



**PENGARUH *FEEDING* DAN *CUTTING FLUID*
TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BAJA
EMS 45 PADA PROSES *SURFACE GRINDING***

SKRIPSI

**Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

oleh
**Anne Afrian
5201412076**

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2016**

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Anne Afrian

NIM : 5201412076

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1

Judul Skripsi : Pengaruh *Feeding* dan *Cutting Fluid* terhadap Kekasaran Permukaan Baja EMS 45 pada Proses *Surface Grinding*

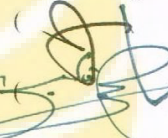

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin S1, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Panitia Ujian

Ketua : Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Sekretaris : Dr. Basyirun, S.Pd., M.T.
NIP. 197509272006041002

Tanda Tangan Tanggal



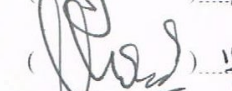
() 29/04/16
() 29/04/2016

Dewan Penguji

Pembimbing : Dr. Rahmat Doni W., S.T., M.T.
NIP. 197509272006041002

Penguji Utama I : Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002

Penguji Utama II : Dr. Murdani, M.Pd.
NIP. 195306081980121001

() 11-5-2016
() 29/04/16
() 11/5/16

Ditetapkan tanggal: _____ Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Anne Afrian

NIM : 5201412076

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1

Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**Pengaruh *Feeding* dan *Cutting Fluid* terhadap Kekasaran Permukaan Baja EMS 45 pada Proses *Surface Grinding***" ini merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Semarang, April 2016

Yang membuat pernyataan



Anne Afrian
NIM. 5201412076

ABSTRAK

Afrian, Anne. 2016. Pengaruh *Feeding* dan *Cutting Fluid* terhadap Kekasaran Permukaan Baja EMS 45 pada Proses *Surface Grinding*. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Dr. Rahmat Doni W., S.T., M.T.

Kekasaran permukaan baja berpengaruh terhadap usia komponen, sehingga komponen yang tidak halus lebih mudah terjadi perubahan struktur. *Feeding* dan *cutting fluid* mempengaruhi tingkat kekasaran permukaan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi *feeding* dan *cutting fluid* terhadap kekasaran permukaan baja EMS 45 pada proses *surface grinding*.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu untuk mengetahui sebab akibat berdasarkan perlakuan yang diberikan pada saat penelitian. Pada penelitian ini, perlakuan yang diberikan adalah variasi *feeding* dan *cutting fluid* pada proses *surface grinding*. Variasi *feeding* yang digunakan yaitu 0,1 mm/rev, 0,25 mm/rev, 0,5 mm/rev, 0,75 mm/rev dan 1 mm/rev. Sedangkan variasi *cutting fluid* yang digunakan yaitu tanpa *cutting fluid*, air dan dromus *oil*. Setelah proses *surface grinding*, selanjutnya dilakukan uji kekasaran dan foto mikro pada masing-masing spesimen. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah statistik deskriptif.

Hasil uji kekasaran menghasilkan nilai kekasaran *feeding* 0,1 mm/rev, 0,25 mm/rev, 0,5 mm/rev, 0,75 mm/rev dan 1 mm/rev secara berturut-turut mengalami penurunan dari *feeding* 0,1 mm/rev ke *feeding* 0,25 mm/rev, dan mengalami peningkatan dari *feeding* 0,5 mm/rev sampai *feeding* 1 mm/rev. Nilai kekasaran tanpa *cutting fluid*, *cutting fluid* air dan *cutting fluid* dromus *oil* secara berturut-turut mengalami fluktuatif. Nilai kekasaran yang paling tinggi (paling kasar) adalah spesimen yang menggunakan dromus *oil* pada *feeding* 1 mm/rev yaitu 1,14 μm , sedangkan nilai kekasaran yang paling rendah (paling halus) adalah spesimen yang menggunakan air pada *feeding* 1 mm/rev yaitu 0,20 μm . Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai kekasaran optimal pada masing-masing *cutting fluid* yaitu pada *feeding* 0,25 mm/rev.

