

SKRIPSI
PENGARUH KONDISI PEMESINAN DAN CAIRAN
PENDINGIN MINYAK SAWIT SERTA MINYAK
KELAPA TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN
PADA PROSES FREIS



SRI HARTINI

03111405016

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2015

SKRIPSI
PENGARUH KONDISI PEMESINAN DAN CAIRAN
PENDINGIN MINYAK SAWIT SERTA MINYAK
KELAPA TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN
PADA PROSES FREIS

Diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar
Sarjana Teknik Mesin



SRI HARTINI

03111405016

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2015

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Sampul	i
Halaman Judul	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Pengesahan Agenda	iv
Halaman Persetujuan	v
Halaman Pernyataan Publikasi	vi
Halaman Pernyataan Integritas	vii
Halaman Persembahan	viii
Riwayat Penulis	ix
Kata Pengantar	x
Ringkasan	xii
Summary	xiii
Daftar Isi	xiv
Daftar Gambar	xvi
Daftar Tabel	xvii
Daftar Simbol	xviii
Daftar Lampiran	xix
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
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pemesinan Menggunakan Mesin Perkakas Potong	4
2.2. Mesin Freis	5
2.3. Elemen Dasar Pada Proses Freis	7
2.4. Kekasaran Permukaan	9
2.4.1. Permukaan dan Profil	11
2.4.2. Parameter Kekasaran Permukaan	13
2.5. Cairan Pendingin	16

2.5.1. Macam - Macam <i>Cutting Fluid</i>	17
2.5.2. Cairan Pendingin Nabati	19
2.6. Baja Karbon	22
2.7. Perangkat Lunak <i>Design Expert 9.0</i>	23
2.8. Surfaktan Tween 80	24
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	25
3.2. Peralatan dan Bahan Penelitian	26
3.2.1. Mesin Freis	26
3.2.2. Alat Uji Kekasaran Permukaan	27
3.2.3. Jangka Sorong	28
3.2.4. Pahat	28
3.2.5. Benda Kerja	29
3.2.6. Alat Uji Komposisi Kimia	30
3.2.7. Piknometer	30
3.2.8. Viskometer Ostwald	31
3.2.9. Cairan Pendingin	32
3.3. Pengukuran Kekasaran Permukaan	30
3.4. Analisa dan Pengolahan Data	30
3.5. Prosedur Penelitian	32
3.6. Hasil Yang Diharapkan	33
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Hasil Pengujian Viskositas dan Densitas Cairan Pendingin	38
4.2. Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan	39
4.3. Hasil Kekasaran Permukaan Berdasarkan Parameter Pemesinan dan Jenis Cairan Pendingin Nabati	40
4.3.1. Pengaruh Kecepatan Potong (V_c) Terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Cairan Pendingin Minyak Sawit	41
4.3.2. Pengaruh Kecepatan Potong (V_c) Terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Cairan Pendingin Minyak Sawit	42
4.3.3. Pengaruh Kecepatan Makan (V_f) Terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Cairan Pendingin Minyak Sawit	43
4.3.4. Pengaruh Kecepatan Makan (V_f) Terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Cairan Pendingin Minyak Sawit	45
4.4. Perbandingan Hasil Kekasaran Permukaan Menggunakan Cairan Pendingin Minyak Sawit dan Minyak Kelapa	46

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

50

5.2. Saran

50

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. (a) Freis datar (<i>slab milling</i>), (b) Freis muka (<i>face milling</i>)	6
2.2. (a) Freis naik (<i>up milling</i>) dan (b) Freis turun (<i>down milling</i>)	7
2.3. Skematis proses freis vertikal dan freis horizontal	7
2.4. Macam-macam bentuk kekasaran permukaan	10
2.5. Beberapa orientasi bidang potong	12
2.6. <i>Surface Roughness Profile</i>	13
2.7. Profil Permukaan	15
2.8. Perangkat Lunak <i>Disign Expert 9.0</i>	24
3.1. Langkah – langkah pengujian	25
3.2. Mesin freis vertikal	26
3.3. <i>Surface Roughnes Tester</i>	27
3.4. Jangka Sorong	28
3.5. Pahat Endmill HSS E GB/T6117	28
3.6. Alat uji komposisi	30
3.7. Piknometer	31
3.8. Viskometer ostwald	31
3.9. <i>Central Composite Design (CCD)</i>	34
3.10. <i>Design expert 9.0</i>	35
4.1. Grafik pengaruh kecepatan potong (V_c) terhadap kekasaran permukaan (R_a) menggunakan cairan pendingin minyak sawit	36
4.2. Grafik pengaruh kecepatan potong (V_c) terhadap kekasaran permukaan (R_a) menggunakan cairan pendingin minyak kelapa	37
4.3. Grafik pengaruh kecepatan makan (V_f) terhadap kekasaran permukaan (R_a) menggunakan cairan pendingin minyak sawiit	39
4.4. Grafik pengaruh kecepatan makan (V_f) terhadap kekasaran permukaan (R_a) menggunakan cairan pendingin minyak sawiit	40
4.5. Grafik perbandingan pengaruh kecepatan potong (V_c) terhadap kekasaran permukaan dengan cairan pendingin minyak sawit dan minyak kelapa	42
4.6. Grafik perbandingan pengaruh kecepatan potong (V_f) terhadap kekasaran permukaan dengan cairan pendingin minyak sawit dan minyak kelapa	43

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Angka Kekasaran Menurut ISO atau DIN 4763: 1981	16
2.2. Sifat Fisik dari cairan pendingin <i>cutting fluid soluble oil</i>	18
2.3. Komposisi asam lemak dari CPO	20
2.4. Sifat fisika-kimia dari minyak kelapa sawit (CPO)	21
3.1. Komposisi kimia pahat endmill	29
3.2. Komposisi kimia benda kerja	29
3.3. Densitas dan viskositas cairan pendingin minyak nabati	30
3.4. Tabel Menentukan α untuk <i>rotatability CCD</i>	31
3.5. Tabel pengumpulan data menurut <i>Central Composite Design (CCD)</i>	32
4.1. Tabel Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan yang Menggunakan Cairan Pendingin Minyak Sawit	34
4.2. Tabel Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan yang Menggunakan Cairan Pendingin Minyak Kelapa	35

DAFTAR SIMBOL

	Satuan
V_c : kecepatan potong	m/min
V_f : kecepatan makan	mm/min
a : kedalaman potong	mm
R_a : kekasaran <i>arithmetic mean</i>	μm
t_c : waktu pemotongan	min

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Uji Kompisisi Pahat dan Material Uji

Lampiran 2. Hasil Uji Viskositas dan Densitas Cairan Pendingin Nabati

Lampiran 3. Gambar Pengujian

DAFTAR PUSTAKA

- Bernadus Romario,2010. *Pengaruh Bio Cutting Fluid Minyak Jarak dan Parameter Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan dan Formasi Chip Baja ST – 45*.Universitas Brawijaya,Malang.
- Chang – Xue, 2002. *Surface Roughness Predictive Modeling: Neural Networks versus Regression*. Departemen of Industrial & Manufacturing Engineering. College of Engineering and Technology Bradley University : Illinois USA.
- Rieldho,2010. *Pengaruh Pemakaian Minyak Sawit sebagai Bio Cutting Fluid Dengan Variasi Kecepatan Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Turning*.Universitas Brawijaya,Malang.
- S.S.Manik, 2010.*Karakteristik Minyak Kelapa Sawit* . Universitas Sumatera Utara, Medan.
- S.S.Hasibuan, 2011. *Uraian Minyak Kelapa* . Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Taufiq Rochim, 2001. *Teori dan teknologi Proses Pemesinan*. Lab.Teknik Produksi dan Metrologi Industri ITB, Penerbit ITB, Bandung.
- Taufiq Rochim, 2007, *Spesifikasi Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometrik*, Lab.Teknik Produksi dan Metrologi Industri ITB, Penerbit ITB, Bandung.
- Taufiq Rochim, 1993, *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*, Lab.Teknik Produksi dan Metrologi Industri ITB, Penerbit ITB, Bandung.
- Vivi Tri Widyanugrum, 2013, *Artificial Neural Network Backpropagation Dengan Momentum Untuk Prediksi Surface Roughness Pada CNC Milling*. ISBN: 978-602-7776-72-2, Universitas Undayana, Bali.

