saat pengerjaan tugas akhir ini.
7. Seluruh Staff Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

8. Angelina, S.T, perempuan yang selalu menemani dari awal kuliah sampai akhir perkuliahan disaat senang maupun duka.
9. Sahabat-sahabatku redo samba, adzimi, furqon, mika dll, yang telah banyak memberikan semangat, motivasi dan bantuan semasa kuliah meski kalian telah lulus terlebih dahulu dari aku.
10. Teman seperjuangan Sidik, Satria, Bobie serta seluruh teman-teman Teknik Mesin khususnya Angkatan 2014 “*Solidarity Forever*”.
11. Teman-teman KBK Produksi
12. Almamaterku Tercinta.

Penulis menyadari bahwa didalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan, dikarenakan keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan supaya dapat lebih baik lagi dikemudian hari.

Akhir kata penulis berharap semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa akan datang.

Indralaya, April 2019

Penulis

## RINGKASAN

ANALISIS KEAUSAN PAHAT KARBIDA PADA PROSES PEMBUBUTAN  
TITANIUM Ti6Al4V MENGGUNAKAN SOFTWARE DEFORM  
INTEGRATED-2D

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, April 2019

Hanipa; Dibimbing oleh Dipl.-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D

Analysis of Carbide Tool Wear on the Titanium Ti6Al4V Turning Process Use Software Deform *Integrated-2D*.

Xvii + 54 Halaman, 4 Tabel, 32 Gambar

## RINGKASAN

Proses pemesinan bubut merupakan proses pemesinan yang menggunakan pahat bemata tunggal (*single point cutting tools*). Beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya keausan pahat yaitu, kecepatan potong, temperatur yang tinggi dll. Keausan pahat merupakan peristiwa terlepasnya material atau atom dari permukaan material akibat deformasi plastis dan gaya mekanik. Keausan pada pahat potong akan menyababkan perubahan bentuk benda kerja sehingga akan mengakibatkan geometri dan kualitas permukaan material akan mengalami penurunan. Keausan pahat dibagi 2 yaitu keausan tepi (*flank wear*) dan keausan kawah (*crater wear*). *Flank wear* adalah disebabkan gesekkan antara sisi sayap alat dan benda kerja terjadi akibat partikel pahat menempel pada benda kerja terhadap permukaan yang berkala terpotong, *crater wear* yaitu terjadi pada area kontak pahat dan *chips* tempat pada ujung pahat. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yang bertujuan agar penelitian tersebut dapat berjalan baik dan lancar dimulai dari tahap persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis hasil penelitian. Pada penelitian ini menjalankan simulasi menggunakan perangkat lunak (*software*) untuk mempermudah menganalisa hal-hal atau vibrasi pada keausan pahat karbida WC+CO pada saat proses pemesinan bubut beroperasi, dengan menggunakan pelapisan TiAlN. Titanium alloy Ti6Al4V adalah salah satu bahan material yang sangat sulit dilakukan pada proses pemesinan, titanium ini banyak sekali digunakan dalam industri militer, pesawat, medikal dan otomotif karena memiliki kemampuan ketahanan terhadap korosi yang baik, rendah konduktifitas termal dan memiliki ratio kekuatan yang baik terhadap beban berat. Titanium alloy ini memiliki sifat modulus elastisitas yang rendah apabila dibandingkan dengan baja maka lebih cenderung ke elastis. Material jenis ini sangat sulit dilakukan pada proses pemesinan, dikarenakan

