

**SKRIPSI**  
**ANALISIS PROSES PEMESINAN *UP MILLING* DAN *DOWN MILLING***  
**DENGAN *SOFTWARE* DEFORM-3D**



**DIMAS AJI TRI SETIAWAN**  
**03051381520070**

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



**SKRIPSI**  
**ANALISIS PROSES PEMESINAN *UP MILLING* DAN *DOWN MILLING***  
**DENGAN *SOFTWARE* DEFORM-3D**

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



**OLEH**  
**DIMAS AJI TRI SETIAWAN**  
**03051381520070**

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



JURUSAN TEKNIK HALAMAN PENGESAHAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

**ANALISIS PROSES PEMESINAN UP MILLING DAN DOWN MILLING  
DENGAN SOFTWARE DEFORM-3D**

NAMA : DIMAS AJI TRI SETIAWAN

**SKRIPSI**

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

DIBERIKAN : JANUARI 2019

SELESAI : JULI 2019

Oleh:  
**DIMAS AJI TRI SETIAWAN**  
03051381520070

Palembang, Oktober 2019

Diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Skripsi

Palembang, Oktober 2019

**Pembimbing,**

Muhammad Yanis, S.T., M.T.  
NIP. 19700228 199412 1 001



**Muhammad Yanis, S.T., M.T.**  
NIP.19700228 199412 1 001

Mengetahui  
**Ketua Jurusan Teknik Mesin,**



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D**  
NIP. 19711225 199702 1 001



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

**Agenda No. :**  
**Diterima Tanggal :**  
**Paraf :**

**SKRIPSI**

**NAMA : DIMAS AJI TRI SETIAWAN**  
**NIM : 03051381520070**  
**JUDUL : ANALISIS PROSES PEMESINAN UP MILLING DAN  
DOWN MILLING DENGAN SOFTWARE DEFORM-3D**

**DIBERIKAN : JANUARI 2019**  
**SELESAI : JULI 2019**

Mengetahui:  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,



**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D**  
**NIP. 19711225 1997021001**

Palembang, Oktober 2019  
Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Skripsi,



**Muhammad Yanis, S.T., M.T**  
**NIP. 197002281994121001**





## HALAMAN PERSETUJUAN


Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Analisis Proses Pemesinan *Up Milling* dan *Down Milling* dengan *Software DEFORM-3D*” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 26 Juli 2019.

Palembang, 26 Juli 2019

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :


1. Ir. H. Fusito, M.T  
NIP. 195709101991021001



(.....)

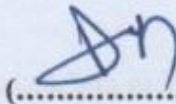
Anggota :

2. Ir. Dyos Santoso, M.T  
NIP. 196012231991021001



(.....)

3. Dr. Ir. H. Darmawi Bayin, M.T , M.T  
NIP.195806151987031002



(.....)

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D  
NIP.19712251997021001

Pembimbing Skripsi,



Muhammad Yanis, S.T , M.T  
NIP. 197002281994121001



## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dimas Aji Tri Setiawan

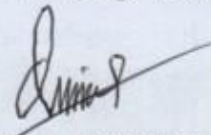
NIM : 03051381520070

Judul : Analisis Proses Pemesinan *Up Milling* dan *Down Milling* dengan  
*Software* DEFORM-3D

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.

Palembang, Oktober 2019



Dimas Aji Tri Setiawan  
NIM. 03051381520070



## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dimas Aji Tri Setiawan

NIM : 03051381520070

Judul : Analisis Proses Pemesinan *Up Milling* dan *Down Milling* dengan  
*Software* DEFORM-3D

Ditanda Tangan Oleh: Dimas Aji Tri Setiawan, Ditandatangani oleh: Muhammad Yusuf, S.T., M.T.

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.