Kuram. E, Babur Ozelik, Erhan Demirbas, 2013, *Enviromentally Friendly Machining: Vegetaable Based Cutting Fluids*. Gebze Institute of Technology, Turkey.

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH KONDISI PEMESINAN DAN CAIRAN
PENDINGIN MINYAK SAWIT SERTA MINYAK
KELAPA TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN
PADA PROSES FREIS**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik**

Oleh :

**SRI HARTINI
03111405016**

Pembimbing,

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

**Menyetujui:
Ketua Jurusan Teknik Mesin,**

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

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

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

SKRIPSI

NAMA : SRI HARTINI
NIM : 03111405016
**MATA KULIAH : PROSES PEMESINAN, PROSES PRODUKSI,
PRAKTIKUM MANUFAKTUR.**
**JUDUL : PENGARUH KONDISI PEMESINAN DAN
CAIRAN PENDINGIN MINYAK SAWIT DAN
MINYAK KELAPA TERHADAP KEKASARAN
PERMUKAAN PADA PROSES FREIS**
DIBERIKAN : Maret 2015
SELESAI : Agustus 2015

Pembimbing,

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

**Menyetujui:
Ketua Jurusan Teknik Mesin,**

**Oomarul Hadi, S.T., M.T.
NIP. 196902131995031001**

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Skripsi ini dengan judul “Pengaruh Kondisi Pemesinan dan Cairan Pendingin Nabati Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Freis” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Palembang, 29 Agustus 2015

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Laporan Skripsi.

Ketua :

1. (.....)

NIP.

Anggota :

2. (.....)

NIP.

3 (.....)

NIP.

Pembimbing

Muhammad Yanis, S.T., M.T

NIP.197002281994121001

Menyetujui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin FT UNSRI

Universitas Sriwijaya

Qomarul Hadi, S.T., M.T.

NIP. 196902131995031001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : SRI HARTINI

NIM : 03111405016

Judul : PENGARUH KONDISI PEMESINAN DAN CAIRAN
PENDINGIN MINYAK SAWIT DAN MINYAK
KELAPA TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN
PADA PROSES FREIS

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, September 2015

Penulis,

Sri Hartini
NIM. 03111405016

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : SRI HARTINI

NIM : 03111405016

Judul : PENGARUH KONDISI PEMESINAN DAN CAIRAN
PENDINGIN MINYAK SAWIT SERTA MINYAK
KELAPA TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN
PADA PROSES FREIS

Menyatakan bahwa Laporan Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Laporan Skripsi, 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 September 2015
Penulis,

Sri Hartini
NIM. 03111405016

HALAMAN PERSEMBAHAN

- Allah SWT tidak akan mengubah nasib suatu kaum sebelum kaum itu mengubah nasibnya sendiri.
- Jangan tunda sampai besok apa yang bisa engkau kerjakan hari ini.
- Manusia tak selamanya benar dan tak selamanya salah, kecuali ia yang selalu mengoreksi diri dan membenarkan kebenaran orang lain atas kekeliruan diri sendiri.
- Surga kecil dan semangat yang aku miliki adalah senyuman dan harapan ibu dan ayah tercinta.
- Jangan pernah menjadi seorang penyerah dan jangan menjadi seorang pengeluh, orang yang hebat meraka yang sudah berjuang dengan kesungguhan dan keiklasanya.
- Sebaik-baiknya kita, sebanyak-banyaknya member manfaat untuk orang banyak.

Karya tulis iniku persembahkan untuk :

- Atas rasa syukur ku kepada ALLAH SWT.
- Kedua orang tuaku yang selalu menyayangi dan mendoa'kanku.
- Saudariku tersayang beserta keluarga besar.
- Dosen Pembimbingku
- Sahabat-sahabatku
- Orang yang saya sayangi
- Teman-teman seperjuangan (TM '11)
- Almamaterku (Universitas Sriwijaya)

RIWAYAT PENULIS

Penulis dilahirkan di kota Palembang pada tanggal 27 Mei 1993. Pasangan dari Bapak Baironsyah Hasibuan, S.H dan Ibu Rupidah, S.I.P menyelesaikan pendidikan SD Xaverius 9 Palembang. Setelah tamat dari SD Xaverius 9 Palembang pada tahun 2005, penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 9 Palembang. Penulis sering berada di peringkat sepuluh besar selama bersekolah disana.

Setelah penulis menamatkan pendidikan sekolah menengah pertama pada tahun 2008, penulis memilih melanjutkan pendidikannya di SMA Plus Negeri 17 Palembang dengan bidang keahlian IPA. Selama menempuh pendidikan di SMA, penulis termasuk siswa yang berprestasi dan Kreatif, sering mengikuti perlombaan di beberapa bidang seperti Paskibra, Teater, Paduan suara, Mading Islami. Setelah menamatkan pendidikan di sekolah menengah atas, penulis akhirnya memilih melanjutkan pendidikannya di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

Kedua orang tua penulis sangat begitu memperhatikan pendidikan penulis dan saudara-saudara penulis. Tanpa orang tua penulis, penulis tidak ada apa-apanya, semua ini berkat dukungan dan pengorbanan yang telah orang tua penulis lakukan. Penulis selalu berusaha melakukan yang terbaik untuk membanggakan kedua orang tua dan merasa bersyukur kepada Allah SWT.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum. Wr. Wb

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 **“Pengaruh Kondisi Pemesinan dan Cairan Pendingin Minyak Sawit Serta Minyak Kelapa Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Frais”**, disusun untuk dapat melengkapi persyaratan dalam menempuh ujian sarjana pada 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 dan Keluarga yang selalu mendukung penulis yang telah memberikan bantuan usaha dan doa dari awal sampai akhir kuliah sehingga semuanya berjalan lancar.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H Taufik Toha, DEA selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
4. Bapak Qomarul Hadi, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Ir. Dyos Santoso, M.T, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Muhammad Yanis, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang banyak sekali memberikan arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.

7. Bapak Prof. DR. Ir. H. Kaprawi Sahim, DEA selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah dengan penuh kesabaran membimbing saya selama menjalani perkuliahan di Jurusan Teknik Mesin.
8. Seluruh staff dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
9. Kak Sapril, kak Iyan, kak Iwan dan kak Sailul yang telah banyak membantu.
10. Sahabat-sahabatku Kak Dona, Kak Bagus, Kibon, Riski, Satria, Ketut, Kevin, Fariz, Parlin, Yudha, Dwi, Dona Agrianto yang telah banyak memberikan semangat, motivasi dan bantuan selama semasa kuliah.
11. Teman seperjuangan, Silvi, Mutiara, Zikri, Deo, Isnan, Nopri, Akbar, Ezra, Irawan, Rio, serta seluruh teman – teman teknik mesin khususnya angkatan 2011 yang tidak bisa disebutkan satu-persatu “*Solidarity Forever*”.
12. Teman-teman KBK Produksi.
13. Seluruh Teman-teman yang selalu memberikan semangat dan Do’a.
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.

Palembang, September 2015

Penulis

RINGKASAN

PENGARUH KONDISI PEMESINAN DAN CAIRAN PENDINGIN MINYAK SAWIT SERTA MINYAK KELAPA TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES FREIS

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi, 29 Agustus 2015

Sri Hartini; Dibimbing oleh Muhammad Yanis, S.T, M.T

xix + 46 halaman, 11 tabel, 20 gambar

RINGKASAN

Kondisi pemesinan dan cairan pendingin merupakan parameter paling penting yang mempengaruhi hasil kekasaran permukaan. Untuk meningkatkan kualitas produk hasil pemesinan kita juga harus mempertimbangkan masalah lingkungan dengan cara mencari alternatif cairan pendingin yang ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisa pengaruh proses pemesinan dan cairan pendingin nabati terhadap kekasaran permukaan pada proses freis. Kajian dibatasi pada pengaruh kecepatan potong, kecepatan makan dan jenis cairan pendingin nabati yang digunakan untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan (R_a) dengan menggunakan CCD (*Central Composite Design*) yang dilakukan 12 kali pengujian dan 4 kali pengulangan pada titik pusatnya. Proses ini dilakukan dengan menggunakan mesin freis vertikal. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa cairan pendingin nabati terbukti dapat digunakan pada proses pemesinan dan pada kondisi pemesinan yang sama nilai kekasaran permukaan (R_a) pada proses pemesinan yang menggunakan cairan pendingin minyak kelapa lebih rendah dibandingkan minyak sawit.