*chip* yang dihasilkan pada proses pemesinan berlangsung lebih cenderung melekat ke mata potong (*tool*) dan bereaksi kimia pada saat temperatur tinggi, pada kondisi ini sangat berpengaruh pada pemukaan, umur pakai pahat dan mengakibatkan keausan terhadap pahat Pelapisan TiAlN adalah pelapisan *single-layer*. Karena dalam penggunaan pelapisan ini pahat akan lebih dapat meningkatkan umur terhadap pahat tersebut, Lapisan TiAlN merupakan lapisan yang sangat baik dibandingkan dengan menggunakan pelapisan Altin, karena pelapisan TiAlN ini mampu mempertahankan suhu pemotongan yang tinggi. Maka tingkat keausan terhadap pahat lebih rendah dibandingkan dengan pelapisan Altin. Hasil analisa pada penelitian ini akan membandingkan hasil dari simulasi FEM menggunakan software DEFORM *Integrated-2D* dengan hasil dari jurnal sebagai acuan. Berdasarkan data dari hasil simulasi FEM yang didapat nilai keausan pada pahat selama proses pembubutan titanium Ti6Al4V dengan parameter kecepatan potong 120 m/min dan pemakanan 0.1 mm/rev menggunakan pahat karbida jenis WC+CO menghasilkan nilai keausan maksimum yaitu 16.3 mm/sec pada pahat yang tidak menggunakan pelapis dan nilai keausan pahat maksimum yaitu 12.7 mm/sec dengan pahat yang menggunakan pelapisan TiAlN, maka nilai dari keausan pahat yang menggunakan pelapisan TiAlN ini lebih tinggi untuk meningkatkan umur pahat potong dibandingkan dengan pahat yang tidak menggunakan pelapisan. Maka nilai yang didapat dari simulasi FEM untuk temperatur pada pahat potong saat proses pemesinan berlangsung adalah 298°C pada pahat yang tidak menggunakan pelapisan dan untuk nilai temperatur pada pahat potong yang menggunakan pelapisan TiAlN adalah 279°C.

**Kata Kunci** : DEFORM-2D, Keausan Pahat, Pahat Karbida, Titanium Ti-6Al-4V

## **SUMMARY**

### **ANALYSIS OF CARBIDE TOOL WEAR ON THE TITANIUM Ti6Al4V TURNING PROCESS USE SOFTWARE DEFORM INTEGRATED-2D**

Scientific Paper in the form of Skripsi, April 2017

Hanipa ; Supervised by Dipl.-Ing. Ir. Amrifan Saladin Mohruni, Ph.D

Analisis of Carbide Tools Wear in the Titanium Ti6Al4V Turning Process Use Software DEFORM Integrated-2D

xvii + 54 Pages, 4 Table, 32 Picture

### **SUMMARY**

The turning machining process is a machining process that use single point cutting tool. Several factors that influence of the wear tool are, cutting speed, high temperature etc. Tool wear is an event of material or atom detachment from the material surface due to plastic deformation and mechanical force. Wear on the cutting tool will cause changes in the shape of the workpiece so that the geometry and quality of the surface of the material will decrease. Tool wear is divided into 2, namely edge wear flank wear and crater wear. Flank wear is caused by friction between the wing side of the tool and the workpiece occurs due to chisel particles attached to the workpiece against a periodically cut surface, crater wear which occurs in the contact area of the chisel and the place chips on the tool tip. In this study, several stages were carried out aimed at making the research well and smoothly starting from the preparation, data collection, data processing, and analysis of research results. In this study the simulation uses software (software) to simplify analyzing things or vibrations on the wear of WC + CO carbide tools when the lathe machining process operates, using TiAlN coating. Ti6Al4V titanium alloy is one of the materials that is very difficult to do in the machining process, this titanium is widely used in the military, aircraft, medical and automotive industries because it has good corrosion resistance, low thermal conductivity and a good strength to load ratio weight. Titanium alloy has a modulus of elasticity which is low when compared to steel, which tends to be elastic. This type of material is very difficult to do in the machining process, because the chips produced in the machining process are more likely to stick to the tool and react chemically during high temperatures, this condition greatly affects the surface, tool life and results in wear on chisel

TiAlN coating is a single-layer coating. Because the use of this coating tool will be able to increase the age of the tool more, the TiAlN layer is a very good layer compared to using Altin coating, because TiAlN coating is able to maintain high cutting temperatures. Then the tool wear rate is lower than Altin coating. The results of the analysis in this study will compare the results of the FEM simulation using DEFORM Integrated-2D software with the results of the journal as a reference. Based on data from the FEM simulation results obtained the wear value of the tool during the titanium turning process Ti6Al4V with a cutting speed parameter of 120 m / min and the consumption of 0.1 mm / rev using WC + CO type carbide tool resulting in a maximum wear value of 16.3 mm / sec on tools that do not use coatings and the maximum tool wear value is 12.7 mm / sec with tools using TiAlN coating, then the value of tool wear using TiAlN coating is higher to increase cutting tool life compared to tools that do not use coating. Then the value obtained from the FEM simulation for temperature on the cutting tool when the machining process takes place is 298°C on the tool that does not use coating and for the temperature value of the cutting tool using TiAlN coating is 279°C.

