

SKRIPSI
ANALISA PENGARUH SUDUT GERAM TERHADAP
TEGANGAN PADA PEMBUBUTAN TITANIUM
DENGAN PENDINGIN SCCO₂ MENGGUNAKAN
SOFTWARE AUTODESK SIMULATION
MECHANICAL 2016



OLEH:
AL FIQHI
03051181320019

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017

SKRIPSI
ANALISA PENGARUH SUDUT GERAM TERHADAP
TEGANGAN PADA PEMBUBUTAN TITANIUM
DENGAN PENDINGIN SCCO₂ MENGGUNAKAN
SOFTWARE AUTODESK SIMULATION
MECHANICAL 2016

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



OLEH:
AL FIQHI
03051181320019

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA PENGARUH SUDUT GERAM TERHADAP
TEGANGAN PADA PEMBUBUTAN TITANIUM DENGAN
PENDINGIN SCCO₂ MENGGUNAKAN SOFTWARE
AUTODESK SIMULATION MECHANICAL 2016**

SKRIPSI

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

Oleh:

AL FIQHI

03051181320019

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Inderalaya, September 2017
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to the supervisor, is written over the text.

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

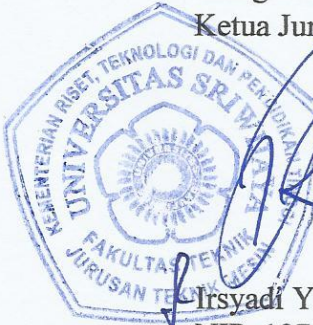
**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

Agenda No. :003/TMAK/2017
Diterima Tanggal :19-09-2017
Paraf :M. Akhiruddin

SKRIPSI

NAMA : AL FIQHI
NIM : 03051181320019
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL : ANALISA PENGARUH SUDUT GERAM
TERHADAP TEGANGAN PADA
PEMBUBUTAN TITANIUM DENGAN
PENDINGIN SCCO₂ MENGGUNAKAN
SOFTWARE AUTODESK SIMULATION
MECHANICAL 2016
DIBERIKAN : Januari 2017
SELESAI : Agustus 2017

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Inderalaya, September 2017
Diperiksa dan disetujui oleh:
Pembimbing Skripsi

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

HALAMAN PERSETUJUAN

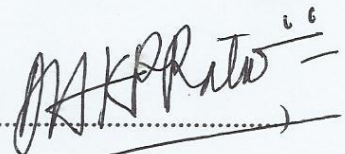
Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisa Pengaruh Sudut Geram terhadap Tegangan pada Pembubutan Titanium dengan Pendingin SCCO₂ Menggunakan Software Autodesk Simulation Mechanical 2016” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya 22 Agustus 2017.

Indralaya, September 2017

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

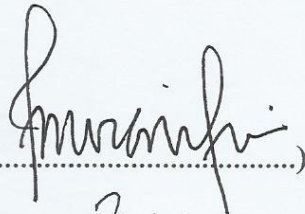
Ketua:

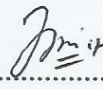
1. Dr. Ir. Diah Kusuma Pratiwi, M.T
NIP. 196307191990032001

()

Anggota:

1. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D
NIP. 197909272003121004
2. Muhammad Yanis, S.T, M.T
NIP. 197002281994121001
3. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D
NIP. 197705072001121001

()

()

()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Yanis, 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 : Al Fiqhi

NIM : 03051181320019

Judul : Analisa Pengaruh Sudut Geram terhadap Tegangan pada Pembubutan Titanium dengan Pendingin SCCO₂ Menggunakan Software Autodesk Simulation Mechanical 2016

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, September 2017



Al Fiqhi

NIM. 03051181320019

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Al Fiqhi

NIM : 03051181320019

Judul : Analisa Pengaruh Sudut Geram terhadap Tegangan pada Pembubutan Titanium dengan Pendingin SCCO₂ Menggunakan Software Autodesk Simulation Mechanical 2016