Kata Kunci: Cairan pendingin, Minyak Nabati, Kecepatan Potong, Kecepatan Makan, Kekasaran Permukaan.

SUMMARY

THE EFFECT OF MACHINERY CONDITIONS AND PALM OIL AND COCONUT OIL COOLANT ON SURFACE ROUGHNESS IN MILLING PROCESS

Scientific papers in the form of Skripsi, August 29, 2015

Sri Hartini; supervised by Muhammad Yanis, S.T, M.T

xix + 46 pages, 11 tables, 20 pictures

Machining conditions and coolant is the most important parameter that affects the results of surface roughness. To improve product quality from machining results we must also consider the environmental issue by looking for alternative coolant that environmentally friendly. The purpose of this study was to analyze the influence of the machining process and vegetable coolant on surface roughness in milling process. The study is limited to the effect of cutting speed, feeding speed and the type of vegetable coolant used to get the surface roughness value (Ra) using a CCD (Central Composite Design) carried 12 times of testing and 4 times repetition at its center. This process is done using a vertical milling machine. From the test results showed that the vegetable cooling fluid is proven can be used on the machining processes and at the same machining condition value of the surface roughness (Ra) on a machining process that uses coconut oil coolant is lower than palm oil.

Keywords: *Coolant, Vegetable Oil, Cutting Speed, Feeding Speed, Surface Roughness.*

PENGARUH KONDISI PEMESINAN DAN CAIRAN PENDINGIN MINYAK SAWIT SERTA MINYAK KELAPA TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES FREIS

Yanis, M.¹, Sri, H.²

¹ Dosen Tetap Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Email : yanis_mhd@yahoo.co.id

² Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
e-mail : hsbhartinisri@yahoo.com

Jl. Raya Palembang - Prabumulih Km 32, Ogan Ilir, Sumatera Selatan, Indonesia

Abstrak

Kondisi pemesinan dan cairan pendingin merupakan parameter paling penting yang mempengaruhi hasil kekasaran permukaan. Untuk meningkatkan kualitas produk hasil pemesinan kita juga harus mempertimbangkan masalah lingkungan dengan cara mencari alternatif cairan pendingin yang ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisa pengaruh proses pemesinan dan cairan pendingin nabati terhadap kekasaran permukaan pada proses freis. Kajian dibatasi pada pengaruh kecepatan potong, kecepatan makan dan jenis cairan pendingin nabati yang digunakan untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan (Ra) dengan menggunakan CCD (*Central Composite Disign*) yang dilakukan 12 kali pengujian dan 4 kali pengulangan pada titik pusatnya. Proses ini dilakukan dengan menggunakan mesin freis vertikal. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa cairan pendingin nabati terbukti dapat digunakan pada proses pemesinan dan pada kondisi pemesinan yang sama nilai kekasaran permukaan (Ra) pada proses pemesinan yang menggunakan cairan pendingin minyak kelapa lebih rendah dibandingkan minyak sawit.

Kata Kunci: Mesin Freis Vertikal, Cairan pendingin, Minyak Nabati, Kecepatan Potong, Kecepatan Makan, Kekasaran Permukaan.

Abstract

Machining conditions and coolant is the most important parameter that affects the results of surface roughness. To improve product quality from machining results we must also consider the environmental issue by looking for alternative coolant that environmentally friendly. The purpose of this study was to analyze the influence of the machining process and vegetable coolant on surface roughness in milling process. The study is limited to the effect of cutting speed, feeding speed and the type of vegetable coolant used to get the surface roughness value (Ra) using a CCD (Central Composite Disign) carried 12 times of testing and 4 times repetition at its center. This process is done using a vertical milling machine. From the test results showed that the vegetable cooling fluid is proven can be used on the machining processes and at the same machining condition value of the surface roughness (Ra) on a machining process that uses coconut oil coolant is lower than palm oil.

Keywords: *Coolant, Vegetable Oil, Cutting Speed, Feeding Speed, Surface Roughness.*

1. Latar Belakang

Proses pemesinan *milling* adalah proses penyayatan logam menggunakan alat potong dengan mata potong jamak yang berputar. “Proses pemesinan *milling* merupakan proses pemotongan/penyayatan logam yang sangat mendasar dan banyak digunakan pada industri manufaktur” (widyaningrum,2013). Kualitas komponen yang dibuat menggunakan mesin perkakas dinilai dari ketelitian dimensi, geometrik (bentuk) dan kekasaran permukaan (*surface roughness*).

Kekasaran permukaan dapat terjadi akibat adanya pengaruh kondisi pemotongan pemesinan yaitu : kecepatan potong (V_c), kecepatan makan (V_f), dan kedalaman potong (a). Selain ketiga faktor tersebut, penggunaan jenis cairan pendingin juga sangat berpengaruh penting dalam kualitas benda kerja dimana salah satunya dapat terjadi kekasaran permukaan. Hal ini dapat diketahui dengan cara membandingkan kedua cairan pendingin nabati yang digunakan dengan variasi proses pemesinan, agar dapat menentukan kondisi pemesinan dan cairan terbaik pada kekasaran permukaan.

2. Tinjau Pustaka

Mesin perkakas potong adalah suatu mesin yang dirancang untuk memotong atau menyayat benda kerja menggunakan pahat baik secara konvensional maupun non konvensional. Pahat yang bergerak relatif terhadap benda kerja kemudian menghasilkan geram dan sementara itu permukaan benda kerja akan bertahap terbentuk menjadi komponen yang dikehendaki. Berdasarkan jumlah mata potong dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis pahat, yaitu pahat bermata potong tunggal dan pahat bermata potong ganda (Rochim,1993).

Menurut jenis kombinasi gerak potong dan gerak makan makan proses pemesinan dikelompokkan menjadi tujuh macam proses yang berlainan, yaitu

1. Proses Bubut
2. Proses Gurdi
3. Proses Freis
4. Proses Gerinda Rata
5. Proses Gerinda
6. Proses Sekrap
7. Proses Gergaji

Proses pemesinan freis adalah proses penyayatan benda kerja yang menggunakan alat potong bermata potong jamak yang berputar. Proses

penyayatan sangat tergantung dengan mata potong semakin banyak mata potong, maka semakin cepat pula proses penyayatan berlangsung (Rochim, 2007).

Variabel – variabel Proses Pemotongan

Pada proses pemotongan dengan menggunakan mesin milling terdapat beberapa variabel antara lain :

1. Kecepatan Potong

Kecepatan potong merupakan kecepatan gerak putar pahat, yang dinyatakan dalam meter per menit (Rochim, 1993).

$$n = \frac{1000 \cdot V_c}{\pi \cdot d}$$

Dimana :

- d = diameter pahat (mm)
- V_c = kecepatan potong (m/min)
- n = putaran spindle mesin (rpm)

2. Kecepatan Pemakanan

Kecepatan pemakanan dihitung berdasarkan ketebalan geram yang dapat dipotong oleh setiap gigi pahat, yang disebut pemakanan per gigi. Besarnya pemakanan tiap gigi tergantung oleh beberapa faktor yaitu : jenis material yang dipotong, jenis pahat yang digunakan, kedalaman pemotongan dan hasil akhir yang diinginkan. Untuk menghitung kecepatan pemakanan dapat digunakan satuan $\mu\text{m}/\text{put}$ atau mm/menit (Rochim, 1993).

$$S_m = S_z \cdot Z \cdot n$$

Dimana :

- S_z = pemakanan tiap gigi (mm/gigi)
- Z = jumlah gigi potong pahat
- n = putaran spindle mesin (rpm)
- S_m = kecepatan pemakanan (mm/mnt)

3. Kedalaman Pemakanan

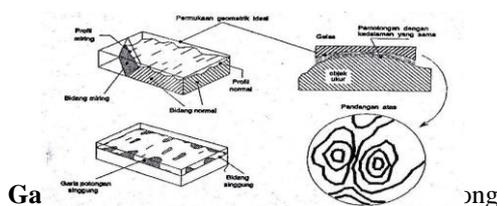
Besarnya kedalaman pemakanan berhubungan erat dengan kecepatan pemakanan dan juga dari diameter pahat tersebut. Semakin tinggi kecepatan pemakanan, maka pahat yang digunakan semakin kecil diameternya dan kedalaman pemakanan pada benda kerja menjadi

kecil. Kedalaman pemakanan dinyatakan dalam (mm) (Rochim, 1993).