**Keyword :** DEFORM Integrated-2D, Tool Wear, Carbide Tools, Titanium Ti6Al4V

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	xix
DAFTAR GAMBAR .....	xxi
DAFTAR TABEL .....	xxiii
DAFTAR SIMBOL.....	xxv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	3
1.3    Batasan Masalah .....	4
1.4    Tujuan Penelitian .....	4
1.5    Manfaat Penelitian .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1    Proses Pemesinan Bubut ( <i>Turning Process</i> ).....	7
2.1.1    Elemen Dasar Pemesinan .....	7
2.2    Alat Potong ( <i>Cutting Tool</i> ) .....	11
2.2.1    Geometri pahat.....	12
2.3    Bahan Pahat .....	13
2.3.1    Pahat Karbida.....	14
2.4    Pelapisan ( <i>Coating</i> ) Pahat.....	15
2.5    Teknik Pelapisan.....	15
2.6    Cairan Pendingin dan Pelumas .....	17
2.7    Benda Kerja Titanium Ti6Al4V .....	18
2.8    Tipe Pemotongan Mesin Bubut .....	19
2.8.1 <i>Orthogonal Cutting</i> (Pemotongan Tegak) .....	19
2.8.2    Tipe Pemotongan <i>Obligue</i> .....	20
2.8.3    FEM (Finite Element Method) .....	21
2.9 <i>Software DEFORM Integrated-2D/3D</i> .....	22
2.10    Keausan Pahat ( <i>Tool Wear</i> ) .....	22
2.11    Penelitian Sebelumnya.....	25
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	27
3.1    Diagram Alir Penelitian .....	27

3.2	Tahapan Penelitian.....	28
3.3	Pengumpulan Data Eksperimen.....	28
3.3.1	Data Eksperimen.....	29
3.3.2	<i>Software</i> (Perangkat Lunak) .....	30
3.4	Pemilihan Bahan Material .....	31
3.4.1	Alat Potong ( <i>Cutting Tool</i> ) .....	31
3.5	Langkah Simulasi <i>Software</i> DEFORM-2D .....	31
3.5.1	Tampilan Awal dari Simulasi DEFORM <i>Integrated</i> -2D.....	32
3.5.2	Pre-Processor Setup .....	34
3.5.3	Simulator.....	37
3.5.4	Post-Processor.....	38
3.6	Hasil Penelitian Sebelumnya .....	40
	BAB 4 ANALISA PEMBAHASAN .....	43
4.1	Parameter Pemesinan .....	43
4.2	Tahapan Simulasi FEM DEFORM-2D.....	43
4.3	Simulasi FEM DEFORM-2D .....	49
4.3.1	Hasil Simulasi FEM DEFORM-2D .....	49
4.4	Hasil Simulasi FEM Temperatur Pahat .....	51
4.5	Pembahasan .....	53
	BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	55
5.1	Kesimpulan .....	55
5.2	Saran .....	56
	DAFTAR RUJUKAN .....	i