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, September 2017



Al Fiqhi

NIM. 03051181320019

KATA PENGANTAR

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

Skripsi ini yang berjudul “Analisa Pengaruh Sudut Geram Terhadap Tegangan Pembubutan Titanium dengan Pendingin SCCO₂ Menggunakan Software Autodesk Simulation Mechanical 2016”, disusun untuk dapat melengkapi persyaratan dalam menempuh ujian sarjana di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam pengerjaan skripsi ini, penulis mengucapkan 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. Allah Ta’Ala, berkat rahmat dan limpahan berkat ilmu dari nya, serta izin dari-nya penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
2. Orang tua penulis yang selalu mendukung penulis yang telah memberikan bantuan usaha dan doa dari awal sampai akhir kuliah sehingga semuanya berjalan lancar.
3. Bapak Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph. D, selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
4. Bapak Irsyadi Yani, S. T, M. Eng, Ph. D, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Amir Arifin, S. T, M. Eng, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Dipl.-Ing. Ir. Amrifan S. M, Ph. D, selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang banyak sekali memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
7. Bapak H. Ismail Thamrin, S. T, M. T dan Bapak M. Yanis, S. T, M. T yang banyak memberikan arahan, saran serta petunjuk kepada penulis.

8. Seluruh Staff Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
9. Kak Iwan, Kak Sapril dan Kak Yan yang telah banyak membantu.
10. Perempuan yang seharusnya kutulis namanya di lembar ini, berbahagialah selalu, jangan hilang senyummu meski yang kau pilih tak selucu aku.
11. Sahabat-sahabatku Usman, Rahmat, Fiqih, Yoga, Haris, Rio, Aryo dan Yogi yang telah banyak memberikan semangat, motivasi dan bantuan semasa kuliah.
12. Teman seperjuangan Meizan serta seluruh teman-teman Teknik Mesin khususnya Angkatan 2013 “*Solidarity Forever*”.
13. Teman-teman KBK Produksi
14. Almamaterku Tercinta.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak sekali kekurangan, karena 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, September 2017

Penulis

RINGKASAN

ANALISA PENGARUH SUDUT GERAM TERHADAP TEGANGAN PADA PEMBUBUTAN TITANIUM DENGAN PENDINGIN SCCO₂ MENGGUNAKAN SOFTWARE AUTODESK SIMULATION MECHANICAL 2016

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, September 2017

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

Analysis the Effect of Rake Angle to Stress on Turning for Titanium with SCCO₂ Coolant Uses Autodesk Simulation Mechanical 2016 software.

xxix + 51 Halaman, 6 Tabel, 30 Bagan, 1 Lampiran

RINGKASAN

Dalam penelitian ini akan mencari pengaruh sudut geram terhadap tegangan pahat pada proses pembubutan titanium dengan pendingin SCCO₂ menggunakan simulasi FEM di Software Autodesk Simulation Mechanical 2016.

Hasil analisa pada penelitian ini akan membandingkan hasil dari simulasi menggunakan Software Autodesk Simulation Mechanical 2016 dengan hasil dari jurnal sebagai acuan. Dari perhitungan secara teoritis semakin besar sudut geram maka gaya potong akan semakin kecil dimana gaya Potong (F_c) yaitu 1589 N untuk Sudut Geram (γ) 10° dan 1520 N untuk Sudut Geram (γ) 15°.

Berdasarkan data dari hasil simulasi yang didapat nilai tegangan pada pahat selama proses pembubutan Ti-6Al-4V dengan pendingin SCCO₂ dengan kedalaman potong 1 mm menggunakan pahat karbida menghasilkan nilai tegangan maksimum yaitu 1128.193 N/mm² untuk Sudut Geram (γ) 10° dan 1228.36 N/mm² untuk Sudut Geram (γ) 15°, terjadi kenaikan tegangan untuk setiap kenaikan Sudut Geram (γ). Perbandingan selisih perhitungan penelitian pada jurnal sebagai acuan maupun perhitungan simulasi program memiliki selisih yang tidak terlalu jauh, maka dapat dinyatakan bahwa metode yang digunakan memiliki ketelitian yang sesuai.