Palembang, Oktober 2019



Dimas Aji Tri Setiawan  
NIM. 03051381520070



## RINGKASAN

### ANALISIS PROSES PEMESINAN UP MILLING DAN DOWN MILLING DENGAN SOFTWARE DEFORM-3D

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, 26 Juli 2019

Dimas Aji Tri Setiawan; Dibimbing oleh Muhammad Yanis, S.T., M.T

### THE ANALYSIS OF THE MACHINING PROCESS OF UP MILLING AND DOWN MILLING WITH DEFORM-3D SOFTWARE

xxvii + 64 halaman, 3 tabel, 49 gambar, 5 lampiran

#### RINGKASAN

Titanium alloy (Ti6Al4V) merupakan titanium paduan yang banyak digunakan dalam bidang kedirgantaraan, industri otomotif dan kimia. Sifat material titanium alloy memiliki ketahanan dan kekuatan terhadap korosi yang lebih baik dibandingkan baja dan aluminium. Namun titanium alloy dikategorikan sebagai material yang sulit dilakukan pemesinan dan harus mengikuti teknik khusus untuk mendapatkan mampu mesin yang baik (*machineability*). Saat proses pemesinan *milling* pada titanium alloy dilakukan menimbulkan gaya yang terjadi pada benda kerja. Penelitian ini menganalisis pengaruh proses pemesinan antara arah pemakanan *up milling* dan arah pemakanan *down milling* terhadap gaya yang terjadi pada benda kerja saat dilakukan pemesinan. Pemodelan simulasi pemesinan *endmilling* ini menggunakan *software Finite Element Method* (FEM) DEFORM-3D. Alat potong yang digunakan untuk proses simulasi ini berjenis helikal *end milling* dengan material pahat alat potong yaitu solid karbid yang memiliki diameter *tool* 16 mm dengan sudut helix 50 derajat. Simulasi ini dilakukan dengan menggunakan dua kondisi pemotongan. Hasil simulasi yang telah dilakukan kondisi pemotongan I gaya yang terbaik atau yang terkecil dimiliki oleh pemesinan *up milling* dengan jumlah nilai gaya 68% lebih baik dibandingkan dengan proses pemesinan *down milling*. Sedangkan kondisi pemotongan II arah pemakanan *up milling* memiliki gaya yang terkecil atau terbaik dibandingkan dengan pemesinan *down milling* sebesar 8%. Hasil

pemesinan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pemotongan *up milling* lebih baik dari pemotongan *down milling* didalam pengaruh gaya pemotongan.

.

**Kata kunci:** *Up Milling, Down Milling, Proses Pemesinan, Milling, Cutting Tool End Milling. Titanium Alloy (Ti6Al4V)*



## SUMMARY

### THE ANALYSIS OF MACHINING PROCESS OF UP MILLING AND DOWN MILLING USING DEFORM-3D SOFTWARE

Scientific Writing in the form of Thesis, July 26, 2019

Dimas Aji Tri Setiawan; Supervised by Muhammad Yanis, S.T., M.T

### ANALISIS PROSES PEMESINAN UP MILLING DAN DOWN MILLING DENGAN SOFTWARE DEFORM-3D

xxvii + 64 pages, 3 tables, 49 images, 5 attachments

#### SUMMARY

Titanium alloy (Ti6Al4V) is widely used in the aerospace, automotive, and chemical industries. The material properties of titanium alloy have better corrosion resistible and strength compared to steel and aluminum. However, titanium alloy is categorized as a material that is difficult to follow machining process. Therefore, it must follow some special techniques to get a good machine (machineability). When the process of machining the milling is being done, it creates a force that occurs on the workpiece. This research tried to analyze the effects of machining process the feeding direction of up milling and down milling toward the force on the workpiece when the process of machining was being done. This end milling machining simulation model uses DEFORM-3D Finite Element Method (FEM) software. The cutting tool used for this simulation process is helical end milling with chisel material, a solid carbide that has a tool diameter 16 mm with a helix angle of 50 degrees. This simulation is carried out using two cutting conditions. The results of the simulation of cutting process 1 shows the best or the smallest force are produced by up milling machining process. The amount of the force value is 68 %, it's better than the down milling machining process. In the other hand, the cutting condition II with up milling direction has the smallest and best force compared to down milling, it is 8%. The result of this study also shows that based on the influence of cutting force, up milling cutting process is considered better than down milling cutting process.