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Parameter proses pemesinan (Hamdhani and Hamsi, 2014) .....	8
Gambar 2.2 Geometri Pahat Tunggal (Zhang and Guo, 2015) .....	13
Gambar 2.3 Pahat Karbida (a) Coated (b) Uncoated (Lubis <i>et al.</i> , 2016).....	15
Gambar 2.4 <i>Orthogonal Cutting</i> (Pemotongan Tegak) (Boothroyd, Geoffrey, 1989) .....	20
Gambar 2.5 Tampilan Pemotongan <i>Oblige</i> (Boothroyd, Geoffrey, 1989).....	20
Gambar 2.6 Bentuk <i>Crate Wear</i> dan <i>Flank Wear</i> (Corlett, 2013) .....	23
Gambar 2.7 Macam-macam keausan pahat (Teknik <i>et al.</i> , 2010).....	25
Gambar 3.1 Diagram Alir .....	27
Gambar 3.2 Tampilan Awal <i>Software DEFORM Integrated-2D/3D</i> .....	32
Gambar 3.3 Tampilan dari <i>Pre-Processor DEFORM-2D Cutting</i> .....	34
Gambar 3.4 Tampilan jendela <i>Process Condition DEFORM-2D Cutting</i> .....	35
Gambar 3.5 Tampilan <i>Insert Geometry</i> pada Aplikasi DEFORM-2D <i>Cutting</i> .....	36
Gambar 3.6 Tampilan <i>Insert Coating Mesh</i> pada DEFORM 2D <i>Cutting</i> .....	36
Gambar 3.7 Tampilan Jendela <i>Workpiece Geometry</i> pada <i>Software DEFORM-2D Cutting</i> .....	37
Gambar 3.8 Tampilan dari <i>Simulator DEFORM-2D Cutting</i> .....	38
Gambar 3.9 Tampilan dari <i>Post-Processor Software DEFORM-2D/3D</i> .....	39
Gambar 3.10 Tampilan Jendela Awal DEFORM-2D/3D Post .....	39
Gambar 3.11 Tampilan Contoh <i>Tool Wear</i> setelah didapat pediksinya.....	40
Gambar 3.12 Keausan Pahat dengan Pelapis dan tidak dilapis Hasil Simulasi pada Jurnal Acuan.(Özel <i>et al.</i> , 2010).....	41
Gambar 4.1 Tampilan Awal <i>Setup Process DEFORM-2D</i> .....	44
Gambar 4.2 Tampilan Penginputan Data pada <i>Software DEFORM-2D</i> .....	44
Gambar 4.3 Tampilan <i>Process Condition</i> pada Aplikasi DEFORM-2D (Anne, 2015) .....	45
Gambar 4.4 Tampilan <i>Insert Geometry</i> pada Aplikasi DEFORM-2D.....	45
Gambar 4.5 Tampilan <i>Insert Material Setup DEFORM-2D</i> .....	46
Gambar 4.6 Tampilan dari <i>Workpiece Geometry</i> DEFORM-2D .....	47

Gambar 4.7 Tampilan <i>Workpiece Material Setup</i> DEFORM-2D .....	47
Gambar 4.8 Tampilan dari <i>Database Generation Software</i> DEFORM-2D .....	48
Gambar 4.9 Tampilan Untuk Keausan Pahat <i>Wear Rate</i> .....	49
Gambar 4.10 Tampilan Prediksi Nilai <i>Wear Rate Uncoated</i> (mm/s) DEFORM-2D .....	50
Gambar 4.11 Tampilan <i>Tool Wear-Wear Rate Coated</i> (mm/s).....	51
Gambar 4.12 Tampilan <i>Temperature</i> Pahat karbida ( <i>Uncoated</i> ) .....	52
Gambar 4.13 Tampilan <i>Temperature</i> Pahat Potong ( <i>Coated</i> ).....	53

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1 Kondisi Batas Pemesinan (Özel <i>et al.</i> , 2010).....	29
Tabel 3.2 Sifat Mekanik dari Pahat Potong (Xi <i>et al.</i> , 2014).....	29
Tabel 3.3 Geometri Pahat Potong (Özel <i>et al.</i> , 2010) .....	29
Tabel 3.4 Sifat Mekanik Titanium Ti-6Al-4V (Pontevedra <i>et al.</i> , 2018).....	30