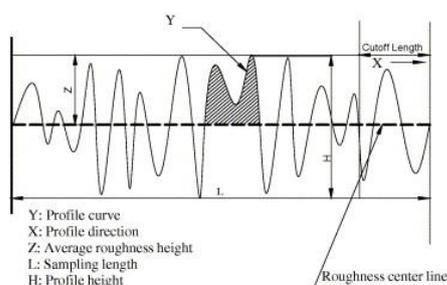
Bagi suatu tingkatan proses, ukuran objektif ditentukan pada pahat harus membuang sebagian material benda kerja sampai ukuran objektif itu dicapai. Hal ini dapat dilaksanakan dengan cara menentukan penampang geram (sebelum terpotong). Selain itu, setelah berbagai aspek teknologi ditinjau, kecepatan pembuangan geram dapat dipilih supaya waktu pemotongan sesuai dengan yang dikehendaki. Untuk itu perlu dipahami lima elemen dasar proses pemesinan yaitu (Rochim, 2003) :

1. Kecepatan potong : v (m/min)
2. Kecepatan makan : v_f (mm/min)
3. Kedalaman potong : a (mm)
4. Waktu pemotongan : t_c (min)
5. K pembuangan geram : Z (cm³/min)

Kekasaran permukaan adalah salah satu penyimpangan yang disebabkan oleh kondisi pemotongan dari proses pemesinan. Sedangkan permukaan itu sendiri ialah batas yang memisahkan benda padat dengan sekelilingnya. Karakter suatu permukaan memegang peranan penting dalam perancangan komponen atau peralatan. Dimana karakteristik permukaan dinyatakan dengan jelas misalnya dalam kaitannya dengan gesekan, pelumasan, tahanan kelelahan, dan lain-lain. Karakteristik perancangan sedapat mungkin harus dipenuhi oleh penguji dalam pembuatan komponen (Rochim T., 2007).



Gambar 2. Surface Roughness Profile (Rochim, T., 2007)



Gambar 2. Surface Roughness Profile (Rochim, T., 2007)

Berdasarkan profil-profil yang diterangkan diatas, dapat didefinisikan beberapa parameter permukaan,

yaitu yang berhubungan dengan dimensi pada arah tegak dan arah memanjang. Untuk dimensi arah tegak dikenal beberapa parameter yaitu:

1. Kekasaran total (*peak to valley height/total height*), R_t (μm) adalah jarak antara profil referensi dengan profil alas.

2. Kekasaran perataan (*depth of surface smoothness/peak to mean line*), R_p (μm) adalah jarak rata-rata antara profil referensi dengan profil terukur.

$$R_p = \frac{1}{l} \int_0^l y_i dx$$

3. Kekasaran rata-rata aritmetik (*mean roughness index/center line average ,CLA*), R_a (μm) adalah harga rata-rata aritmetik dibagi harga absolutnya jarak antara profil terukur dengan profil tengah.

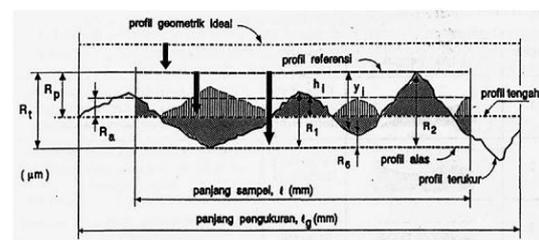
$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |h_i| dx$$

4. Kekasaran rata-rata kuadratik (*root mean square height*), R_q (μm) adalah akar bagi jarak kuadrat rata-rata antara profil terukur dengan profil tengah.

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l h_i^2 dx}$$

5. Kekasaran total rata-rata, R_z (μm) merupakan jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima puncak tertinggi dikurangi jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima lembah terendah.

$$R_z = \frac{\sum [R_1 + R_2 + \dots + R_5 - R_6 \dots - R_{10}]}{5}$$



Gambar 3. Profil Permukaan (Rochim, T., 2007)

Berdasarkan bahan dasar pembuatannya, *cutting fluid* dikategorikan menjadi dua, yaitu *cutting fluid* berbahan dasar minyak dan *cutting fluid* berbahan dasar zat kimia, *Cutting fluid* berbahan dasar minyak (*oil based fluids*) digolongkan menjadi dua yaitu *soluble oil* dan *straight oil*. *Cutting fluid* berbahan dasar zat kimia (*chemical based fluids*) digolongkan menjadi dua, yaitu cairan sintesis (*synthetic fluid*) dan minyak semisintesis (*semi-synthetic fluids*) (Rochim, 2001:118).

Cairan pendingin nabati mengandung campuran antara lemak triglycerida, lemak-lemak diglycerida, lemak monoglycerida, asam lemak, dan komposisi tertentu. Unsur - unsur lain yang terdapat dalam minyak nabati adalah alkohol, tokol, hidrokarbon, dan vitamin. Minyak nabati yang terdapat di pasaran saat ini adalah minyak kedelai, minyak jarak, minyak kelapa sawit, minyak jagung, dan minyak bunga matahari. Minyak nabati telah

digunakan sebagai cairan pendingin pada pembuatan baja lembaran panas. Sedangkan pada industri manufaktur, minyak nabati digunakan sebagai *cutting fluid* pada proses permesinan (SS. Manik,2010)

Tween 80 merupakan merek dagang dari sigma – Aldrich. Nama genetik Tween 80 ialah polysorbate 80. Tween 80 adalah senyawa ester sorbitol polietilen. Tween 80 mengandung 20 unit etilenoksida yang sifatnya surfaktan nonionik hidrofilik, 1 sorbitol, dan asam oleat. Polysorbate 80 pada suhu 25° C berkonsentrasi minyak cair berwarna kuning.

3. Metodologi Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain : Mesin Frais Vertikal, *Surface Roughnes Test*, *pahat freis*, *cairan pendingin* dan Jangka Sorong.

3.1 Mesin frais

Mesin freis yang digunakan adalah mesin freis vertikal dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a. Jenis : DALHI
- b. Buatan Negara : Taiwan
- c. Daya : 3 kW
- d. Putaran : 70,180, 265, 370, 825 rpm
- e. Feed : 13, 35, 61, 87, 1 87 Hz



Gambar 4. Mesin freis vertikal (Lab.Manufaktur Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya, Mei 2015)

3.1.2 Alat Uji Kekasaran Permukaan

Alat uji yang digunakan pada penelitian ini adalah *Surface Roughness Tester Accretch Handysurf* tipe E-35 A/E buatan Jepang, seperti gambar berikut:



Gambar 5. *Surface Roughnes Tester* (LAB. CNC-CAD/CAM Jurusan Teknik Mesin UNSRI)

Sebelum melakukan pengujian kekasaran alat uji surfstest dikalibrasi dengan tujuan untuk mengetahui keakuratan alat tersebut. Adapun kalibrasi yang dilakukan dengan menggunakan Test Piece. Test Piece ini menggunakan benda kerja yang sudah diketahui nilai kekasarannya sehingga menjadi suatu acuan nilai keakuratan dari alat tersebut. Cara mengkalibrasi alat surfstest benda kerja Test Piece tersebut memiliki nilai kekasaran 3,20 μm lalu alat surfstest tersebut diletakan diatas permukaan benda tersebut jika nilai *Ra* yang keluar pada alat surfstest tersebut sebesar 3,20 μm maka alat surfstest tersebut masih akurat atau presisi dalam membaca nilai kekasaran permukaan suatu benda kerja.