**Keywords:** Up Milling, Down Milling, Machining Process, Milling, Cutting  
Tool End Milling, Titanium Alloy (Ti6Al4V)

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunia-Nya, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini berjudul “**Analisis Proses Pemesinan *Up Milling* dan *Down Milling* dengan *Software DEFORM-3D*”.**

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak berkerja sendirian, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak terkait, antara lain:

1. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
2. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Muhammad Yanis, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan ilmu yang bermandaat, bimbingan, nasihat, dan motivasi dalam pengerjaan skripsi.
4. Dosen-dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah membekali saya dengan ilmu yang bermanfaat sebelum menyusun skripsi ini.
5. Keluarga dan teman-teman yang telah memberikan dukungan selama penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan berkontribusi dalam dunia pendidikan dan industri manufaktur agar dapat menentukan nilai terbaik terhadap pengukuran proses *up-milling* dan *down milling*.

Palembang, Oktober 2019

Dimas Aji Tri Setiawan



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan.....	iii
Halaman Pengesahan Agenda .....	v
Halaman Persetujuan .....	vii
Halaman Persetujuan Publikasi .....	ix
Halaman Pernyataan Integritas .....	xi
Ringkasan .....	xiii
Summary .....	xv
Kata Pengantar .....	xvii
Daftar Isi .....	xix
Daftar Gambar .....	xxi
Daftar Tabel .....	xxv
Daftar Lampiran .....	xxvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Studi Literatur .....	5
2.2 Proses Frais ( <i>Milling Process</i> ) .....	6
2.2.1 Klasifikasi Proses Frais .....	8
2.2.1.1 <i>Peripheral Milling</i> .....	8
2.2.1.2 <i>Face Milling</i> .....	9
2.2.1.3 <i>End Milling</i> .....	10
2.2.2 Metode Proses Frais .....	10
2.2.2.1 <i>Up Milling</i> .....	11
2.2.2.2 <i>Down Milling</i> .....	12

2.3 Pahat ( <i>Cutting Tool</i> ) .....	12
2.3.1 Material Pahat .....	13
2.4 Titanium Alloy Ti6Al4V .....	13
2.5 Sifat-Sifat Deformasi .....	14
2.5.1 Deformasi Plastis .....	16
2.5.2 Deformasi Elastis .....	16
2.6 Sumbu Pemotongan .....	17
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....	19
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	19
3.2 Prosedur Penelitian .....	20
3.2.1 Paramater Simulasi Balok .....	20
3.2.2 Diagram Pemodelan DEFORM-3D .....	25
3.2.2.1 Pre Processor .....	25
3.2.2.2 Processor (Simulator) .....	38
3.2.2.3 Post Processor .....	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	43
4.1 Hasil Simulasi .....	43
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	61
5.1 Kesimpulan .....	61
5.2 Saran .....	61
DAFTAR RUJUKAN .....	63

