

SKRIPSI
ANALISIS DAYA PEMESINAN PROSES
***SIDE MILLING* MENGGUNAKAN MATERIAL**
BAJA KARBON RENDAH



Oleh:
MUHAMAD FACHRI
03051181320010

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

SKRIPSI
ANALISIS DAYA PEMESINAN PROSES
***SIDE MILLING* MENGGUNAKAN MATERIAL**
BAJA KARBON RENDAH

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



OLEH:
MUHAMAD FACHRI
03051181320010

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS DAYA PEMESINAN PROSES SIDE MILLING MENGGUNAKAN MATERIAL BAJA KARBON RENDAH

SKRIPSI

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

Oleh :
MUHAMAD FACHRI
03051181320010

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

Indralaya, Juni 2018
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi,

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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis berupa Skripsi ini dengan judul "Analisis Daya Pemesinan Proses Side Milling Menggunakan Material Baja Karbon rendah" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 14 Mei 2018.

Indralaya, 14 Mei 2018

Tim Penguji Karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

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

()

Anggota:

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

()

2. Anggota (Gunawan, S.T, M.T, Ph.D)
NIP. 19770507 200112 1 001

()


3. Anggota (Agung Mataram, S.T, M.T, Ph.D)
NIP. 19790105 200312 1 002

( 2/5/18)

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

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

Pembimbing Skripsi

()
Muhammad Yanis, ST, MT
NIP.19760228 199412 1 001


UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda :
Diterima Tgl. :
Paraf :


SKRIPSI

Nama : MUHAMAD FACHRI
NIM : 03051181320010
Jurusan : TEKNIK MESIN
JudulSkripsi : ANALISIS DAYA PEMESINAN PROSES *SIDE MILLING*
MENGGUNAKAN MATERIAL BAJA KARBON RENDAH
Dibuat Tanggal : SEPTEMBER 2017
Selesai Tanggal : MEI 2018

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin


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

Indralaya, Juni 2018
Diperiksa dan disetujui oleh :
Pembimbing Skripsi,


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

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama: Muhamad Fachri

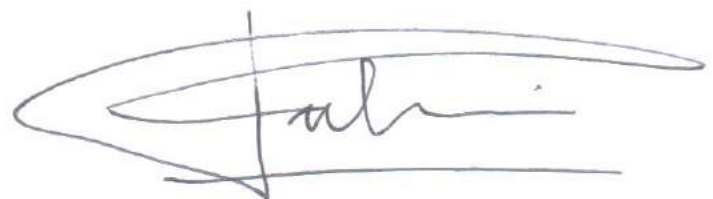
NIM: 03051181320010

Judul: Analisis Daya Pemesinan Proses *Side Milling* Menggunakan Material
Baja Karbon Rendah

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, Juni 2018



Muhamad Fachri

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhamad Fachri

NIM : 03051181320010

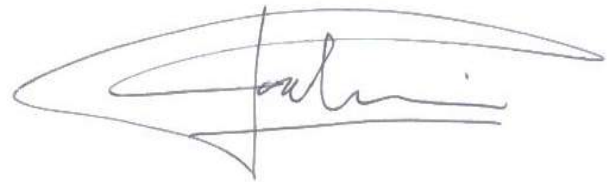
Judul : Analisis Daya Pemesinan Proses *Side Milling* Menggunakan Material
Baja Karbon Rendah

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, Juni 2018



Muhamad Fachri

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa, atas kebaikan-Nya skripsi ini dapat dilaksanakan sebaik-baiknya dan tepat waktu. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk dan mendapatkan gelar sarjana teknik di Universitas Sriwijaya. Penulis dalam kesehariannya telah mendapat banyak bantuan, kritik dan saran yang cukup untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Allah Yang Maha Esa, karena kasih-Nya yang begitu besar, anugerah ilmu, kesempatan dan kesehatan dari-Nya, penulis mampu melaksanakan penelitian dan menyelesaikan tugas akhir.
2. Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Muhammad Yanis, S.T, M.T., selaku Pembimbing Skripsi.
5. Seluruh dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, khususnya dosen KBK Produksi.
6. Kedua orang tua Bapak Feryansyah dan Ibu Nurainah serta saudariku yang telah memberi restu, dukungan dan semangat dalam menyusun skripsi ini.
7. Himpala Bhuwana Cakti yang telah memberikan pengalaman penting selama masa perkuliahan di Universitas Sriwijaya.
8. Teman – teman Teknik Mesin 2013 dan KBK produksi yang telah banyak membantu dalam perkuliahan.