## DAFTAR SIMBOL

Lambang	Keterangan	Satuan
A	Luas penampang	mm <sup>2</sup>
a	Kedalaman potong	mm
$\alpha$	Sudut bebas	
d	Diameter	mm
$d_0$	Diameter awal	mm
$d_m$	Diameter akhir	mm
$l_c$	Panjang pemesinan	mm
n	Putaran	RPM
r	Rasio	
Fr	<i>Feed rate</i>	mm/rev
$\alpha_p$	<i>Depth of Cut</i>	mm
$t_c$	Waktu pemotongan	min
v	Kecepatan potong	m/min
$v_f$	Kecepatan makan	mm/min
Z	Kecepatan penghasil geram	cm <sup>3</sup> /min
$\phi$	Sudut geser	
$\pi$	Phi	
$\frac{dW}{dt}$	<i>Wear Rate</i>	mm/sec
$\sigma_n$	<i>Normal Stress</i>	Mpa
$V_s$	<i>Sliding Velocity</i>	



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Didalam sebuah dunia perindustrian, mesin-mesin perkakas sangat berperan penting dalam mendukung keberhasilannya suatu proses produksi. Dari beberapa mesin perkakas yang ada salah satunya adalah mesin bubut. Dimana proses bubut termasuk kedalam proses pemesinan yang menggunakan pahat bermata tunggal (*single point cutting tool*) (Paridawati, 2015).

Proses *turning* adalah proses pemesinan pada permukaan benda kerja yang menghasilkan geometri silinder. Kenaikan *Temperatur* pada kontak pahat dan benda kerja adalah salah satu parameter penting pada analisa proses turning. Temperatur pemotongan timbul akibat panas yang dihasilkan oleh deformasi material dari perautan benda kerja, gesekan antara pahat dan benda kerja dan gesekan antara pahat dan geram (Kalpakjian, S, R. Schmid, 2014).

Menurut Dwijana *et al.*, (2009) pada dasarnya suatu proses pemesinan dapat dinamakan sebagai suatu proses yang dilakukan untuk mengubah benda kerja dengan cara memotong atau meraut dengan menggunakan peralatan tertentu yaitu mesin perkakas.pada proses pemesinan ini dapat terjadi akibat adanya suatu gerak relatif pahat dengan benda kerja sehingga terbentuk geram dan secara bertahap benda kerja tersebut dikerjakan secara berulang-ulang sehingga merubah benda kerja menjadi suatu bentuk dan dimensi yang di inginkan.

Sesuai prinsip dari proses pemakanan bubut yaitu pahat menyayat benda kerja untuk mendapatkan hasil yang diharapkan. Pada saat proses tersebut maka terjadilah gesekkan antara pahat dan benda kerja itu dapat menimbulkan perpindahan panas. Perpindahan panas dari benda kerja suatu pemesinan

memiliki pengaruh yang signifikan pada bagian temperatur dan akibat dari gaya pemotongan (Attia *et al.*, 2016).

Secara umum industri pemesinan untuk melakukan suatu pemotongan logam dengan melakukan proses pemesinan kering. Pemesinan kering atau (*dry machining*) merupakan suatu proses pemesinan yang tidak menggunakan cairan atau *fluida* pendingin dalam proses pemotongan benda tersebut. Dimana fenomena kegagalan pahat dari penggunaan cairan merupakan salah satu masalah yang banyak dikaji dan mendapat perhatian dalam pengaitannya yang sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan, ketelitian geometri pahat, produk dan mekanisme keausan pahat serta umur pahat.

Dengan melakukan proses suatu pemesinan kering ini agar dapat menghindari suatu pengaruh buruk cairan pemotongan terhadap benda kerja maupun pahat potong akibat dari cairan pemotongan yang dihasilkan oleh pemesinan basah. Secara kuantitatif menyangkut pengaruh buruknya pemesinan basah dengan anggapan pada pemesinan kering tidak akan dihasilkan terhadap pencemaran lingkungan kerja. Oleh karena itu proses dari suatu pemesinan kering ini berarti tidak menghasilkan kabut asap partikel cairan dari pemotongan. Maka dari itu perlu diketahui bahwa pentingnya pemesinan kering dilakukan dalam suatu proses pemesinan (Arumugam *et al.*, 2003).