Kata Kunci : Autodesk Simulation Mechanical 2016, Gaya Potong, Analisa Tegangan, Pahat Karbida, Ti-6Al-4V

SUMMARY

ANALYSIS THE EFFECT OF RAKE ANGLE TO STRESS ON TURNING TITANIUM WITH SCCO₂ COOLANT USING AUTODESK SIMULATION MECHANICAL 2016 SOFTWARE

Scientific Paper in the form of Skripsi, September 2017

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

Analisa Pengaruh Sudut Geram Terhadap Tegangan pada Pembubutan Titanium dengan Pendingin SCCO₂ Menggunakan Software Autodesk Simulation Mechanical 2016.

xxix + 51 Pages, 6 Table, 30 Picture, 1 Attachment

SUMMARY

This Research will look the effect of Rake Angle to tools stress on Titanium Turning Process with SCCO₂ Coolant Using FEM in Autodesk Simulation Mechanical 2016 software.

The summary of the analysis in this study will compare the summary from simulation using Autodesk Simulation Mechanical 2016 Software with the summaries from Journal as a reference. From the theoretical calculation, Rake Angle increases the Cutting Force will be smaller where the Cut force (F_c) is 1589 N for Rake Angle (γ) 10 ° and 1520 N for Angle Angle (γ) 15 °.

Based on the simulated summary obtained tools stress during turning Ti-6Al-4V with SCCO₂ Coolant, 1 mm depth of cut using Carbida tools, a maximum stress is 1128.193 N/mm² for Rake Angle (γ) 10 ° and 1228.36 N/mm² for Rake Angle (γ) 15 °. There is an increase stress for each Rake Angle (γ). Comparison of the difference of the simulation program has a difference that is not too far, it can be stated that the method used has the accuracy of the appropriate.

Keyword : Autodesk Simulation Mechanical 2016, Cutting Force, Stress Analysis, Carbide Tools, Ti-6Al-4V.

Daftar Isi

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan.....	iii
Halaman Pengesahan Agenda	v
Halaman Persetujuan	vii
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	ix
Halaman Pernyataan Integritas.....	xi
Kata Pengantar	xiii
Ringkasan	xv
Summary	xvii
Daftar Isi.....	xix
Daftar Gambar	xxiii
Daftar Tabel.....	xxv
Daftar Lampiran	xxvii
Daftar Simbol	xxix
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	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Proses Pemesinan Bubut (Turning).....	7
2.1.1 Elemen Dasar Proses Pemesinan	7
2.1.2 Alat Potong (Cutting Tool)	9
2.1.3 Benda Kerja (Workpiece)	10
2.2 Pahat Potong (Cutting Tool)	10
2.2.1 Geometri Pahat.....	10
2.2.2 Bahan Pahat.....	11

2.2.3	Pahat Karbida	11
2.3	Gaya Potong	13
2.4	Tipe Pemotongan.....	14
2.4.1	Pemotongan Tegak (Orthogonal Cutting)	15
2.4.2	Pemotongan Oblique	15
2.5	Titanium	16
2.6	Teknik Pendinginan Cryogenic	17
2.6.1	Proses Pemesinan Cryogenic.....	17
2.6.2	Supercritical Carbon Dioxide (SCCO ₂)	18
2.7	Finite Element Methode (FEM)	19
2.8	Hubungan Antara Proses Pemesinan Cryogenic dan FEM.....	20
2.8.1	Finite Element Simulation.....	21
2.9	Penelitian-penelitian Sebelumnya	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1	Diagram Alir.....	27
3.2	Tahapan Penelitian	28
3.3	Diagram Alir Analisis	28
3.4	Skema Aktual Proses Pemesinan	29
3.5	Langkah-langkah Analisis	31
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Parameter Pemesinan	33
4.2	Data Hasil Perhitungan.....	33
4.3	Tahapan Pemodelan Simulasi	35
4.3.1	Pemodelan Benda Kerja dan Pahat	35
4.4	Setup Simulasi.....	40
4.4.1	Pemilihan Tipe Analisa	40
4.4.2	Meshing	40
4.4.3	Pemberian Material	41
4.4.4	Penerapan Kondisi Batas.....	42
4.4.5	Parameter Analisis.....	43
4.4.6	Menjalankan Simulasi	44
4.4.7	Hasil Simulasi.....	44