Untuk kesempurnaan skripsi ini, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Inderalaya, Mei 2018

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS DAYA PEMESINAN PROSES SIDE MILLING MENGGUNAKAN MATERIAL BAJA LUNAK

Karya ilmiah berupa skripsi, 14 Mei 2018

Muhamad Fachri; Dibimbing Oleh Muhammad Yanis, S.T, M.T

xiii + 50 halaman, 16 tabel, 13 gambar, 5 lampiran

Besarnya gaya dan daya pemotongan merupakan informasi yang sangat diperlukan dalam perencanaan mesin perkakas, karena hal ini merupakan titik tolak setiap perhitungan dan analisa perencanaan bagi setiap mesin perkakas. Beberapa faktor penyebab besarnya daya yang dikeluarkan pada proses pemesinan yaitu laju pemotongan, kedalaman potong, gerak makan. Pada penelitian ini akan menganalisis daya pemesinan proses *side milling*. Untuk menganalisis daya pemesinan pada pengujian ini dilakukan 16 kali pengujian dengan kondisi pemesinan berdasarkan rancangan CCD (Central Composite Design) dengan tiga parameter pemotongan yaitu laju pemotongan, gerak makan, dan kedalaman potong. Pada proses pemesinan cutting fluid yang digunakan adalah minyak kelapa dengan metode cara penggunaan dikururkan pada bidang aktif pemotongan. Berdasarkan analisis data yang didapat dari proses pengujian diketahui bahwa hubungan laju pemotongan terhadap nilai daya pemesinan adalah kondisi optimum pemotongan terjadi pada kondisi V_c sebesar 16,33 m/min sedangkan hubungan gerak makan dan kedalaman potong terhadap nilai daya pemesinan adalah semakin besar nilai gerak makan dan kedalaman potong maka semakin besar pula nilai daya pemesinan. Nilai daya pemesinan tertinggi dipenelitian ini terdapat pada variabel pengujian dengan $V_c = 31,09$ m/min, $f_z = 0,075$ mm/flute, dan $a_{axial} = 7,5$ mm sebesar 803,25 watt. Sedangkan nilai daya pemesinan terendah dipenelitian ini terdapat pada variabel pengujian dengan $V_c = 9,58$ m/min, $f_z = 0,1$ mm/flute, dan $a_{axial} = 5$ mm sebesar 693 watt dan pada variabel $V_c = 16,33$ m/min, $f_z = 0,075$ mm/flute dan $a_{axial} = 3,3$ mm sebesar 693 watt. Hasil analisis daya pemesinan menunjukkan efisiensi pemesinan pada saat proses pengujian adalah sebesar 47,5 % dan efisiensi mekanik atau efisiensi pada mesin yang digunakan adalah sebesar 79,5 % s.d 81 % pada setiap pengujian.

Kata Kunci : Daya pemesinan, Efisiensi pemesinan, Daya potong, Laju pemotongan, Gerak makan, Kedalaman potong, Central composite design

SUMMARY

ANALYSIS OF MACHINING POWER FOR SIDE MILLING PROCESS USING LOW CARBON STEEL

Final Project, Mei 2018

Muhamad Fachri; Supervised by Muhammad Yanis, S.T, M.T

xxii + 50 pages, 16 table, 13 pictures, 5 attachment

The magnitude of cutting force and power was necessary information in planning appliance machine, because that was the starting point for every counting and planning analysis of each appliance. Few factors of high power cause produced on machinery process were cutting rate, cutting profound and consuming moves. This research would like to analyze the consumed power in side milling process. This research conduct 16 tests with machinery condition based on CCD (Central Composite Design) planning with three parameters of cutting which were cutting rate, consuming moves and cutting profound. During the machinery process of cutting fluid, the fluid used was coconut oil by spreading it on active cutting surface. Based on the data analysis result from the testing process, it was found out that the correlation of cutting rate toward consumed power value in optimum cutting condition was occurred in V_c on the amount 16,33m.min while the correlation of consuming moves and cutting profound toward consumed power value was the bigger consuming moves and cutting profound, the bigger the consumed power value. The highest consumed value in this research was showed on testing variable with $V_c = 31,09$ m/min, $f_z = 0,075$ mm/flute, and $a_{axial} = 7,5$ mm in the amount of 803,25 watt. While the lowest consumed power value in this research was noted on testing variable with $V_c = 9,58$ m/min, $f_z = 0,1$ mm/flute, and $a_{axial} = 5$ mm in the amount of 693 watt and in variable $V_c = 16,33$ m/min, $f_z = 0,075$ mm/flute and $a_{axial} = 3,3$ mm in the amount of 683 watt. The analysis result of the consumed power showed an efficiency machine during the testing process in the amount of 47,5 % and the mechanical efficiency on the machine used was 79,5 % s.d 81 % on each testing.

