

**OPTIMASI KONDISI PEMESINAN UNTUK SURFACE ROUGHNESS
PADA PROSES SLOT MILLING STAINLESS STEEL AISI 304**

SKRIPSI



Dibuat Untuk Memenuhi Persyaratan Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh :

REDY KMOLIF MUHROEIN

03071994020

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2014**

**OPTIMASI KONDISI PEMESINAN UNTUK *SURFACE ROUGHNESS*
PADA PROSES *SLOT MILLING STAINLESS STEEL AISI 304***

SKRIPSI



**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

REDY KHOLIF MUHROBIN

03071005020

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2012**

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridha-Nya sehingga skripsi ini dapat selesai tepat pada waktunya. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S-1) pada Universitas Sriwijaya.

Dalam mengerjakan dan menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu tak lupa penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Ir. Helmi Alian, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Qomarul Hadi, ST, MT, Selaku Sekertaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ir., Nukman, M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik (PA) atas masukannya.
4. Bapak Dr. Ir. Amrifan SM, Dipl.-Ing Dosen Pembimbing Skripsi atas bimbingan dan bantuannya.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah dengan tulus dan sabar memberikan ilmu dan bantuannya.

6. Bapak Tri ST selaku Kepala bagian Jasa Jasa Pabrik di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang beserta seluruh karyawan pabrik dan stafnya yang telah ikhlas dan sabar membantu saya selama pengujian berlangsung.
7. Pengelola Bengkel Dan Laboratorium Politeknik Negeri Sriwijaya.
8. Ayah, ibu dan adik-adikku tersayangng, yang telah memberikan bantuan usaha dan doa sehingga semuanya berjalan lancar.
9. Teman – teman seperjuangan Teknik Mesin angkatan 2007 , Eko Y. Mohtar, Reksa Noviando, Panji Hertadian dan semua teman- teman KBK Produksi.
10. Teman-teman sekumpulan seperjuangan, Nanang Suwandi, Mashusni, Andi Prasetyo, Arifin, Suryadi, Ari Primawan, Komarudin dan banyak lagi yang tak dapat disebutkan satu-persatu.
11. Segenap staf Administrasi Jurusan Teknik Mesin atas bantuan dan kerjasamanya, serta semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak bisa dituliskan satu persatu.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan dalam penulisan, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun dan bermanfaat positif sehingga skripsi ini dapat digunakan dimasa yang akan datang.

Indralaya, Januari 2012

Penulis

**OPTIMASI KONDISI PEMESINAN UNTUK SURFACE ROUGHNESS
PADA PROSES SLOT MILLING STAINLESS STEEL AISI 304**

SKRIPSI



**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

REDY KHOLIF MUHROBIN

03071005020

**Indralaya, Februari 2012
Disetujui oleh
Dosen Pembimbing,**

Ketua Jurusan Teknik Mesin,

**Ir. Helmy Alian, MT
NIP. 19591015 198703 1 006**

**Dr. Ir. Amrifan S.M, Dipl.-Ing
NIP.19640911 199903 1 002**

**OPTIMASI KONDISI PEMESINAN UNTUK SURFACE ROUGHNESS
PADA PROSES SLOT MILLING STAINLESS STEEL AISI 304**

SKRIPSI



**Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

Oleh :

REDY KHOLIF MUHROBIN

03071005020

Indralaya, Februari 2012

Disetujui oleh

Dosen Pembimbing,

Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Ir. Helmy Alian, MT

NIP. 19591015 198703 1 006

Dr. Ir. Amrifan S.M, Dipl.-Ing

NIP.19640911 199903 1 002

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Agenda : 016/TA/T4/2012
Diterima Tanggal : 16/2/2012
Paraf : f2

SKRIPSI

Nama : REDY KHOLIF MUHROBIN
NIM : 03071005020
Spesifikasi : OPTIMASI KONDISI PEMESINAN UNTUK
SURFACE ROUGHNESS PADA PROSES SLOT
MILLING STAINLESS STEEL AISI 304
Diberikan : September 2011
Selesai : Januari 2012



Disetujui oleh :
Dosen Pembimbing,

Dr. Ir. Amrifan S.M, Dipl.-Ing
NIP.19640911 199903 1 002

MOTO SERTA PERSEMPAHAN

LAYAKNYA HUKUM KEKEKALAN ENERGI, ENERGI POSITIF YANG KITA BERIKAN KE LINGKUNGAN SEKITAR KITA AKAN DIKEMBALIKAN OLEH LINGKUNGAN TERSEBUT KEPADA KITA DALAM KADAR YANG SAMA, HANYA SAJA BERBEDA DIMENSI BENTUK, RUANG DAN WAKTUNYA, DEMIKIAN JUGA SEBALIKNYA.