4.5 Pembahasan.....	46
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49

Daftar Gambar

Gambar 2.1	Geometri Pahat dan Benda Kerja (Kesavan & Ramnath 2010).	11
Gambar 2.2	Merchant Diagram (Boothroyd & Knight 1989).	13
Gambar 2.3	Pemotongan Tegak (Boothroyd & Knight 1989).	15
Gambar 2.4	Pemotongan Oblique (Boothroyd & Knight 1989).	16
Gambar 2.5	Model Gesekan yang digunakan dalam Finite Element Model (Karpas 2010).	22
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	27
Gambar 3.2	Diagram Alir Analisis	29
Gambar 3.3	Sistem pendinginan Supercritical Carbon Dioxide (SCCO ₂) (Rahim et al. 2016).	30
Gambar 3.4	Kondisi pemesinan (Rahim et al. 2016).	31
Gambar 3.5	Pembuatan Model Prakiraan Simulasi Menggunakan Autodesk Inventor 2016.	32
Gambar 3.6	Tampilan Mesh view dan batas kondisi prakiraan simulasi menggunakan Autodesk Simulation Mechanical 2016	32
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara Shear angle (ϕ) dan Sudut Geram (γ) (Grzesik 2017).	34
Gambar 4.2	Pemodelan Pengujian Pembubutan.	35
Gambar 4.3	Tampilan Awal Autodesk Inventor 2016	36
Gambar 4.4	Sketch 2D Benda Kerja Sudut Geram	37
Gambar 4.6	Hasil Sketch 3D Benda Kerja	37
Gambar 4.7	Sketch 2D Pahat	38
Gambar 4.8	Hasil Extrude Sketch 2D Pahat.	38
Gambar 4.9	Hasil assembly part Pahat dan part Benda kerja.	39
Gambar 4.10	Eksport model ke Autodesk Simulation Mechanical 2016.	39
Gambar 4.11	Pemilihan tipe analisa	40
Gambar 4.12	Model yang sudah di Mesh	41
Gambar 4.13	Element Material Selection.	42

Gambar 4.14	Tampilan Pahat dan Benda Kerja yang sudah di beri Kondisi Batas.....	43
Gambar 4.15	Tampilan Setelah menentukan Parameter Analysis.....	43
Gambar 4.16	Tampilan saat akan diberikan Gaya	44
Gambar 4.17	Posisi pahat saat memotong benda kerja.	45
Gambar 4.18	Tegangan pada pahat akibat pemotongan	45
Gambar 4.19	Perbandingan tegangan pada kedua Sudut Geram pemotongan	46

Daftar Tabel

Tabel 2.1	Penelitian-penelitian Sebelumnya.....	25
Tabel 3.1	Kondisi Batas Pemesinan (Rahim et al. 2016).....	30
Tabel 4.1	Data hasil perhitungan.....	33
Tabel 4.2	Analysis conditions for cutting simulation (Rahim et al. 2016)	36
Tabel 4.3	Properties of Tungsten Carbide (Ginting 2006).....	42
Tabel 4.4	Properties of Titanium Ti-6Al-4V (Ginting 2006).....	42

Daftar Lampiran

Lampiran A.1	Distribusi Temperatur	51
--------------	-----------------------------	----

Daftar Simbol

Lambang	Keterangan	Satuan
A	Luas penampang	mm^2
a	Kedalaman potong	mm
α	Sudut bebas	
d	Diameter	mm
d_0	Diameter awal	mm
d_m	Diameter akhir	mm
F_c	Gaya potong	N
F_s	Gaya geser	N
l_c	Panjang pemesinan	mm
n	Putaran	RPM
r	Rasio	
t_1	Tebal geram sebelum terpotong	mm
t_2	Tebal geram setelah terpotong	mm
t_c	Waktu pemotongan	min
v	Kecepatan potong	m/min
v_f	Kecepatan makan	mm/min
Z	Kecepatan penghasil geram	cm^3/min
γ	Sudut geram	
ϕ	Sudut geser	
π	Phi	
σ	Tegangan	N/mm^2
σ_y	Yield Strength	N/mm^2
σ_w	Fatigue Strength	N/mm^2

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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 & Schmid 2001).