Keywords : Machining power, cutting power, cutting rate, consuming moves, cutting profound, Central composite design.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	v
HALAMAN PENGEAHAN AGENDA.....	vii
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	ix
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
RINGKASAN.....	xv
SUMMARY.....	xvi
DAFTAR ISI.....	xix
DAFTAR GAMBAR.....	xxi
DAFTAR TABEL.....	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxv
DAFTAR NOTASI.....	xxvii
BAB 1 PENDAHULUAN	
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
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Proses Pemesinan.....	5
2.2 Proses Pemesinan Freis	5
2.2.1 Mesin Freis.....	5

2.2.1.1 Klasifikasi Mesin Freis.....	6
2.2.1.2 Komponen Utama Mesin Freis Column and Knee.....	7
2.3 Elemen Dasar Proses Freis.....	9
2.4 Baja.....	11
2.4.1 Klasifikasi Baja.....	12
2.4.2 Baja Karbon.....	12
2.5 Pahat (Cutting Tools).....	14
2.5.1 Material Pahat.....	14
2.5.1.1 High Speed Steels (HSS).....	15
2.6 Daya Pemesinan (Machining Power).....	16
2.7 Daya dan Efisiensi Pemotongan/Pemesinan.....	16
2.8 Daya Listrik.....	19
2.9 Cutting Fluids.....	20
2.9.1 Jenis-jenis Cutting Fluids.....	20
2.9.1.1 Minyak Nabati.....	21
2.9.1.2 Minyak Mineral.....	21
2.9.2 Metode Penggunaan Cutting Fluids.....	22
2.10 Penelitian - Penelitian Sebelumnya.....	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tempat Penelitian.....	26
3.2 Prosedur Pengujian.....	26
3.3 Langkah Pengujian.....	28
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	28
3.5 Variabel Proses.....	29
3.6 Komposisi Kimia Pahat Benda Kerja.....	31
3.7 Pengujian Viskositas.....	32

BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Hasil Pengujian	33
4.1.1 Pembahasan Daya Pemesinan.....	34
4.2 Pengaruh Variabel Proses Pengujian.....	34
4.2.1 Pengaruh Laju Pemotongan (V_c) terhadap Daya Pemesinan.....	34
4.2.2 Pengaruh Gerak Makan (f_z) terhadap Daya Pemesinan.....	36
4.2.3 Pengaruh Kedalaman Potong (a_{axial}) terhadap Daya Pemesinan.....	37
4.3 Efisiensi Pemesinan.....	38
4.3.1 Hubungan Laju Pemotongan (V_c) terhadap Nilai Daya Potong.....	39
4.3.2 Hubungan Gerak Makan (f_z) terhadap Nilai Daya Potong.....	40
4.3.3 Hubungan Kedalaman Potong (a_{axial}) terhadap Nilai Daya Potong.....	42
4.3.4 Tabel Efisiensi Pemesinan.....	43
4.4 Daya yang Tersedia.....	44
4.5 Efisiensi Mekanik.....	45
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Face Milling, Proses Slab Milling.....	6
Gambar 2.2 (a) Up Milling, (b) Down Milling.....	6
Gambar 2.3 (a)Horizontal Milling Machine (b) Vertical Milling Machine.....	7
Gambar 2.4 Proses Freis Datar dan Freis Tegak.....	10
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	27
Gambar 3.2 Mesin Freis DALHI DL-U2.....	29
Gambar 4.1 Grafik Laju Pemotongan terhadap Nilai Daya Pemesinan.....	35
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Gerak Makan terhadap Nilai Daya Pemesina...	36
Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Kedalaman Potong terhadap Daya Pemesinan...	37
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Laju Pemotongan Nc 20% dan Nc 75%.....	40
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Gerak Makan Nc 20% dan Nc 75%.....	41
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Kedalaman Potong Nc 20% dan Nc 75%.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Parameter Pengujian.....	30
Tabel 3.2 Komposisi Kimia Pahat end mill HSS.....	31
Tabel 3.3 Komposisi Kimia Baja Karbon Rendah	31
Tabel 3.4 Hasil Uji Viskositas.....	32
Tabel 4.1 Hasil Pengujian.....	33
Tabel 4.2 Pengambilan Nilai untuk Analisi Pengaruh Laju Pemotongan.....	35
Tabel 4.3 Pengambilan Nilai untuk Pengaruh Gerak Makan.....	36
Tabel 4.4 Pengambilan Nilai untuk Pengaruh Kedalaman Potong.....	37
Tabel 4.5 Daya Potong Berdasarkan Efisiensi Pemesinan Teoritis 20% & 75.	39
Tabel 4.6 Pengambilan Nilai untuk Analisis Hubungan Laju Pemotongan...	39
Tabel 4.7 Pengambilan Nilai untuk Analisis Hubungan Gerak Makan.....	40
Tabel 4.8 Pengambilan Nilai untuk Analisis Hubungan Kedalaman Potong...	42
Tabel 4.9 Efisiensi Pemesinan.....	43
Tabel 4.10 Daya yang Tersedia.....	44
Tabel 4.11 Efisiensi Mekanik.....	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Hasil Pengujian Kabel Merah dan Kabel Kuning.....	51
Lampiran B.1 Hasil Pengujian Kabel Hitam dan Variabel Parameter.....	52
Lampiran C.1 Kondisi Pemesinan Berdasarkan Rancangan CCD.....	53