Pada saat ini penggunaan paduan titanium di industri pesawat terbang sangatlah keharusan dikarenakan paduan titanium ini merupakan bahan yang memiliki karakteristik istimewa sebagaimana sangat diperlukan oleh pesawat terbang, paduan titanium ini memiliki sifat ketangguhan mekanik pada saat suhu tinggi dan massa bahan yang baik. Namun demikian, dari seluruh bahan pahat yang tersedia di pemesinan, bahan yang cukup baik digunakan untuk paduan titanium adalah pahat karbida (WC+Co). Akan tetapi harus dicatat bahwa pahat karbida tersebut digunakan pada saat keadaan pemesinan basah yaitu dengan menggunakan cairan pemotongan yang kualitas besar (Ginting, 2006).

Titanium alloy Ti6Al4V adalah salah satu bahan material yang sangat sulit dilakukan pada proses pemesinan, titanium ini banyak sekali digunakan dalam

industri militer, pesawat, medikal dan otomotif karena memiliki kemampuan ketahanan terhadap korosi yang baik, rendah konduktifitas termal dan memiliki ratio kekuatan yang baik terhadap beban berat. Titanium alloy ini memiliki sifat modulus elastisitas yang rendah apabila dibandingkan dengan baja maka lebih cenderung ke elastis. Material jenis ini sangat sulit dilakukan pada proses pemesinan, dikarenakan *chip* yang dihasilkan pada proses pemesinan berlangsung lebih cenderung melekat ke mata potong (*tool*) dan bereaksi kimia pada saat temperatur tinggi, pada kondisi ini sangat berpengaruh pada pemukaan, umur pakai pahat dan mengakibatkan keausan terhadap pahat (Mohruni *et al.*, 2017).

Berdasarkan dari latar belakang diatas, maka peneliti akan membuat judul skripsi tentang” Analisis Keausan Pahat Karbida pada Proses Pembubutan Titanium Ti6Al4V Dengan Menggunakan *Software DEFORM Integrate -2D*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang umum terjadi pada pembubutan titanium Ti6Al4V terutama mengenai perubahan kondisi pahat karbida terhadap keausan pahat.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas untuk penulisan Skripsi ini dapat dirumuskan permasalahan yang akan muncul, yaitu bagaimana mengetahui nilai dari keausan pahat potong dengan menggunakan simulasi FEM (*Finite Element Method*) pada aplikasi DEFORM *Integrated-2D*.

### 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dari suatu penelitian ini dilakukan karena banyaknya masalah yang timbul, maka dari itu penulis melakukan pembatasan masalah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, antara lain:

1. Aplikasi yang digunakan pada proses penelitian tugas akhir ini adalah DEFORM *Integrated-2D*, untuk mengetahui nilai dari keausan pahat potong.
2. Penelitian ini dilakukan hanya sebatas simulasi pembubutan dengan bantuan FEM (*Finite Element Method*) *simulation* dengan pemograman DEFORM *Integrated-2D*.
3. Alat potong yang digunakan adalah Pahat Karbida WC+CO.
4. Dan material benda kerja yang digunakan adalah Titanium Ti6Al4V.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan utama dari penelitian yang hendak dicapai dalam pembahasan ini adalah untuk menganalisis keausan pahat potong karbida pada saat proses pemesinan titanium Ti6Al4V dengan menggunakan simulasi *software* FEM DEFORM-2D

### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang di harapkan dapat diambil dan memberikan manfaat dari tugas akhir ini adalah:

1. Dapat menganalisis pengaruh keausan pahat pada saat proses mesin bubut beroperasi.

2. Sebagai bahan referensi bagi penelitian sejenisnya dalam rangka untuk mengembangkan ilmu pengetahuan tentang pengaruh keausan pahat pada pembubutan titanium Ti6Al4V.