Pada saat ini titanium dan paduan titanium telah banyak digunakan pada mesin pesawat dan mesin rangka. Hal ini dikarenakan titanium dan paduan titanium memiliki kekuatan yang baik pada suhu tinggi, tahan patah dan tahan korosi. Namun, pada dasarnya paduan titanium adalah bahan yang termasuk *Hard Machining* karena memiliki modulus elastisitas rendah, konduktivitas termal rendah dan tingkat reaksi kimia yang tinggi dengan bahan lain. Oleh karena itulah bahan paduan titanium dikelompokkan kedalam bahan yang sukar untuk dilakukan proses pemesinan. Dari seluruh bahan pahat yang tersedia, bahan pahat yang dinilai oleh banyak peneliti sebagai bahan yang cukup baik digunakan untuk pemesinan paduan titanium adalah pahat karbida (WC-Co). Namun harus dicatat bahwa pahat karbida tersebut digunakan pada keadaan pemensinan basah yaitu pada pemotongan yang menggunakan cairan pemotongan dalam kuantitas yang besar (Ginting 2006).

Temperatur pemotongan yang tinggi dan faktor lain seperti tekanan tinggi dan gesekan, akan berdampak pada tingkat keausan dari permukaan aktif pahat dan deformasi plastik pahat. Bahkan apabila temperatur pemotongan mencapai daerah kristalisasi, struktur mikro dari logam penyusun pahat dapat berubah. Akibatnya, pahat mengalami perubahan sifat mekanik yang dapat

mengakibatkan kerusakan pahat dan hasil pemesinan yang buruk (Kalpakjian & Schmid 2001).

Dalam proses pemesinan, suhu pemotongan dan gaya pemotongan merupakan parameter penting yang harus dikontrol atau dikurangi. Suhu pemotongan dan gaya pemotongan akan berpengaruh terhadap umur pahat sehingga mempengaruhi biaya produksi (*cost*). *Metalworking Fluids* yang berupa cairan pendingin (*Coolant*) dan pelumas (*Lubrication*) berperan penting dalam proses pemotongan dan perubahan bentuk benda kerja dalam meningkatkan produktivitas manufaktur dengan meningkatkan umur alat. MWF (*Metalworking fluids*) atau cairan pendingin pemesinan selalu digunakan dalam setiap industri pemesinan, dengan perkiraan konsumsi tahunan seluruh dunia mencapai miliaran liter (Phipps et al. 2005).

Ada berbagai macam MWF (*Metalworking Fluids*), yang meliputi minyak bumi, minyak air (emulsi), aerosol (pengkabutan benda padat), pasta (gel), udara dan gas lainnya. Saat ini, minyak-air (emulsi) sebagai cairan pendingin pemesinan yang paling umum digunakan dalam industri pemesinan. Tetapi mikroba yang tumbuh dari minyak-air (emulsi) menciptakan masalah lingkungan dan kesehatan kerja (Clarens 2013).

Untuk mencapai proses produksi yang berkelanjutan, telah ada berbagai kondisi pemesinan untuk menyelesaikan masalah MWF (*Metal Working Fluids*) yakni dengan menggunakan proses pemesinan kering (*Dry Machining*), pemesinan kering (*Dry Machining*) juga dikenal sebagai MQL (*Minimum Quantity Lubrication*) dan Pemesinan *Cryogenic*. Proses produksi yang berkelanjutan diperlukan dalam industri manufaktur untuk memastikan proses produksi akan menjadi lebih berkelanjutan, sesuai peruntukan untuk meningkatkan kesejahteraan sosial dan bermanfaat bagi lingkungan (Jayal et al. 2010).