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada umumnya proses pemotongan logam oleh mesin (proses pemesinan), dipergunakan mesin perkakas sebagai sarana terjadinya interaksi dalam bentuk potong (*cutting*) dan gerak makan (*feeding*) antara pahat potong (*tools*) dengan material benda kerja. Dengan demikian mesin perkakas dapat digerakkan sedemikian rupa sehingga memungkinkan terjadinya proses pemotongan material benda kerja oleh pahat potong. Mesin perkakas yang baik mampu menghasilkan produk benda kerja dalam berbagai macam bentuk yang berkualitas (Tolosi et al., 2013).

Proses pemesinan merupakan proses pembuatan sebuah produk yang memanfaatkan gerak relative antara pahat dan benda kerja. Akibat adanya gerak relative ini, bagian dari produksi akan dibuang melalui mekanisme pergeseran (*shearing*). Gaya untuk pergeseran yang diberikan oleh pahat supaya proses dapat berlangsung pada hakikatnya harus melebihi kekuatan geser yang dimiliki oleh bahan benda kerja. Oleh sebab itu dibutuhkan daya yang cukup agar kekuatan geser yang diberikan oleh pahat dapat menyebabkan terbentuknya geram (material buangan). Pada umumnya daya ini didapat dari hasil konversi energi listrik sebagai sumber daya utama suatu mesin perkakas menjadi daya mekanik yang disalurkan melalui pahat/spindle (Mulyadi, 2015).

Besarnya gaya dan daya pemotongan merupakan informasi yang sangat diperlukan dalam perencanaan mesin perkakas, karena hal ini merupakan titik tolak setiap perhitungan dan analisa perencanaan bagi setiap jenis mesin perkakas. Demikian pula halnya dalam perencanaan proses pemesinan, dimana gaya dan daya pemotongan akan merupakan faktor kendala yang perlu diperhitungkan. Dalam kondisi pemotongan dapat direncanakan, dan dari hasil perhitungan daya pemotongan maka didapat ditentukan ukuran/kemampuan

mesin perkakas yang akan dipilih, atau mungkin juga diperlukan modifikasi kondisi pemotongan tersebut berhubungan dengan keterbatasan daya yang tersedia (Rochim, 2007).

Dari masalah diatas analisa terhadap penggunaan daya pada proses pemesinan sangat perlu untuk dapat diketahui, karena dapat berpengaruh pada waktu proses pemesinan. Oleh sebab itu, maka diambil judul “**ANALISIS DAYA PEMESINAN PROSES SIDE MILLING MENGGUNAKAN MATERIAL BAJA LUNAK**”.

1.2 Rumusan Masalah

Faktor yang mempengaruhi besarnya energi pemotongan diantaranya daya pemotongan, laju pemotongan, gerak makan, kedalaman potong dan material benda kerja. Permasalahan pokok dalam penulisan ini adalah pengaruh laju pemotongan, gerak makan dan kedalaman potong terhadap daya pemesinan pada proses *side milling* menggunakan material baja lunak.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yaitu ;

1. Mesin yang digunakan adalah mesin freis vertical.
2. Pahat yang digunakan adalah pahat jenis end milling HSS dengan *flute* 4 dan diameter 10mm.
3. Benda kerja yang digunakan adalah baja lunak dengan dimensi 20mm x 100mm x 100mm.
4. Metode freis yang digunakan adalah *side milling*.
5. *Cutting fluids* yang digunakan dalam penelitian adalah minyak kelapa.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis daya pemesinan yang dibutuhkan selama proses pemesinan dan dapat mengetahui besarnya konsumsi daya yang diperlukan untuk suatu proses pemesinan.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Mengetahui pengaruh laju pemotongan, gerak makan dan kedalaman potong pada pengujian daya pemesinan.
2. Mengetahui efisiensi pemesinan pada saat proses pengujian dan mengetahui efisiensi mekanik pada mesin freis yang digunakan.