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 : <i>Peripheral milling (slab milling)</i> .....	9
Gambar 2.2 : Frais muka ( <i>face milling</i> ) .....	9
Gambar 2.3 : Frais jari ( <i>end milling</i> ) .....	10
Gambar 2.4 : Pemesinan <i>up milling</i> .....	11
Gambar 2.5 : Pemesinan <i>down milling</i> .....	12
Gambar 2.6 : Grafik pengujian deformasi.....	15
Gambar 2.7 : Sumbu koordinat pada pemesinan frais .....	17
Gambar 2.8 : Sumbu x, y, dan z saat proses pemesinan .....	17
Gambar 3.1 : Diagram alir penelitian .....	19
Gambar 3.2 : Pahat <i>endmilling</i> jenis helical dengan 4 <i>flute</i> .....	22
Gambar 3.3 : Mesh awal pada benda kerja .....	23
Gambar 3.4 : Hasil chip dan besar elemen yang diperoleh saat proses <i>running</i>	24
Gambar 3.5 : Diagram alir pemodelan simulasi pada <i>software</i> DEFORM-3D .	25
Gambar 3.6 : Jendela awal <i>software</i> DEFORM-3D .....	26
Gambar 3.7 : Jendela DEFORM-2D/3D Pre .....	27
Gambar 3.8 : Menu simulasi <i>object geometry</i> .....	27
Gambar 3.9 : Menu <i>input geometry</i> balok .....	28
Gambar 3.10 : Tampilan <i>output geometry workpiece</i> balok .....	29
Gambar 3.11 : Menu <i>object type</i> .....	29
Gambar 3.12 : Menu <i>input material library</i> .....	30
Gambar 3.13 : Menu pada <i>mesh</i> .....	30
Gambar 3.14 : Menu <i>detailed setting mesh</i> .....	31
Gambar 3.15 : Menu <i>weighting factors</i> .....	32
Gambar 3.16 : <i>Mesh window</i> pada benda kerja .....	32
Gambar 3.17 : Hasil <i>output surface mesh</i> dan <i>solid mesh</i> .....	33
Gambar 3.18 : Tampilan menu untuk memasukkan <i>boundary condition</i> .....	34
Gambar 3.19 : Jendela memasukkan data mata pahat .....	34
Gambar 3.20 : <i>Object selection</i> .....	35
Gambar 3.21 : Tampilan Pahat pada Balok .....	35
Gambar 3.22 : Menu <i>input material library</i> .....	36

Gambar 3.23 : Tampilan <i>window</i> pergerakan ( <i>movement</i> ) <i>object</i> .....	37
Gambar 3.24 : Menu <i>object positioning</i> .....	37
Gambar 3.25 : <i>Processor</i> (simulator) <i>run option</i> .....	38
Gambar 3.26 : Jendela menu <i>Post Processor</i> .....	39
Gambar 3.27 : Jendela awal <i>Post Processor</i> .....	40
Gambar 3.28 : Jendela untuk menampilkan grafik gaya yang diinginkan <i>Graph</i> ( <i>load stroke</i> ) .....	41
Gambar 3.29 : Contoh hasil parameter gaya yang diinginkan .....	41
Gambar 4.1 : Hasil dari grafik gaya sumbu x pada kondisi pemotongan I dengan arah pemakanan <i>up milling</i> .....	44
Gambar 4.2 : Hasil dari grafik gaya sumbu y pada kondisi pemotongan I dengan arah pemakanan <i>up milling</i> .....	45
Gambar 4.3 : Hasil dari grafik gaya sumbu z pada kondisi pemotongan I dengan arah pemakanan <i>up milling</i> .....	46
Gambar 4.4 : Hasil dari grafik gaya sumbu x pada kondisi pemotongan II dengan arah pemakanan <i>up milling</i> .....	47
Gambar 4.5 : Hasil dari grafik gaya sumbu y pada kondisi pemotongan II dengan arah pemakanan <i>up milling</i> .....	48
Gambar 4.6 : Hasil dari grafik gaya sumbu z pada kondisi pemotongan II dengan arah pemakanan <i>up milling</i> .....	49
Gambar 4.7 : Hasil dari grafik gaya sumbu x pada kondisi pemotongan I dengan arah pemakanan <i>down milling</i> .....	50
Gambar 4.8 : Hasil dari grafik gaya sumbu y pada kondisi pemotongan I dengan arah pemakanan <i>down milling</i> .....	51
Gambar 4.9 : Hasil dari grafik gaya sumbu z pada kondisi pemotongan I dengan arah pemakanan <i>down milling</i> .....	52
Gambar 4.10 : Hasil dari grafik gaya sumbu x pada kondisi pemotongan II dengan arah pemakanan <i>down milling</i> .....	53
Gambar 4.11 : Hasil dari grafik gaya sumbu y pada kondisi pemotongan II dengan arah pemakanan <i>down milling</i> .....	54
Gambar 4.12 : Hasil dari grafik gaya sumbu z pada kondisi pemotongan II dengan arah pemakanan <i>down milling</i> .....	55