Sekilas tentang Proses Pemesinan *Cryogenic*, yaitu proses pemesinan yang menggunakan Nitrogen Cair (LN₂) sebagai pendingin pahat dan benda kerja. Teknik ini sangat efektif dalam mengurangi *Temperatur* proses pemesinan karena kemampuan perpindahan panas yang tinggi dari Nitrogen Cair (LN₂)

tersebut, namun teknik ini memiliki kemampuan pelumasan yang kurang baik (Shoujin et al. 2015).

Saat ini, banyak upaya yang dilakukan untuk mengganti teknik pendinginan ini dengan teknik yang baru, dimana dapat meningkatkan kinerja mesin selain itu juga dapat menekan biaya produksi yang berkelanjutan tersebut. SCCO₂ (*Super Critical Carbon Dioxide*) telah dilihat sebagai potensi untuk menggantikan cairan pendingin yang telah ada dan menjadi salah satu cairan pendingin proses pemesinan yang berkelanjutan. CO₂ (*Carbondioxide*) adalah gas beracun dan memiliki kelarutan yang sangat baik dengan minyak sayur di atas titik kritis (Suhu kritis = 31,2°C, tekanan kritis = 7.38 MPa). CO₂ (*Carbondioxide*) juga adalah gas yang lebih murah dan mudah didapat dibandingkan dengan Nitrogen (N) (Hyatt 1984).

Pemuaian yang cepat dari *supercritical* adalah solusi dari penerapan pelapisan dan penyemprotan yang telah terdokumentasi. Pemuaian SCCO₂ (*Super Critical Carbon Dioxide*) yang cepat dapat menyebabkan gangguan mekanik dari campuran SCCO₂ (*Super Critical Carbon Dioxide*) dan minyak yang menghasilkan partikel minyak dalam ukuran micron (Rahim et al. 2016).

Berdasarkan uraian sebelumnya maka akan dilakukan penelitian yang berjudul “Analisa Pengaruh Sudut Geram Terhadap Tegangan pada Pembubutan Titanium dengan Pendingin SCCO₂ Menggunakan *Software* Autodesk Simulation Mechanical 2016“ sebagai judul yang akan dibahas.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang umum terjadi pada pembubutan titanium terutama mengenai perubahan kondisi pemesinan atau pengaruh perubahan kondisi pemesinan *Cryogenic* terhadap tegangan.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas untuk penulisan Skripsi ini dapat dirumuskan permasalahan yang akan muncul, yaitu bagaimana mengetahui tegangan pada proses pemesinan *Cryogenic* dengan menggunakan

FEM (*Finite Element Method*) simulation program Autodesk Simulation Mechanical 2016.

1.3 Batasan Masalah

Banyaknya masalah yang timbul maka penulis melakukan pembatasan masalah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, antara lain:

1. Aplikasi yang digunakan pada proses penelitian tugas akhir ini adalah Autodesk Simulation Mechanical 2016, mulai dari desain alat potong dan benda kerja sampai dengan simulasi.
2. Penelitian ini dilakukan hanya sebatas simulasi pembubutan dengan bantuan FEM (*Finite Element Method*) simulation program AutoDesk Simulation Mechanical 2016 yang divalidasi dengan mengetahui tegangan pada proses pemesinan *Cryogenic*.
3. Validasi dilakukan dengan mengacu pada eksperimen peneliti lainnya.
4. Alat Potong yang digunakan adalah Pahat Karbida Tungsten
5. Material benda kerja yang digunakan adalah Ti-6Al-4V

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisa Tegangan yang terjadi pada Proses Pemesinan dengan mata pahat jenis Karbida Tungsten dan benda kerja Ti-6Al-4V dengan gaya pemotongan *Orthogonal* menggunakan simulasi FEM (*Finite Element Method*).
2. Mengaplikasikan Autodesk Simulation Mechanical simulation untuk mempermudah dalam menganalisa tegangan dalam proses pemesinan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dirasa penting oleh penulis karena:

1. Sebagai acuan dalam proses pembubutan titanium.
2. Sebagai masukan atau informasi terhadap tegangan pada proses pembubutan titanium dengan menggunakan FEM (*Finite Element Method*) *simulation*.
3. Sebagai bahan referensi bagi penelitian sejenisnya dalam rangka untuk mengembangkan ilmu pengetahuan tentang pendistribusian temperatur pahat pada pembubutan titanium.