## **DAFTAR RUJUKAN**

- Anne, V. G. (2015) ‘Finite Element Simulation of Cutting Forces in Turning Ti6Al4V Using’, pp. 1–7.
- Arumugam, P. U., Malshe, A. P., Batzer, S. A. dan Bhat, D. G. (2003) ‘Study of Airborne Dust Emission and Process Performance during Dry Machining of Aluminum-Silicon Alloy with PCD and CVD Diamond-Coated Tools’, *Journal of Manufacturing Processes*, 5(2), pp. 163–169. doi: 10.1016/S1526-6125(03)70051-6.
- Attia, M. H., Joseph, P. M. dan M’Saoubi, R. (2016) ‘Determination of convective heat transfer from rotating workpieces in dry and laser-assisted turning processes’, *Advances in Materials and Processing Technologies*, 2(2), pp. 324–338. doi: 10.1080/2374068X.2016.1184048.
- Boothroyd, Geoffrey, A. K. W. (1989) *Fundamentals Of Machining And Machine Tools*. New York.
- Corlett, E. N. (2013) *Manufacturing automation, Health, Safety and Ergonomics*. doi: 10.1016/b978-0-408-02386-3.50016-0.
- Dwijana, I. G. K., Mesin, J. T., Udayana, U., Bukit, K. dan Badung, J. (2009) ‘Analisa Pengaruh Modifikasi Pahat Bubut Terhadap Gaya , Daya dan Temperatur Pemotongan pada Pembubutan St 42 Cutting of Material St 42’, 3(2), pp. 105–113.
- Ginting, A. (2006) ‘Karakteristik Pemotongan Ortogonal Kering Paduan Titanium Ti6Al4V Menggunakan Pahat Karbida’, p. 7.
- Hamdhani, F. dan Hamsi, A. (2014) ‘Optimasi Pemesinan Pada Mesin Bubut Tipe M-300’, *Jurnal E-Dinamis*, 8(Maret), pp. 184–193.
- Kalpakjian, S, R. Schmid, S. (2014) *Manufacturing Engineering and*

*Technology*. Seventh. Singapore.

Konyashin, I. Y. (1995) ‘PVD/CVD technology for coating cemented carbides’, *Surface and Coatings Technology*, 71(3), pp. 277–283. doi: 10.1016/0257-8972(94)02325-K.

Kulkarni, A. P. dan Sargade, V. G. (2015) ‘Characterization and performance of AlTiN, AlTiCrN, TiN/TiAlN PVD coated carbide tools while turning SS 304’, *Materials and Manufacturing Processes*, 30(6), pp. 748–755. doi: 10.1080/10426914.2014.984217.

Lubis, S., Darmawan, S. dan Tanuwijaya, T. (2016) ‘Analisa pertumbuhan keausan pahat karbida coated dan uncoated pada alloy steel AISI 4340’, 9(2), pp. 114–118.

Markopoulos, A. P. dan Manolakos, D. E. (2010) ‘Finite element analysis of micromachining’, *Journal of Manufacturing Technology Research*, 2(1–2), pp. 17–30.

Matthew, J. donachi. (no date) *Titanium A Technical Guide*. 2nd edn. doi: 10.1361/tatg2000p001.

Mawarni, S. (2017) ‘Studi Pahat Karbida Berlapis ( TiAlN / TiN ) pada Pembubutan Kering Kecepatan Potong Tinggi Bahan Paduan Aluminium 6061’, 07(2).

Mohruni, A. S., Yanis, M., Sharif, S., Yani, I., Yuliwati, E., Ismail, A. F. dan Shayfull, Z. (2017) ‘A comparison RSM and ANN surface roughness models in thin-wall machining of Ti6Al4V using vegetable oils under MQL-condition’, *AIP Conference Proceedings*, 1885(September). doi: 10.1063/1.5002355.

Özel, T., Sima, M., Srivastava, A. K. dan Kaftanoglu, B. (2010) ‘Investigations on the effects of multi-layered coated inserts in machining Ti-6Al-4V alloy with experiments and finite element simulations’, *CIRP Annals - Manufacturing Technology*. CIRP, 59(1), pp. 77–82. doi:

Paridawati (2015) ‘Pengaruh kecepatan dan sudut potong terhadap kekasaran benda kerja pada mesin bubut’, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 3(1), pp. 53–67.