Gambar 4.13 : Perbandingan hasil gaya x, y, dan z untuk setiap kondisi pemotongan I dan II pada proses <i>up milling</i> .....	56
Gambar 4.14 Perbandingan hasil gaya x, y, dan z untuk setiap kondisi pemotongan I dan II pada proses <i>down milling</i> .....	57
Gambar 4.15 : Grafik gaya sumbu x terhadap eksperimen dan simulasi pemesinan <i>up milling</i> terhadap kondisi pemotongan I dan II .....	58
Gambar 4.16 : Grafik gaya sumbu x terhadap eksperimen dan simulasi pemesinan <i>down milling</i> terhadap kondisi pemotongan I dan II .....	59



## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 3.1 Karakteristik Mekanik Balok Ti6Al4V (Feng et al., 2016).....	21
Tabel 3.2 Kondisi Pemotongan Ti6Al4V (Feng et al., 2016).....	21
Tabel 4.2 Data Input Simulasi .....	21



## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>
Pre Processor .....	65
Processor (Simulator) .....	72
Post Processor .....	73



# ANALISIS PROSES PEMESINAN *UP MILLING* DAN *DOWN MILLING* DENGAN *SOFTWARE* DEFORM-3D

Muhammad Yanis\*, Dimas Aji Tri Setiawan

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang

[yanis@unsri.ac.id](mailto:yanis@unsri.ac.id)

## Abstrak

Titanium alloy (Ti6Al4V) merupakan titanium paduan yang banyak digunakan dalam bidang kedirgantaraan, industri otomotif dan kimia. Sifat material titanium alloy memiliki ketahanan dan kekuatan terhadap korosi yang lebih baik dibandingkan baja dan aluminium. Namun titanium alloy dikategorikan sebagai material yang sulit dilakukan pemesinan dan harus mengikuti teknik khusus untuk mendapatkan mampu mesin yang baik (*machineability*). Saat proses pemesinan *milling* pada titanium alloy dilakukan menimbulkan gaya yang terjadi pada benda kerja. Penelitian ini menganalisis pengaruh proses pemesinan antara arah pemakanan *up milling* dan arah pemakanan *down milling* terhadap gaya yang terjadi pada benda kerja saat dilakukan pemesinan. Pemodelan simulasi pemesinan *endmilling* ini menggunakan *software Finite Element Method* (FEM) DEFORM-3D. Alat potong yang digunakan untuk proses simulasi ini berjenis helikal *end milling* dengan material pahat alat potong yaitu solid karbid yang memiliki diameter *tool* 16 mm dengan sudut helix 50 derajat. Simulasi ini dilakukan dengan menggunakan dua kondisi pemotongan. Hasil simulasi yang telah dilakukan kondisi pemotongan I gaya yang terbaik atau yang terkecil dimiliki oleh pemesinan *up milling* dengan jumlah nilai gaya 68% lebih baik dibandingkan dengan proses pemesinan *down milling*. Sedangkan kondisi pemotongan II arah pemakanan *up milling* memiliki gaya yang terkecil atau terbaik dibandingkan dengan pemesinan *down milling* sebesar 8%. Hasil pemesinan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pemotongan *up milling* lebih baik dari pemotongan *down milling* didalam pengaruh gaya pemotongan.