Karya kecil ini ku persembahkan untuk:

- *Senyum bangga kedua orang tua ku (BAPAK dan IBU)*
- *Saudaraku dan seseorang yang kusayang serta menyayangiku*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTO DAN PERSEMPAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Pembatasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan dan Manfaat Kajian.....	3
1.3.1. Tujuan Kajian.....	3
1.3.2. Manfaat Kajian	4
1.5 Metode Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Mesin Freis (<i>Milling</i>)	8
2.1.1 Proses Freis (<i>Milling</i>).....	8
2.1.2 Parameter Yang Dapat Diatur Pada Mesin Freis	12
2.1.3 Peralatan dan Asesoris Pemegan Pahat Freis	14

2.1.4 Pencekam Dan Pemegang Benda Kerja Mesin Frais.	16
2.1.5 Material Pahat.....	17
2.2 Klasifikasi Stainless Steel	24
2.3 Kekasaran Permukaan dan Pengukuran.....	26
2.3.1 PermukaanMaterial.....	28
2.3.2 Parameter-Parameter Permukaan.....	31
2.3.3 Penulisan Spesifikasi Permukaan Dalam Gambar Teknik	35
2.4 Cairan Pendingin (<i>Coolant</i>)	37
2.4.1 Jenis-Jenis Cairan Pendingin.....	37
2.4.2 Cara Pemberian Cairan Pendingin	39
2.5 Desain Of Experiment (<i>DOE</i>)	42
2.6 Analysis Of Variance (<i>ANOVA</i>)	43
BAB III METODELOGI PENELITIAN	
3.1 Pendahuluan.....	46
3.2 Tempat Penelitian	47
3.3 Bahan dan Alat.....	47
3.4 Langkah-langkah pengujian.....	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Pengujian Kekasaran	58
4.2 Pengolahan Data	59
4.3 ANOVA Untuk Kekasaran Permukaan <i>Entry</i> dan <i>Exit</i>	60
4.4 Pembahasan Kekasaran Permukaan (<i>Ra</i>)	72

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	75

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Proses Yang Biasa Dilakukan Pada Mesin Freis	10
2.2 Proses pengfreisan naik (<i>Up Milling</i>) dan Turun (<i>Down Milling</i>)	10
2.3 Proses freis datar dan freis tegak.....	11
2.4 Menunjukkan perbedaan antara gerak makan per gigi (f_z) dan gerak makan per putaran (f_r)	13
2.5 Bentuk dan nama-nama bagian pisau frais rata.....	14
2.6 Skematik arbor mesin freis.....	14
2.7 (a) Kolet pegas yang memiliki variasi diameter, (b) Kolet solid pemasangan pahat dengan baut	15
2.8 a) Pemegang pisau <i>end mill</i> , (b) Pemegang pisau <i>shell end mill</i>	15
2.9 (a) Ragum sederhana (plain vise), (b) Ragum universal	16
2.10 Kepala pembagi (<i>dividing head</i>) untuk membuat segi banyak, roda gigi, atau helix.....	16
2.11 Meja putar	17
2.12 Bidang dan profil pada penampang permukaan	29
2.13 Kekasaran, gelombang dan kesalahan bentuk dari suatu permukaan ..	30
2.14 Tingkatan kekasaran permukaan.....	30
2.15 Profil suatu permukaan.....	33
2.16 Kedalaman total dan kedalaman perataan.....	33

2.17	Simbol spesifikasi permukaan.....	36
2.18	Pemberian coolant dengan cara menyiramkan pada benda kerja.....	40
2.19	Cara pendinginan dengan cairan pendingin disemprotkan langsung ke daerah pemotongan pada proses pembuatan lubang.....	41
2.20	Pemberian cairan pendingin dengan cara mengabutkan cairan pendingin	41
2.21	Model umum dari sebuah proses.....	43
3.1	Langkah – langkah pelaksanaan pengujian yang dilakukan	46
3.2	Stainless Steel AISI 304	47
3.3	Mesin Freis Vertikal Chevalier Falcon 2552 VMC	49
3.4	Surftest	50
3.5	Jangka sorong	50
3.6	Pahat HYPRO HSS <i>End Mill</i> EDS	50
3.7	Mata pahat HSS <i>End Mill</i>	51
3.8	Mekanisme urutan pengujian	52
3.9	Mekanisme pengujian tampak bagian atas material benda kerja	53
3.10	Mekanisme pengujian tampak dari bawah material benda kerja	53
3.11	Proses pengujian <i>slot milling</i> sedang berjalan.....	55
3.12	Mekanisme pengujian kekasaran.....	56
3.13	Pengukuran kekasaran pada masing-masing specimen.....	57