3.1.3 Jangka Sorong

Jangka Sorong merupakan salah satu alat ukur yang dilengkapi dengan skala nonius, sehingga tingkat ketelitiannya bisa mencapai 0,02 mm. Dalam penelitian ini Jangka Sorong yang digunakan merk *Rostrfrel* buatan Jerman dengan ketelitian 0,05 mm.



Gambar 6. Jangka Sorong (LAB. CNC-CAD/CAM Jurusan Teknik mesin UNSRI)

3.1.4 Pahat

1. Material : GB/T6117
2. Jenis pahat : Endmill
3. Diameter pahat : 12 mm

3.1.5 Benda Kerja

- | | |
|----------|-----------------------|
| Material | : Baja Karbon Rendah |
| Dimensi | : 200 x 100 x 25 (mm) |

3.1.6 Cairan Pendingin

Cairan pendingin nabati yang digunakan adalah minyak kelapa sawit dan minyak kelapa. Perbandingan minyak dan air sebesar : 15 : 85%

Tabel 1. Densitas dan viskositas cairan pendingin minyak nabati

Densitas (ρ) Minyak Sawit (g/ml)	Densitas (ρ) Minyak Kelapa (g/ml)	Viskositas Minyak Sawit	Viskositas Minyak Kelapa
0,984856	0,989174	0,011248	0,045760

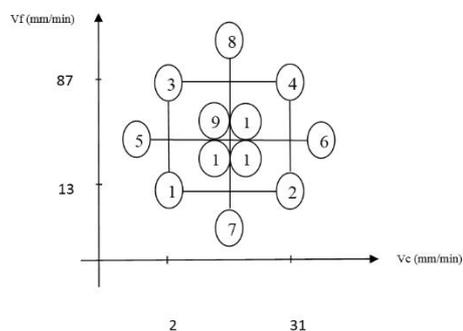
3.2 Pengukuran Kekasaran Permukaan

Pengukuran kekasaran permukaan menggunakan *surface roughness tester* yang dilakukan setelah pengkalibrasian alat ukur. Pengukuran nilai kekasaran permukaan objek ukur dilakukan diatas meja rata beberapa saat setelah pemesinan selesai, dengan maksud supaya kondisi benda kerja lebih stabil.

Pengukuran kekasaran permukaan benda kerja dilakukan dengan mengadaptasi metode rata-rata, dimana kekasaran permukaan di ukur pada tiga titik pengukuran, kemudian hasil yang didapat dirata-ratakan. Harga kekasaran permukaan rata-rata itu dijadikan sebagai nilai kekasaran permukaan.

3.3 Analisa dan Pengolahan Data

Pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan metode CCD (*Central Composite Design*) dengan menetapkan tiga kondisi pemesinan awal yaitu laju pemotongan (V_c), gerak makan (V_f), dan kedalaman potong (a) dengan α sebesar 1,4142. Dengan rasio komposisi air dan pendingin nabati yang dipakai di setiap variasi proses pemesinan yaitu, 15 : 85.



Tabel 2. Tabel pengumpulan data menurut *Central Composite Design (CCD)*

Std	V_c (m/min)	V_f (mm/min)	a (mm)	R_a
1.	6,78	35	1	R_{a1}
2.	13,9416	35	1	R_{a2}
3.	6,78	87	1	R_{a3}
4.	13,9416	87	1	R_{a4}
5.	2,6376	61	1	R_{a5}
6.	31,086	61	1	R_{a6}
7.	9,9852	13	1	R_{a7}
8.	9,9852	187	1	R_{a8}
9.	9,9852	61	1	R_{a9}
10.	9,9852	61	1	R_{a10}
11.	9,9852	61	1	R_{a11}
12.	9,9852	61	1	R_{a12}

Variable-variable bebas yang digunakan pada penelitian ini berupa kecepatan potong (V_c), kecepatan makan (V_f), dan cairan pendingin nabati dari pemakanan mata pahat mesin freis yang digunakan. Sedangkan variable tidak bebas atau respon respon yang diharapkan setelah dilakukannya pengujian yaitu berupa parameter kekasaran permukaan (R_a).

4. Analisis dan Hasil

Pengukuran kekasaran permukaan dengan menggunakan cairan pendingin nabati berupa minyak sawit menghasilkan variasi nilai kekasaran permukaan yang valid sebagaimana dituliskan pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan yang Menggunakan Cairan Pendingin Minyak Sawit.

No.	V_c (m/min)	V_f (mm/min)	a (mm)	R_a (μ m) – M. Sawit			R_a Rata-rata (μ m)
				1	2	3	
1.	6,78	35	1	3.9	3.8	3.15	3.61
2.	13,9416	35	1	3.10	3.35	3.48	3.31
3.	6,78	87	1	6.50	6.95	5.30	6.25
4.	13,9416	87	1	4.90	4.47	4.58	4.65
5.	2,6376	61	1	5.53	6.05	7.28	6.28
6.	31,086	61	1	1.70	1.64	1.85	1.73
7.	9,9852	13	1	2.92	3.27	2.36	2.85
8.	9,9852	187	1	5.00	5.20	5.50	5.33
9.	9,9852	61	1	5.90	5.50	4.80	5.40
10.	9,9852	61	1	5.26	4.73	4.47	4.82
11.	9,9852	61	1	4.85	4.87	4.37	4.68
12.	9,9852	61	1	4.46	4.24	4.89	4.53

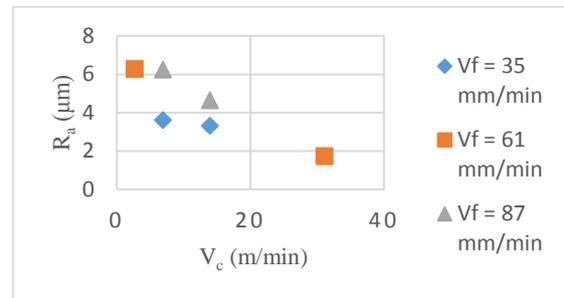
Tabel 4. Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan yang Menggunakan Cairan Pendingin Minyak Kelapa.

No.	V_c (m/min)	V_f (mm/min)	a (mm)	R_a (μ m) – M. Sawit			R_a Rata-rata (μ m)
				1	2	3	
1.	6,78	35	1	2.19	2.71	3.67	2.85
2.	13,9416	35	1	2.90	2.61	2.50	2.67
3.	6,78	87	1	5.29	5.36	6.74	5.79
4.	13,9416	87	1	3.09	3.02	3.25	3.12
5.	2,6376	61	1	2.71	4.07	3.74	3.50
6.	31,086	61	1	1.64	1.36	1.35	1.45
7.	9,9852	13	1	2.48	2.35	2.19	2.34
8.	9,9852	187	1	5.06	4.47	5.45	4.99
9.	9,9852	61	1	3.67	3.71	3.16	3.51
10.	9,9852	61	1	5.20	4.60	4.30	4.70
11.	9,9852	61	1	4.32	4.55	4.63	4.5
12.	9,9852	61	1	4.43	4.60	4.35	4.46

4.2 Hasil Kekasaran Permukaan Berdasarkan Parameter Pemesinan dan Jenis Cairan Pendingin Nabati

Seperti yang dikemukakan pada Bab 3, penelitian ini dilakukan dengan mengamati nilai variasi dari perubahan kecepatan potong/*velocity of cutting* (V_c) dan kecepatan makan/*velocity of feeding* (V_f) sebagai faktor yang berasal dari kondisi pemesinan serta pengaruh jenis cairan pendingin nabati yang digunakan yang mempengaruhi nilai kekasaran permukaan yang didapatkan dalam pengujian.

4.2.1 Pengaruh Kecepatan Potong (V_c) Terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Cairan Pendingin Minyak Sawit

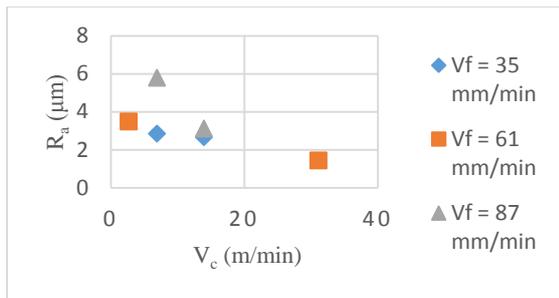


Gambar 8. Grafik pengaruh kecepatan potong (V_c) terhadap kekasaran permukaan (R_a) menggunakan cairan pendingin minyak sawit.