**Kata kunci:** *Up Milling, Down Milling, Proses Pemesinan, Milling, Cutting Tool End Milling, Titanium Alloy (Ti6Al4V)*

Mengetahui  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yadi, ST, M.Eng, Ph.D  
NIP.19712251997021001

Pembimbing Skripsi,



Muhammad Yanis, S.T, M.T  
NIP. 197002281994121001





# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya teknologi dan jaman, penggunaan mesin frais (*milling*) baik untuk keperluan produksi maupun untuk keperluan pendidikan yang sangat dibutuhkan untuk mendapatkan suatu produk berkualitas. Dalam bidang pemesinan dibutuhkan pengetahuan teoritik dan praktis diantaranya mengenai sifat mampu mesin yang baik (*machineability*), mekanisme kehausan pahat serta keterkaitan antara gaya, daya, lenturan dan getaran (Rochim, 2007).

Ketika melakukan proses pemesinan *milling*, penentuan parameter dengan tepat diperlukan untuk menghasilkan suatu komponen yang bertujuan agar dapat mencapai kualitas produksi yang tinggi/baik. Untuk mendapatkannya dilakukanlah pemilihan parameter yang tepat. Hal ini bertujuan untuk memperkecil gaya pemotongan yang dilakukan saat proses pemesinan

Pada proses pemesinan titanium alloy (Ti6Al4V), titanium paduan jenis ini banyak digunakan dalam bidang kedirgantaraan, industri otomotif dan kimia, karena tingkat kekuatan dan ketahanan terhadap korosi yang lebih tinggi dari baja dan alumunium serta mempunyai modulus elastis yang rendah (Yameogo et al., 2017). Namun, titanium alloy dikategorikan sebagai material yang sulit dimesin dan harus mengikuti teknik khusus untuk mendapatkan mampu mesin yang baik (*machinability*), hal ini dikarenakan reaktivitas kimia yang tinggi (Pramanik et al., 2013).

Banyaknya proses pemesinan pada titanium alloy terhadap gaya yang ditimbulkan pada benda kerja, sehingga menyebabkan besarnya gaya yang terjadi pada saat proses pemesinan. Pemesinan *milling* dibedakan menjadi dua macam cara berdasarkan arah pemakanannya yaitu mengefrais naik (*up milling*) dan mengefrais turun (*down milling*).

Pada penelitian simulasi ini bentuk *cutting tool endmilling* serta jumlah *flute* (jumlah mata potong) yang banyak membuat gaya potong bervariasi, baik

dengan arah pemakanan, kecepatan potong, maupun arah proses pemotongan. Proses penelitian ini mencoba menganalisis perbandingan gaya yang dihasilkan dengan arah pemakanan *up milling* dan *down milling* yang akan dilakukan dengan metode prediksi pemodelan pemesinan dengan menggunakan simulasi pada *software* DEFORM-3D. Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian ini akan membahas tentang “**Analisis Proses Pemesinan *Up Milling* dan *Down Milling* dengan *Software* DEFORM-3D**”

## **1.2 Rumusan Masalah**

Beberapa penelitian yang telah dilakukan dalam menganalisis proses pemesinan pada titanium alloy Ti6Al4V. Banyaknya gaya yang terjadi saat proses pemesinan *milling* titanium alloy baik dengan arah pemakanan *up milling* maupun *down milling*, penelitian ini mencoba melihat gaya yang terjadi dan melakukan perbandingan terhadap gaya saat dilakukannya proses pemesinan menggunakan dua arah pemotongan yang berbeda dengan menggunakan *software* DEFORM-3D.