4.1	Batasan-batasan dalam pemilihan <i>cutting condition</i> pengujian	60
4.2	Grafik 2 dimensi <i>surface roughness</i> Entry terhadap <i>feed per tooth</i> dan <i>cutting speed</i>	68
4.3	Grafik 2 dimensi <i>surface roughness</i> Exit terhadap <i>feed per tooth</i> dan <i>cutting speed</i>	69
4.4	Grafik 3 dimensi <i>surface roughness</i> Entry terhadap <i>feed per tooth</i> dan <i>cutting speed</i>	70
4.5	Grafik 3 dimensi <i>surface roughness</i> Exit terhadap <i>feed per tooth</i> dan <i>cutting speed</i>	71

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Toleransi harga kekasaran rata-rata Ra.....	34
2.2. Tingkat kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaannya	35
3.1. <i>Cutting condition</i> yang digunakan	54
4.1. Hasil pengujian kekasaran	58
4.2. Hasil eksperimen.....	59
4.3. ANOVA untuk Ra Entry.....	60
4.4. ANOVA untuk Ra Exit.....	61
4.5. Faktor dan level dari <i>design of experiment</i> untuk Ra Entry.....	64
4.6. Faktor dan level dari <i>design of experiment</i> untuk Ra Exit.....	64
4.7. Kekasaran permukaan hasil penggunaan rumus	65
4.8. <i>Constraints</i> Ra Entry.....	66
4.9. <i>Constraints</i> Ra Exit.....	66
4.10. Solusi kondisi pemotongan yang ditemukan untuk Ra Entry	67
4.11. Solusi kondisi pemotongan yang ditemukan untuk Ra Exit	67

ABSTRAK

Proses pemesinan milling merupakan salah satu proses pemesinan yang banyak digunakan untuk pembuatan suatu komponen. Dalam proses pemesinan milling waktu yang dibutuhkan untuk membuat komponen harus seminimal mungkin agar tercapai kapasitas produksi yang tinggi. Parameter proses pemotongan yang maksimum akan menghasilkan laju pemakanan material (MRR) yang tinggi namun juga mengakibatkan kekasaran permukaan (R_a) yang tinggi pula. Oleh karena itu, parameter proses pemesinan milling yang optimum perlu untuk diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan model matematis yang dapat menggambarkan hubungan antara kecepatan pemotongan dan gerak makan pergigi dengan kekasaran permukaan melalui proses slot milling. Setelah itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mencari kombinasi kecepatan pemotongan dan gerak makan pergigi untuk mendapatkan kondisi optimum yaitu R_a yang paling rendah. Proses pemesinan milling pada penelitian ini dilakukan pada sebuah plat stainless steel AISI 304 dengan dimensi $P \times L \times T$ adalah 150 mm x 100 mm x 10 mm. Dalam penelitian ini metode optimasi yang digunakan adalah Response Surface Methodology (RSM). Dari hasil optimasi diperoleh bahwa kecepatan pemotongan dan gerak makan pergigi yang memberikan respon R_a yang optimal berturut-turut adalah 30 m/min dan 0,15 mm/tooth. Dengan menggunakan parameter proses tersebut, nilai R_a yang didapatkan adalah 0,510 μm . Sementara itu, nilai R_a yang terbesar yang diperoleh dalam pengujian ini adalah 4,783 μm .

Keywords : Optimasi, slot milling, Stainless steel AISI 304, Response Surface Methodology (RSM)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang (*Background*)

Pentingnya proses permesinan merupakan sebuah keharusan dalam industri manufaktur terutama untuk pembuatan komponen-komponen mesin dari logam. Proses berlangsung melalui adanya gerak relatif antara pahat dengan benda kerja. Akibat gerak relatif, maka panas akan dibangkit pada daerah-daerah tertentu khususnya permukaan yang berkontak langsung.

Salah satu syarat yang harus dimiliki pahat agar dapat melakukan pemotongan adalah kemampuan bahan pahat untuk menahan beban kejut termal akibat dari proses pemesinan. Apabila material pahat tidak mampu menahan kenaikan suhu akibat pemotongan tersebut, maka akan terjadi kerusakan dan keausan pahat karena pahat tidak mampu lagi memberikan tegangan geser yang melebihi tegangan geser yang dimiliki oleh pahat.

Pahat yang mengalami kerusakan saat proses pemotongan sedang dilakukan, akan berakibat buruk terhadap kualitas hasil pemotongan yang meliputi bentuk geometri, toleransi, serta kualitas kekasaran permukaan yang dihasilkan, sedangkan hal tersebut merupakan salah satu keunggulan dari proses permesinan dibandingkan dengan proses-proses manufaktur yang lain. Untuk menghindari hal tersebut, maka pada pahat biasanya diberikan pendingin yang

berfungsi untuk mendinginkan bagian yang berkontak sehingga tidak merubah sifat dari bahan khususnya bahan pahat.