1.6 Sistematika penulisan

Pada penulisan skripsi ini, sistematika penulisan terdiri dari bab-bab yang berkaitan satu sama lain dimana tiap bab terdapat uraian dan gambaran yang mencakup pembahasan skripsi ini secara keseluruhan. Adapun bab-bab tersebut meliputi :

BAB 1 PENDAHULUAN

Merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang, batasan masalah, tujuan dan mafaat dari penelitian , metode penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 TIJAUAN PUSTAKA

Membahas tentang teori dasar yang melandasi pembahasan skripsi ini dan data yang akan mendukung dalam melakukan penelitian berdasarkan literature.

BAB 3 METODELOGI PENELITIAN

Membahas tentang diagram alir penelitian, literature, batas penelitian, analisis dan pengolahan data.

BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

Membahas tentang data hasil pengujian diagram, tabel dan pembahasan tentang data dari hasil pengujian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Membahas tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Boothroyd, G., and Knight, W.A., 1989. FUNDAMENTAL OF MACHINING AND MACHINE TOOLS.
- Boothroyd, G., and Knight, W.A., 1989. Fundamentals of machining and machine tools.
- Burlian, M.T. firmansyah. I., Yanis, S.T.M.T.M., Firdaus, S.T.M.T.A., Gunawan, S.T.M.E., Arifin, S.T.M. eng. A., Kurniawan, A., and Ramadhan, M.F., 2010. Penentuan Kualitas pahat HSS (High Speed Steel) Mata Tunggal Dengan Analisa Umur Pahat Pada Proses Bubut.
- Chamdy, A., 2016. DAN KECEPATAN GERAK PEMAKANAN BAJA ST37 MENGGUNAKAN PAHAT HSS TERHADAP.
- Dwijana, I.G.K., 2009. Analisa Pengaruh Modifikasi Pahat Bubut Terhadap Gaya , Daya dan Temperatur Pemotongan pada Pembubutan Material St 42 Analysis of Cutting Tool Modification Effect toward Force , Power and Temperature at Cutting of Material St 42 3, 105–113.
- Gunst, R.F., 1996. Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments. *Technometrics* 38, 284–286. <https://doi.org/10.1080/00401706.1996.10484509>
- Handoyo, Y., 2015. Pengaruh Quenching Dan Tempering Pada Baja JIS Grade S45C Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Crankshaft. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 3, 102–115.
- Hemanto, D.R., 2016. ANALISIS KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA MESIN FRAIS UNIVERSAL MILKO 12 DENGAN VARIASI PARAMETER PEMESINAN.
- Melipurbowo, B.G., 2016. Pengukuran Daya Listrik Real Time Dengan 12, 17–23.
- Mulyadi, I.H., 2015. Kontribusi Pengaruh Kekasaran Permukaan dan Keausan Pahat Terhadap Konsumsi Energi Listrik Langsung Pada Proses Pemesinan Dingin dan Kering : Studi Kasus Proses Skrap Baja ST 37 (Baja Karbon

- Rendah) 37, 1–10.
- Oberg, E., JONES, F.D., and HOLBROOK, 2012. Machinery ' s Handbook.
- Rahdiyanta, D., 2010. BUKU 3 PROSES FRAIS (MILLING) 1–26.
- Rusmardi, and Feidihal, 2006. Analisa persentase kandungan karbon pada logam baja. *Teknik Mesin* 1.
- Rochim, T., 2007. *Proses Pemesinan buku 1: Klasifikasi Proses, Gaya dan Daya Pemesinan* 1st ed., Bandung: ITB
- Singh, R., 2006. Introduction to Basic Manufacturing Process and Workshop Technology, Zhurnal Eksperimental'noi i Teoreticheskoi Fiziki.
- Supriadi, 2008. PROSES PEMOTONGAN LOGAM PEMOTONGAN MODERAT PADA PEMESINAN KERING (BAJA KARBON AISI 1045 - PAHAT KARBIDA TAK BERLAPIS , WC + 6 % Co , TIPE K).
- Syahrullail, S., Kamitani, S., and Shakirin, A., 2013. Performance of vegetable oil as lubricant in extreme pressure condition. *Procedia Engineering* 68, 172–177. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.12.164>
- Tolosi, K., Poeng, R., and Lumintang, R., 2013. MESIN FRAIS HORIZONTAL KUNZMANN UF6N.
- Widarto, 2008. Teknik Pemesinan.