Dari grafik diatas dapat kita lihat garis berwarna biru pada saat kecepatan potong $V_c = 6,78$ m/min, $V_f = 35$ mm/min dan $a = 1$ mm (data 1 dan 2) dihasilkan $R_a = 3,61$ μ m. Ketika kecepatan potong dinaikkan menjadi 13,9416 m/min dengan V_f dan a konstan, maka $R_a = 3,31$ μ m. Kemudian, kita lihat garis berwarna abu – abu, pada saat kecepatan potong $V_c = 6,78$ m/min, $V_f = 87$ mm/min dan $a = 1$ mm (data 3 dan 4) dihasilkan $R_a = 6,25$ μ m. Ketika kecepatan potong dinaikkan menjadi 13,9416 m/min dengan V_f dan a konstan, maka $R_a = 4,65$ μ m. Kemudian, kita lihat garis berwarna oranye, pada saat kecepatan potong $V_c = 2,6376$ m/min, $V_f = 61$ mm/min dan $a = 1$ mm (data 5 dan 6) dihasilkan $R_a = 6,28$ μ m. Ketika kecepatan potong dinaikkan menjadi 31,086 m/min dengan V_f dan a konstan, maka $R_a = 1,73$ μ m. Maka dapat disimpulkan bahwa ketika nilai kecepatan potong (V_c) meningkat (dari $V_c = 2,6376$ m/min (data 5) ke 31,086 m/min (data 6)) kekasaran permukaan R_a turun sebesar 72,45 %

Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan semakin besar kecepatan potong (V_c) dengan kecepatan makan (V_f) dan kedalaman makan (a) yang konstan maka hasil kekasaran permukaan yang dihasilkan akan semakin kecil atau semakin halus. Hal ini dikarenakan dengan semakin tinggi kecepatan potong, semakin cepat pula putaran spindel maka semakin banyaknya pemakanan yang terjadi pada tiap gigi pada pahat yang digunakan.

4.2.2 Pengaruh Kecepatan Potong (V_c) Terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Cairan Pendingin Minyak Kelapa

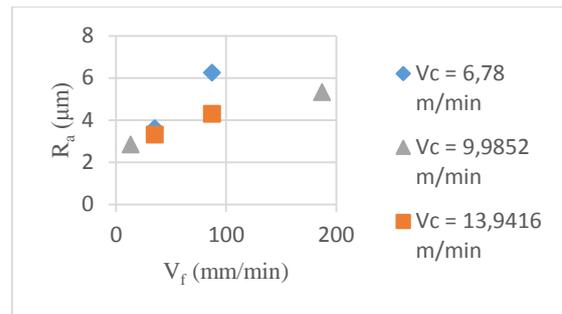


Gambar 9. Grafik pengaruh kecepatan potong (V_c) terhadap kekasaran permukaan (R_a) menggunakan cairan pendingin minyak kelapa.

Dari grafik diatas dapat kita lihat garis berwarna biru pada saat kecepatan potong $V_c = 6,78$ m/min, $V_f = 35$ mm/min dan $a = 1$ mm (data 1 dan 2) dihasilkan $R_a = 2,85$ μm . Ketika kecepatan potong dinaikkan menjadi 13,9416 m/min dengan V_f dan a konstan, maka $R_a = 2,67$ μm . Kemudian, kita lihat garis berwarna abu-abu, pada saat kecepatan potong $V_c = 6,78$ m/min, $V_f = 87$ mm/min dan $a = 1$ mm (data 3 dan 4) dihasilkan $R_a = 5,79$ μm . Ketika kecepatan potong dinaikkan menjadi 13,9416 m/min dengan V_f dan a konstan, maka $R_a = 3,12$ μm . Kemudian, kita lihat garis berwarna oranye, pada saat kecepatan potong $V_c = 2,6376$ m/min, $V_f = 61$ mm/min dan $a = 1$ mm (data 5 dan 6) dihasilkan $R_a = 3,50$ μm . Ketika kecepatan potong dinaikkan menjadi 31,086 m/min dengan V_f dan a konstan, maka $R_a = 1,45$ μm . Maka dapat disimpulkan bahwa ketika nilai kecepatan potong (V_c) meningkat (dari $V_c = 2,6376$ m/min (data 5) ke 31,086 m/min (data 6)) kekasaran permukaan R_a turun sebesar 41,42 %

Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan semakin besar kecepatan potong (V_c) dengan kecepatan makan (V_f) dan kedalaman makan (a) yang konstan maka hasil kekasaran permukaan yang dihasilkan akan semakin kecil atau semakin halus. Hal ini dikarenakan dengan semakin tinggi kecepatan potong, semakin cepat pula putaran spindel maka semakin banyaknya pemakanan yang terjadi pada tiap gigi pada pahal yang digunakan.

4.2.3 Pengaruh Kecepatan Makan (V_f) Terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Cairan Pendingin Minyak Sawit

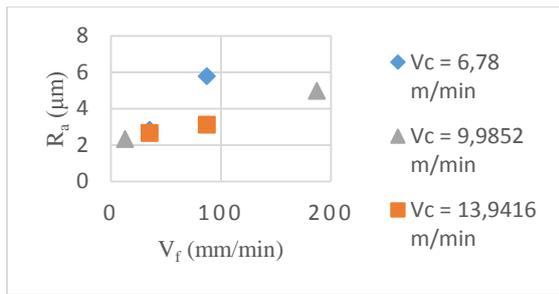


Gambar 10. Grafik pengaruh kecepatan makan (V_f) terhadap kekasaran permukaan (R_a) menggunakan cairan pendingin minyak sawit.

Dari grafik diatas dapat kita lihat garis berwarna biru pada saat kecepatan potong $V_c = 6,78$ m/min, $V_f = 35$ mm/min dan $a = 1$ mm (data 1 dan 3) dihasilkan $R_a = 3,61$ μm . Ketika kecepatan makan dinaikkan menjadi 87 mm/min dengan V_c dan a konstan, maka $R_a = 6,25$ μm . Kemudian, kita lihat garis berwarna abu-abu, pada saat kecepatan potong $V_c = 9,9852$ m/min, $V_f = 13$ mm/min dan $a = 1$ mm (data 7 dan 8) dihasilkan $R_a = 2,85$ μm . Ketika kecepatan makan dinaikkan menjadi 187 mm/min dengan V_c dan a konstan, maka $R_a = 5,33$ μm . Kemudian, kita lihat garis berwarna oranye, pada saat kecepatan potong $V_c = 13,9416$ m/min, $V_f = 35$ mm/min dan $a = 1$ mm (data 2 dan 4) dihasilkan $R_a = 3,31$ μm . Ketika kecepatan makan dinaikkan menjadi 87 mm/min dengan V_c dan a konstan, maka $R_a = 4,30$ μm . Maka dapat disimpulkan bahwa ketika nilai kecepatan makan (V_c) meningkat (dari $V_f = 13$ mm/min (data 7) ke 187 mm/min (data 8)) kekasaran permukaan R_a meningkat sebesar 87,01 %

Dengan melihat kecepatan makan (V_f) sebagai pengaruh terhadap kekasaran permukaan, dapat disimpulkan bahwa hubungannya adalah semakin meningkat nilai (V_f) pada kecepatan potong (V_c) dan kedalaman makan yang sama, maka kekasaran permukaan akan signifikan meningkat atau dengan kata lain semakin kasar. Hal ini dikarenakan semakin tinggi kecepatan makan pada proses freis maka pemakanan pada tiap gigi pahat semakin banyak, yang menghasilkan geram hasil pemakanan semakin tebal yang mempengaruhi kekasaran permukaan material uji.