DAFTAR PUSTAKA

- Boothroyd, G. & Knight, W.A., 1989. *Fundamentals Of Machining And Machine Tols* 2nd ed., New York: Marcel Dekker.
- Clarens, A.F., 2013. Feasibility of Metalworking Fluids Delivered in Supercritical Carbon Dioxide. , 6125(December 2006).
- Ginting, A., 2006. Karakteristik Pemoangan Ortogonal Kering Paduan Titanium Ti6Al4V Menggunakan Pahat Karbida. , p.7.
- Grzesik, W., 2017. *Chip Formation and Control*,
- Grzesik, W., 2006. Determination of temperature distribution in the cutting zone using hybrid analytical-FEM technique. , 46, pp.651–658.
- Hyatt, J., 1984. Liquid and supercritical carbon dioxide as organic solvents. *Organic Chemistry*.
- Jayal, A. et al., 2010. Sustainable Manufacturing: Modelling and optimization challenges at the product, process and system levels. *Manufacturing Science and Technology*, 2, p.9.
- Kalpajian, S. & Schmid, S.R., 2001. *Manufacturing Engineering and Technology Forth Edition* 4th ed., Hongkong & Macau: Higher Education Press.
- Karpat, Y., 2010. Temperature dependent flow softening of titanium alloy Ti6Al4V An. , 211, pp.737–749.
- Kesavan, R. & Ramnath, B.V., 2010. *Machine Tools* 1st ed., New Delhi: Laxmi.
- Kurniawan, F., 2008. *Study tentang cutting force mesin bubut (desain dynamometer sederhana)*, Surakarta.
- Machai, C. & Biermann, D., 2011. Journal of Materials Processing Technology Machining of -titanium-alloy Ti – 10V – 2Fe – 3Al under cryogenic conditions: Cooling with carbon dioxide snow. *Journal of Materials Processing Tech.*, 211(6), pp.1175–1183. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmatprotec.2011.01.022>.
- Markopoulos, A.P., 2013. *Finite Element Method in Machining Processes*, New York: Springer.
- Phipps, D. et al., 2005. Treatment of spent metalworking fluids Treatment of spent metalworking fluids. , (November).
- Rahim, E.A. et al., 2016. Experimental Investigation of Supercritical Carbon Dioxide (SCCO 2) Performance as a Sustainable Cooling Technique. *Procedia CIRP*, 40, pp.637–641. Available at:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.147>.

- Rochim, T., 2007a. *Klasifikasi, Proses, Gaya & Daya Pemesinan* 1st ed., Bandung: ITB.
- Rochim, T., 2007b. *Perkakas & Sistem Pemerkakasan* 2nd ed., Bandung: ITB.
- Rochim, T., 1993. *Proses Pemesinan*, Jakarta: Erlangga.
- Shoujin, S. et al., 2015. Effects of cryogenic compressed air on the evolution of cutting force and tool wear during machining of Ti-6Al-4V alloy. *Materials Processing Technology*.
- Taylor, P. et al., 2013. International Journal of Computer Integrated Manufacturing State-of-the-art cryogenic machining and processing. , (September 2014), pp.37–41.
- Tom, J. & Debenetti, P., 1999. Particle formation with supercritical fluids – a review. *Aerosol Science*.
- Weon, K., Young, W. & Sin, H., 1999. A finite element analysis for the characteristics of temperature and stress in micro-machining considering the size effect. , 39, pp.1507–1524.