Pervaiz, S. (2015) *Investigation Cooling and Lubrication Strategies for Sustainable Machining of Titanium Alloys Salman Pervaiz Licentiate Thesis School of Indust.*

Pontevedra, V., North, S. M. E., Manufacturing, A., Khatri, A., Jahan, M. P., Khatri, A. dan Jahan, M. P. (2018) ScienceDirect Investigating tool wear mechanisms in machining of Ti-6Al-4V in flood coolant , dry and Conference MQL conditions dry MQL Costing model’, *Procedia Manufacturing*. Elsevier B.V., 26, pp. 434–445. doi: 10.1016/j.promfg.2018.07.051.

Pušavec, F., Stoić, A. dan Kopač, J. (2009) ‘The role of cryogenics in machining processes’, *Tehnički vjesnik*, 16(4), pp. 3–10. Available at: [http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id\\_clanak\\_jezik=70680%5Cnhttp://hrcak.srce.hr/file/70680](http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=70680%5Cnhttp://hrcak.srce.hr/file/70680).

Rahdiyanta, D. (2010) ‘Buku 2 proses bubut(turning)’, pp. 1–49.

Ramana, M. V., Rao, G. K. M. dan Rao, D. H. (2014) ‘Optimization and Effect of Process Parameters on Tool Wear in Turning of Titanium Alloy under Different Machining Conditions’, 2(4). doi: 10.7763/IJMMM.2014.V2.141.

Rao, K. V., Murthy, B. S. N. dan Rao, N. M. (2013) ‘Cutting tool condition monitoring by analyzing surface roughness , work piece vibration and volume of metal removed for AISI 1040 steel in boring’, *MEASUREMENT*. Elsevier Ltd, 46(10), pp. 4075–4084. doi: 10.1016/j.measurement.2013.07.021.

Staszuk, M., Pakuła, D., Pancielejko, M., Tański, T. dan Dobrzański, L. A. (2017) ‘Investigations on wear mechanisms of PVD coatings on carbides

and sialons', *Archives of Metallurgy and Materials*, 62(4), pp. 2095–2100.  
doi: 10.1515/amm-2017-0310.

Susila, I. N., Arifin, Z. dan Susilo, D. D. (2013) 'Pemotongan Pada Proses Bubut Beberapa Material Dengan Pahat HSS', 12(September)

Tamizharasan, T. dan Kumar Senthil, N. (2014) 'Numerical simulation of effects of machining parameters and tool geometry using DEFORM-3D: Optimization and experimental validation', *World Journal of Modelling and Simulation*, 10(1), pp. 49–59. doi: 10.1016/j.ceramint.2014.01.095.

Politeknik, M., Semarang, N. dan Pos, K. (2010) 'Mekanisme Keausan Pahat Pada Proses Pemesinan', 6(1), pp. 9–16.

Waluyo, J. (2012) '1\_8\_Joko\_Waluyo\_Oke.Pdf', *Optimalisasi Pemanfaatan Baja Konstruksi dan Kikir Bekas Sebagai Bahan Pahat*, pp. 1–8.

Xi, Y., Bermingham, M., Wang, G. dan Dargusch, M. (2014) 'SPH/FE modeling of cutting force and chip formation during thermally assisted machining of Ti6Al4V alloy', *Computational Materials Science*, 84(December), pp. 188–197. doi: 10.1016/j.commatsci.2013.12.018.

Yacaranda, J. dan Iv, S. U. (2014) 'Pengaruh Metode Minimum Lubrication Keausan Pahat dan Kekasaran Permukaan Benda Kerja AISI 4340', 7, pp. 112–117.

Zanger, F. dan Schulze, V. (2013) 'Investigations on Mechanisms of Tool Wear in Machining of Ti-6Al-4V using FEM Simulation', *Procedia CIRP*. Elsevier B.V., 8, pp. 158–163. doi: 10.1016/j.procir.2013.06.082.

Zhang, G. dan Guo, C. (2015) 'Modeling of Cutting Force Distribution on Tool Edge in Turning Process 2 Turning Model Development', *Procedia Manufacturing*. Elsevier B.V., 1, pp. 454–465. doi: 10.1016/j.promfg.2015.09.001.