4.2.4 Pengaruh Kecepatan Makan (V_f) Terhadap Kekasaran Permukaan Menggunakan Cairan Pendingin Minyak Kelapa

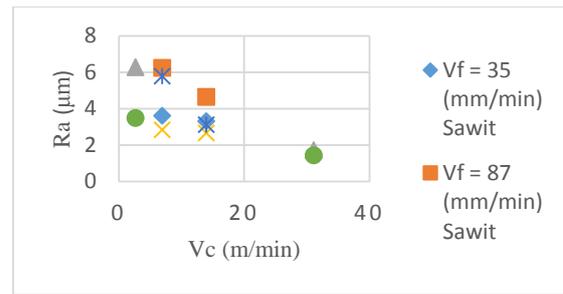


Gambar 11. Grafik pengaruh kecepatan makan (V_f) terhadap kekasaran permukaan (R_a) menggunakan cairan pendingin minyak kelapa.

Dari grafik diatas dapat kita lihat garis berwarna biru pada saat kecepatan potong $V_c = 6,78$ m/min, $V_f = 35$ mm/min dan $a = 1$ mm (data 1 dan 3) dihasilkan $R_a = 2,85$ μm . Ketika kecepatan makan dinaikkan menjadi 87 mm/min dengan V_c dan a konstan, maka $R_a = 5,79$ μm . Kemudian, kita lihat garis berwarna abu-abu, pada saat kecepatan potong $V_c = 9,9852$ m/min, $V_f = 13$ mm/min dan $a = 1$ mm (data 7 dan 8) dihasilkan $R_a = 2,34$ μm . Ketika kecepatan makan dinaikkan menjadi 187 mm/min dengan V_c dan a konstan, maka $R_a = 4,99$ μm . Kemudian, kita lihat garis berwarna oranye, pada saat kecepatan potong $V_c = 13,9416$ m/min, $V_f = 35$ mm/min dan $a = 1$ mm (data 2 dan 4) dihasilkan $R_a = 2,67$ μm . Ketika kecepatan makan dinaikkan menjadi 87 mm/min dengan V_c dan a konstan, maka $R_a = 3,12$ μm . Maka dapat disimpulkan bahwa ketika nilai kecepatan potong (V_c) meningkat (dari $V_f = 13$ mm/min (data 7) ke 187 mm/min (data 8)) kekasaran permukaan R_a meningkat sebesar 113,24 %

Dengan melihat kecepatan makan (V_f) sebagai pengaruh terhadap kekasaran permukaan, dapat disimpulkan bahwa hubungannya adalah semakin meningkat nilai kecepatan makan (V_f) pada kecepatan potong (V_c) dan kedalaman makan yang sama, maka kekasaran permukaan akan signifikan meningkat atau dengan kata lain semakin kasar. Hal ini dikarenakan semakin tinggi kecepatan makan pada proses freis maka pemakanan pada tiap gigi pahat semakin banyak, yang menghasilkan geram hasil pemakanan semakin tebal yang mempengaruhi kekasaran permukaan material uji.

4.3 Perbandingan Hasil Kekasaran Permukaan Menggunakan Cairan Pendingin Minyak Sawit dan Minyak Kelapa

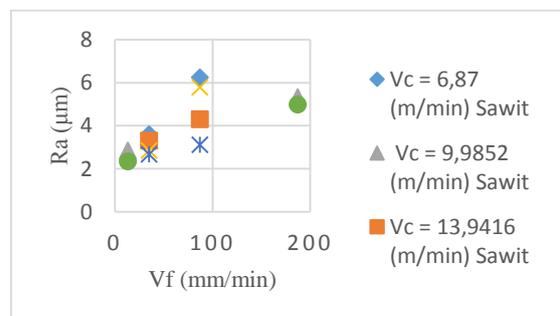


Gambar 12. Grafik perbandingan pengaruh kecepatan potong (V_c) terhadap kekasaran permukaan dengan cairan pendingin minyak sawit dan minyak kelapa.

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai kekasaran permukaan yang dipengaruhi oleh kecepatan potong dengan menggunakan cairan pendingin minyak sawit berkisar antara 1,73 μm sampai 6,28 μm sedangkan, kekasaran permukaan yang dipengaruhi oleh kecepatan potong dengan menggunakan cairan pendingin minyak kelapa berkisar antara 1,45 μm sampai 5,79 μm .

Dari analisa diatas dapat disimpulkan bahwa pengaruh kecepatan potong (V_c) terhadap kekasaran permukaan (R_a) dengan menggunakan cairan pendingin minyak sawit lebih tinggi dibandingkan dengan kekasaran permukaan dengan menggunakan cairan pendingin minyak kelapa. Hal ini dikarenakan nilai viskositas cairan pendingin minyak kelapa lebih tinggi dibandingkan nilai viskositas cairan pendingin minyak sawit sehingga dalam kondisi pemesinan yang sama didapatkan hasil kekasaran permukaan yang lebih kecil.

Emel, Kuram, Babur dan Erhan Demirbas (2013) semakin rendah nilai viskositas semakin tipis lapisan fluida yang terbentuk di antara permukaan material uji dengan alat potong sedangkan semakin tinggi viskositas semakin tebal lapisan fluida yang terbentuk di antara permukaan material uji dengan alat potong.



Gambar 13. Grafik perbandingan pengaruh kecepatan makan (V_f) terhadap

kekasaran permukaan dengan cairan pendingin minyak sawit dan minyak kelapa.

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa nilai kekasaran permukaan yang dipengaruhi oleh kecepatan makan dengan menggunakan cairan pendingin minyak sawit berkisar antara 2,85 μm sampai 6,25 μm sedangkan, kekasaran permukaan yang dipengaruhi oleh kecepatan makan dengan menggunakan cairan pendingin minyak kelapa berkisar antara 2,34 μm sampai 5,79 μm .

Dari analisa di atas dapat disimpulkan bahwa pengaruh kecepatan makan (V_f) terhadap kekasaran permukaan (R_a) dengan menggunakan cairan pendingin minyak sawit lebih tinggi dibandingkan dengan kekasaran permukaan dengan menggunakan cairan pendingin minyak kelapa.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Variasi proses pemesinan sangat mempengaruhi nilai kekasaran permukaan (R_a) pada proses pemesinan freis. Semakin meningkat nilai kecepatan potong (V_c) maka nilai kekasaran permukaan (R_a) menurun dan semakin meningkat nilai kecepatan makan (V_f) maka nilai kekasaran permukaan (R_a) semakin meningkat. Nilai (R_a) tertinggi 6,28 μm dan (R_a) terendah 1,73 μm untuk proses freis yang menggunakan *coolant* minyak sawit. Nilai (R_a) tertinggi 5,79 μm dan (R_a) terendah 1,45 μm untuk proses freis yang menggunakan *coolant* minyak kelapa.
2. Kekasaran permukaan material uji yang menggunakan cairan pendingin minyak kelapa lebih kecil dibandingkan dengan kekasaran permukaan material uji yang menggunakan cairan pendingin minyak sawit .

5.2 Saran

Diharapkan penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menambah beberapa parameter yang lain seperti penambahan parameter variasi kedalaman potong dan jenis cairan pendingin nabati yang lain, penambahan nilai kondisi pemotongan dan cairan pendingin yang digunakan sangat berpengaruh pada proses pemesinan.

6. Daftar Pustaka

Bernadus Romario,2010. *Pengaruh Bio Cutting Fluid Minyak Jarak dan Parameter Pemotongan Terhadap*

*Kekasaran Permukaan dan Formasi Chip Baja ST – 45.*Universitas Brawijaya,Malang.

Chang – Xue, 2002. *Surface Roughness Predictive Modeling: Neural Networks versus Regression.* Departemen of Industrial & Manufacturing Engineering. College of Engineering and Technology Bradley University : Illinois USA.

Rieldho,2010. *Pengaruh Pemakaian Minyak Sawit sebagai Bio Cutting Fluid Dengan Variasi Kecepatan Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Turning.*Universitas Brawijaya,Malang.

S.S.Manik, 2010.*Karakteristik Minyak Kelapa Sawit .* Universitas Sumatera Utara, Medan.

S.S.Hasibuan, 2011. *Uraian Minyak Kelapa .* Universitas Sumatera Utara, Medan.

Taufiq Rochim, 2001. *Teori dan teknologi Proses Pemesinan.* Lab.Teknik Produksi dan Metrologi Industri ITB, Penerbit ITB, Bandung.