## **1.3 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada analisis ini, yaitu membatasi pada analisis gaya potong dengan dua arah pemakanan yaitu proses *upmilling* dan *downmilling*, yang berfokus pada pemesinan dengan tidak diberikannya lubrikasi (*dry machining*) dan melihat nilai perbandingan dari hasil antara gaya potong *upmilling* dan *downmilling* pada benda kerja Ti6Al4V ditambahkan dengan defleksi plastis pada benda kerja pada simulasi *software* DEFORM-3D.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian dengan tujuan utama yaitu menganalisis pengaruh proses pemesinan antara *upmilling* dengan proses pemesinan *down milling* terhadap gaya pada benda kerja dengan *software* DEFORM-3D.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan dalam penelitian ini dapat memberikan manfaat antara lain :

1. Penelitian ini berdasarkan penelitian sebelumnya, dimana diharapkan dapat memberikan kontribusi pengembangan penelitian didalam analisis pemesinan dengan arah pemakanan *upmilling* serta pemakanan *downmilling* pada balok Ti6Al4V proses frais *end milling*.
2. Untuk memvalidasi besaran nilai dari penelitian sebelumnya dan mengembangkan *modelling* dari besaran yang diperoleh. Sehingga didapat sebuah prediksi kondisi optimum pada pemesinan *end milling* dari balok Ti6Al4V.



## DAFTAR RUJUKAN

- Avianto, J., Imron, A., & Sujiatanti, S. H. (2013). *Analisa Tegangan Yang Terjadi Pada Geladak Kapal Tanker Akibat Pengaruh Perubahan Letak Pembujur Geladak Dengan Metode Elemen Hingga*. 2(1), 1–6.
- Farisi, A. S., & Sakti, A. M. (2016). *Pengaruh Variasi End Mill Cutter Terhadap Tingkat Kerataan Permukaan dan Bentuk Geram Kuningan dan Aluminium 6061 pada Mesin CNC TU-3A dengan Kode Program G 01*. 4(5), 99–104.
- Feng, J., Sun, Z., Jiang, Z., & Yang, L. (2016). Identification of chatter in milling of Ti-6Al-4V titanium alloy thin-walled workpieces based on cutting force signals and surface topography. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 82(9–12), 1909–1920. <https://doi.org/10.1007/s00170-015-7509-0>
- Groover, M. P. (2010). *Fundamentals of modern manufacturing: materials, processes and systems* (4th ed., Vol. 4th). United States of America: JohnWiley & Sons, Inc.
- Kitagawa, T., Kubo, A., & Maekawa, A. (1992). Temperature and wear of cutting tools in high-speed machining of Incone1718 and Ti-6Al-6V-2Sn. *Temperature and Wear of Cutting Tools in High-Speed Machining of Incone1718 and Ti-6Al-6V-2Sn*, 27(1), 117–120. <https://doi.org/10.1002/crat.2170270121>
- Masmali, M., & Mathew, P. (2017). An Analytical Approach for Machining Thin-walled Workpieces. *Procedia CIRP*, 58, 187–192. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.186>
- Mohrni, A. S., Yanis, M., Sharif, S., Yani, I., Yuliwati, E., Ismail, A. F., & 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. <https://doi.org/10.1063/1.5002355>
- Pramanik, A., Littlefair, G., & Ponds, W. (2013). *Machining of Titanium Alloy Ti 6Al 4V Theory to Application*. 1–62.

- Rochim, T. (2007). *Klasifikasi Proses, Gaya dan Daya Pemesinan*. Bandung: ITB.
- Sonief, A. A., Aditya, A. Y., & Yoedivianto. (2017). *Komparasi Antara Proses Up-Milling Dan Down-Milling Dalam Variasi Speed , Feed Dan Flute Terhadap Kekasaran Permukaan Dalam Pemotongan Al 6061*. 341–346.
- Su, Y., He, N., Li, L., & Li, X. L. (2006). An experimental investigation of effects of cooling/lubrication conditions on tool wear in high-speed end milling of Ti-6Al-4V. *Wear*, 261(7–8), 760–766. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2006.01.013>
- Widarto. (2008). *Teknik Pemesinan Jilid 1 Untuk SMK*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Yameogo, D., Haddag, B., Makich, H., & Nouari, M. (2017). Prediction of the Cutting Forces and Chip Morphology When Machining the Ti6Al4V Alloy Using a Microstructural Coupled Model. *Procedia CIRP*, 58, 335–340. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.233>