Pada dasarnya setiap pekerjaan mesin mempunyai persyaratan kualitas permukaan (kekasaran permukaan) yang berbeda-beda, tergantung dari fungsinya. Makin halus permukaannya makin baik pula kualitasnya, sehingga cukup beralasan juga apabila kekasaran permukaan hasil pemotongan diperhatikan dan dicari solusi untuk mendapatkan yang sehalus mungkin. Besarnya nilai kekasaran permukaan dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain: mesin perkakas yang digunakan, material dan geometri pahat yang digunakan, benda kerja, cairan pendingin, variabel proses (kecepatan potong V_c , kecepatan pemakanan V_f dan kedalaman potong a), operator, dan alat bantu cekam (*jix and fixture*).

Bagi industri dengan produksi yang terukur juga harus memenuhi prinsip kualitas permukaan yang terbaik dengan waktu pemesinan yang tercepat dan umur pahat yang lebih lama. Untuk memenuhi prinsip diatas, dilakukan beberapa variasi terhadap parameter pemotongan guna mendapatkan hasil yang diinginkan. Untuk itu dilakukan banyak pengujian untuk mengetahui sejauh mana pengaruh parameter pemotongan terhadap kualitas hasil produksi agar ditemukan kondisi pemotongan yang sesuai dengan hasil yang diinginkan.

1.2. Rumusan Masalah (*Problem Statement*)

Implementasi dari proses pemesinan *slot milling* yang optimal membutuhkan data pemesinan yang akurat, bukan hanya berdasarkan pengalaman. Untuk menghasilkan data pemesinan yang akurat, maka dipilihlah model matematik yang valid untuk untuk interval yang diobservsi. Sebuah fungsi matematik hasil dari pengolahan data dapat digunakan untuk mendapatkan nilai kekasaran permukaan dalam batasan interval yang digunakan.

1.3. Pembatasan Masalah (*Scope of Study*)

Untuk meningkatkan hasil penelitian dan proses pemesinan *slot milling* secara optimal, penelitian ini mengacu pada penggunaan variasi kondisi pemotongan hasil penggunaan *Design Of Experiment* (DOE) untuk mendapatkan hasil berupa kekasaran permukaan hasil pengujian *slot milling* pada permukaan *stainless steel AISI 304*. Dalam penelitian ini benda kerja yang digunakan adalah *stainless steel AISI 304* dan pahat yang digunakan adalah pahat HSS *Endmills*, 2 *flutes* berdiameter 10 mm.

1.4. Tujuan dan Manfaat Kajian (*Objective and Benefit of Study*)

1.4.1. Tujuan Kajian

1. Untuk mengetahui pengaruh parameter pemotongan terhadap kekasaran permukaan benda kerja pada proses *slot milling*.
2. Untuk mengetahui kondisi optimal pemotongan pada proses *slot milling*.

3. Mendapatkan bentuk persamaan matematis guna memprediksi kekasaran permukaan dalam batasan yang telah ditentukan.

1.4.2. Manfaat Kajian

1. Memberi masukan pada pihak akademisi atau industri tentang pengaruh parameter pemotongan terhadap tingkat kekasaran permukaan, guna meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan.
2. Sebagai bahan panduan praktek bagi semua pihak tentang pentingnya variabel proses pemesinan terhadap tingkat kekasaran permukaan.
3. Sebagai bahan referensi bagi penelitian sejenisnya dalam rangka pengembangan pengetahuan tentang pengaruh variabel proses terhadap tingkat kekasaran permukaan pada proses pengefraisan yang lebih luas.

1.5. Metode Penelitian (*Research Methodology*)

Penelitian ini menggunakan *Design Of Experiment* (DOE) untuk menentukan parameter-parameter pengujian. *Design Of Experiment* (DOE) digunakan untuk pengembangan model matematik yang dikembangkan berdasarkan metode *Response Surface Methodology* (RSM). Variabel respon atau variabel hasil adalah berupa kekasaran permukaan, sedangkan variable independen adalah kecepatan pemotongan dan gerak makan pergigi.

Parameter pengujian yang didapatkan dari *Design Of Experiment* (DOE), diolah menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM) dengan

batasan interval yang telah ditentukan. Variabel hasil berupa kekasaran permukaan diolah menggunakan *Analysis Of Variance* (ANOVA) dengan *software Design Expert Versi 8.07* untuk mendapatkan optimasi untuk kondisi pemotongan yang disarankan.