Taufiq Rochim, 2007, *Spesifikasi Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometrik,* Lab.Teknik Produksi dan Metrologi Industri ITB, Penerbit ITB, Bandung.

Taufiq Rochim, 1993, *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan,* Lab.Teknik Produksi dan Metrologi Industri ITB, Penerbit ITB, Bandung.

Vivi Tri Widyanugrum, 2013, *Artificial Neural Network Backpropagation Dengan Momentum Untuk Prediksi Surface Roughness Pada CNC Milling.* ISBN: 978-602-7776-72-2, Universitas Udayana, Bali.

Kuram. E, Babur Ozcelik, Erhan Demirbas, 2013, *Environmentally Friendly Machining: Vegetable Based Cutting Fluids.* Gebze Institute of Technology, Turkey.

Lampiran 3
Gambar Pengujian

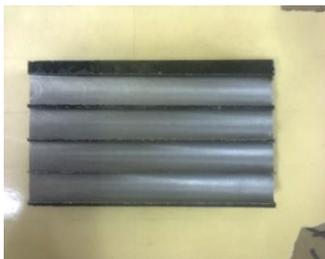
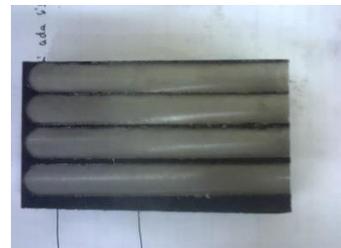


Gambar 3.1 Mesin Freis Vertikal



3.2 Pengujian variasi kondisi pemesinan

Hasil Pemakanan Dengan Variasi Kondisi Pemesinan



Gambar 3.3 Spesimen A,B,C, D1 dan D2

Pengujian Kekasaran Permukaan (Ra)



Gambar 3.4 Alat Uji Kekasaran



Gambar 3.5 Alat Kalibrasi Kekasaran permukaan



Gambar 3.6 Pengukuran Kekasaran permukaan

Gambar Pengujian Viskositas dan Densitas Cairan Pendingin Nabati



Gambar 3.7 Alat dan bahan pengujian viskositas dan densitas



Gambar 3.8 Pignometer



Gambar 3.9 Viskometer



Gambar 3.10 Alat pemanas



Gambar 3.11 Neraca Analitik



Gambar 3.12 Meningkatkan suhu cairan pendingin



Gambar 3.13 Mengukur Viskositas Cairan Pendingin

Gambar Pengujian Komposisi Kimia Material Uji dan Pahat Endmill



Gambar 3.14 Alat Uji Komposisi Kimia (PT. Pupuk Sriwidjaja, Juli 2015)



Gambar 3.15 Sample Material Uji



Gambar 3.16 Proses Pengujian



Gambar 3.17 Pahat endmill yang akan diuji

Element	Burn 1	Burn 2	Burn 3	Burn 4	Burn 5	Burn 6	Average
Fe %	97,8						97,8
C %	0,678						0,678
Si %	0,491						0,491
Mn %	0,753						0,753
Cr %	0,0116						0,0116
Mo %	0,0154						0,0154
Ni %	< 0,0050						< 0,0050
Al %	< 0,0010						< 0,0010
Co %	0,0212						0,0212
Cu %	0,0082						0,0082
Nb %	0,0721						0,0721
Ti %	0,0120						0,0120
V %	0,0354						0,0354
W %	0,0419						0,0419
Pb %	< 0,0100						< 0,0100
Zr %	0,0206						0,0206

Gambar 3.18 Hasil Pengujian Komposisi Kimia Material Uji

Element	Burn 1	Burn 2	Burn 3	Burn 4	Burn 5	Burn 6	Average
Fe %	97,8						97,8
C %	0,678						0,678
Si %	0,491						0,491
Mn %	0,753						0,753
Cr %	0,0116						0,0116
Mo %	0,0154						0,0154
Ni %	< 0,0050						< 0,0050
Al %	< 0,0010						< 0,0010
Co %	0,0212						0,0212
Cu %	0,0082						0,0082
Nb %	0,0721						0,0721
Ti %	0,0120						0,0120
V %	0,0354						0,0354
W %	0,0419						0,0419
Pb %	< 0,0100						< 0,0100
Zr %	0,0206						0,0206

Gambar 3.19 Hasil Pengujian Komposisi Kimia Pahat Endmill

BAB 1

PEENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses pemesinan *milling* adalah proses penyayatan logam menggunakan alat potong dengan mata potong jamak yang berputar. “ Proses pemesinan *milling* merupakan proses pemotongan/penyayatan logam yang sangat mendasar dan banyak digunakan pada industri manufaktur” (widyaningrum, 2013). Berbagai macam bentuk produk dapat diproduksi dengan proses *milling*. Perkembangan teknologi saat ini semakin meningkatkan kualitas produk yang dibuat menggunakan mesin *milling*. Walaupun menggunakan mesin *milling* konvensional, kita dapat menghasilkan produk yang diinginkan dengan kualitas yang baik.

Dewasa ini persaingan usaha pada industri manufaktur terus berkembang. Agar dapat bertahan, industri manufaktur harus berusaha agar kegiatan usahanya berjalan efektif dan efisien. Disamping itu juga kesadaran konsumen akan pentingnya kualitas produk juga meningkat. Industri manufaktur harus menjaga kualitas produknya agar sesuai dengan kebutuhan konsumen. Masalah lingkungan (*environment*) serta keselamatan dan kesejahteraan juga menjadi faktor yang sangat mempengaruhi kegiatan usaha. Meningkatnya kesadaran masyarakat akan masalah lingkungan, keselamatan kerja, dan kesehatan kerja serta adanya peraturan pemerintah menyebabkan industri manufaktur melaksanakan kegiatan usahanya dengan memperhatikan faktor lingkungan, keselamatan kerja, dan kesehatan kerja (Rieldho, 2010).

Penelitian yang dilakukan di *Technical University Of Denmark* menunjukkan bahwa proses pemesinan yang menggunakan cairan pendingin dengan bahan minyak nabati menghasilkan performa yang lebih baik dibandingkan cairan pendingin lainnya (De Chiffre, 2001 dalam Rieldho, 2010).

Mekanisme dibalik kekasaran permukaan pada proses pemesinan freis sangat dinamis, rumit dan bergantung pada prosesnya. Banyak faktor yang

mempengaruhi hasil akhir dari kekasaran permukaan pada suatu produk hasil produksi seperti, faktor yang dapat dikontrol (putaran spindle, kecepatan pemakanan dan kedalaman pemotongan) dan faktor yang tidak dapat dikontrol yaitu geometri pahat dan sifat material dari pahat dan benda kerja serta yang sifat pendingin (*coolant*) yang digunakan. Berdasarkan uraian sebelumnya maka akan dilakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh Kondisi Pemesinan dan Cairan Pendingin Minyak Sawit Serta Minyak Kelapa Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Freis”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi kondisi pemesinan dan cairan pendingin nabati terhadap kekasaran permukaan pada material uji.
2. Berapa besar perbedaan kekasaran yang dihasilkan pada material uji akibat penggunaan variasi cairan pendingin nabati.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Mesin yang digunakan adalah Mesin Freis Vertikal di Laboratorium Manufaktur Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Pahat yang digunakan adalah pahat HSS *endmill*.
3. Material benda kerja yang digunakan baja karbon rendah.
4. Kondisi pemotongan yaitu, kecepatan potong, kecepatan makan dan kedalaman pemotongan.
5. Cairan pendingin nabati (*coolant*) yang digunakan adalah minyak sawit dan minyak kelapa.

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Mengkaji pengaruh kondisi pemotongan yaitu kecepatan potong, kecepatan makan, dan kedalaman pemakanan serta variasi komposisi cairan pendingin nabati terhadap kekasaran permukaan material uji.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Dapat dijadikan acuan bagi penelitian yang sejenis, khususnya dalam penggunaan cairan pendingin nabati pada proses pemesinan freis vertikal.
2. Memberikan kontribusi atau pengetahuan kepada mahasiswa teknik mesin, serta masyarakat yang melakukan aktifitas proses pemesinan menggunakan mesin freis vertikal.