Kata kunci: baja EMS 45, *cutting fluid*, *feeding*, kekasaran permukaan, *surface grinding*

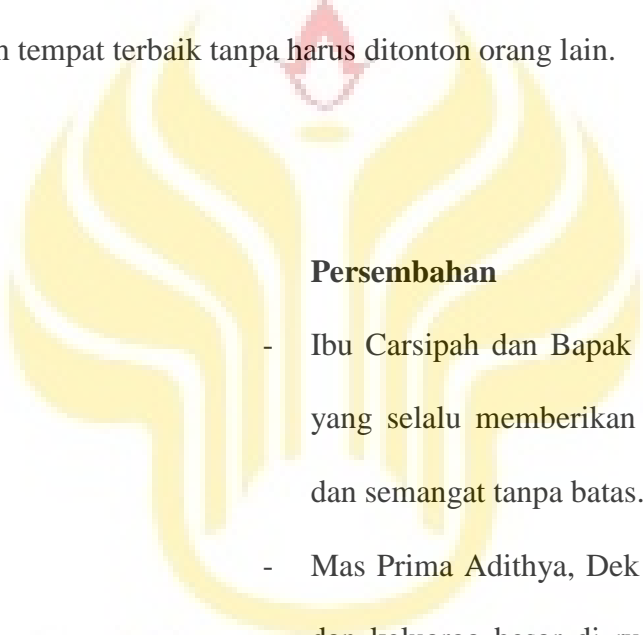
MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- Hasil tidak akan mengkhianati proses.
- Banyak bergerak lebih baik daripada banyak bersuara.
- Panggung tidak selalu menjadi tempat terbaik, kadang di balik panggung adalah tempat terbaik tanpa harus ditonton orang lain.

Persembahan

- Ibu Carsipah dan Bapak Sopidin, orang tua yang selalu memberikan kasih sayang, doa dan semangat tanpa batas.
- Mas Prima Adithya, Dek Tasya Putri Adisti dan keluarga besar di rumah yang menjadi motivator setelah ibu dan bapak.



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PRAKATA

Segala Puji bagi Allah, Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah-Nya serta doa dari orang kedua tua sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh *Feeding* dan *Cutting Fluid* terhadap Kekasaran Permukaan Baja EMS 45 pada Proses *Surface Grinding*”. Skripsi ini disusun dalam rangka menyelesaikan studi Strata 1 sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, serta penyusunan skripsi ini tidak luput dari bantuan dan partisipasi dari semua pihak. Pada kesempatan ini dengan segala hormat penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Dr. Nur Qudus, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Rusiyanto, S.Pd., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin dan Koordinator Program Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang, serta selaku penguji utama I yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis.
3. Dr. Rahmat Doni Widodo, S.T., M.T., selaku pembimbing dan penguji pendamping yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
4. Dr. Murdani, M.Pd. selaku penguji utama II yang telah memberikan masukan dan saran kepada penulis.
5. Kedua orang tua dan keluarga yang selalu mendoakan serta memberikan motivasi.
6. Teman-teman Pendidikan Teknik Mesin angkatan 2012 yang sudah berjuang bersama.
7. Teman-teman yang sudah banyak membantu, yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis mengharapkan segala bentuk kritik dan saran yang bersifat membangun demi sempurnanya skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semuanya, khususnya Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.

Semarang, April 2016

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Pembatasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Kajian Teori	7
B. Kajian Penelitian yang Relevan	34
C. Kerangka Pikir Penelitian	46
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Bahan Penelitian	48
B. Alat Penelitian	48


C. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian.....	49
D. Prosedur Penelitian.....	51
E. Waktu dan Tempat Penelitian.....	60
F. Jenis Penelitian.....	61
G. Variabel Penelitian.....	61
H. Teknik Pengumpulan Data.....	62
I. Teknik Analisis Data.....	63
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian.....	64
B. Pembahasan.....	85
 BAB V PENUTUP	
A. Simpulan.....	90
B. Saran.....	90
 DAFTAR PUSTAKA	 92
LAMPIRAN	96



DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol	Arti
μ	Micro
C	<i>Carbon</i>
Cu	<i>Copper</i>
E	Modulus elastis
Fe	<i>Ferrous</i>
Mn	<i>Manganese</i>
P	Fosfor
S	<i>Sulphur</i>
Si	<i>Silicon</i>
UR	Modulus resilien

Singkatan	Arti
AISI	<i>American Iron and Steel Institute</i>
ASA	<i>American Standards Association</i>
ISO	<i>International Standard Organization</i>
Rpm	<i>Rotation per minut</i>
Ra	Nilai kekasaran
SAE	<i>Society of Automotive Engineers</i>

The image contains a large, semi-transparent watermark of the UNNES logo. The logo features a stylized yellow and white emblem resembling a flame or a tree, with the text 'UNNES' in large blue letters and 'UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG' in smaller blue letters below it.

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Komposisi dan sifat kimia droumus <i>oil</i>	11
2.2. Cairan pendingin yang direkomendasikan	12
2.3. Angka kekasaran permukaan menurut standar ISO 1302	14
2.4. Angka tingkat kekasaran	15
2.5. Istilah umum besi berdasarkan logam	17
2.6. Klasifikasi baja AISI-SAE	18
2.7. Tegangan tarik maksimum material	19
2.8. Harga besaran mekanik	19
2.9. Kandungan baja AISI 1045 atau EMS 45	20
2.10. Kecepatan keliling yang dsarankan	21
2.11. Keterangan bagian-bagian mesin gerinda datar	23
2.12. Contoh jenis serbuk abrasif	29
2.13. Klasifikasi dari abrasif	30
2.14. Harga pendekatan bagi grain size yang diturunkan dari <i>grit size</i> ..	31
2.15. Kondisi pemotongan	34
2.16. Hasil pengukuran kekasaran permukaan	35
2.17. Kondisi pemesinan	36
2.18. Hasil pengukuran kekasaran permukaan (Ra) pada pembubutan menggunakan <i>cutting fluid straight oil</i>	38
2.19. Hasil pengukuran kekasaran permukaan (Ra) pada pembubutan menggunakan <i>cutting fluid soluble oil</i>	38
2.20. Hasil pengukuran kekasaran permukaan (Ra) pada pembubutan tanpa menggunakan <i>cutting fluid</i>	38
2.21. Parameter eksperimen	41
2.22. Matrik pengambilan data I	41
2.23. Matrik pengambilan data II	41
2.24. Variabel penelitian	43
2.25. Data hasil pengukuran tingkat kekasaran material baja ST 40 (μm)	43

3.1. Spesimen uji.....	50
3.2. Lembar pengumpulan data uji kekasaran sebelum digerinda.....	54
3.3. Lembar pengumpulan data uji kekasaran setelah digerinda berdasarkan <i>cutting fluid</i> yang digunakan	59
3.4. Lembar pengumpulan data uji kekasaran setelah digerinda berdasarkan <i>feeding</i> yang digunakan.....	40
4.1. Hasil uji kekasaran sebelum <i>surface grinding</i>	64
4.2. Hasil uji kekasaran setelah <i>surface grinding</i>	65
4.3. Hasil uji kekasaran setelah <i>surface grinding</i> tanpa <i>cutting fluid</i>	66
4.4. Hasil uji kekasaran setelah <i>surface grinding</i> menggunakan air.....	68
4.5. Hasil uji kekasaran setelah <i>surface grinding</i> menggunakan <i>dromus oil</i>	70
4.6. Hasil uji kekasaran setelah <i>surface grinding</i> menggunakan <i>feeding</i> 0,1 mm/rev.....	72
4.7. Hasil uji kekasaran setelah <i>surface grinding</i> menggunakan <i>feeding</i> 0,2 mm/rev.....	74
4.8. Hasil uji kekasaran setelah <i>surface grinding</i> menggunakan <i>feeding</i> 0,5 mm/rev.....	76
4.9. Hasil uji kekasaran setelah <i>surface grinding</i> menggunakan <i>feeding</i> 0,75 mm/rev.....	78
4.10. Hasil uji kekasaran setelah <i>surface grinding</i> menggunakan <i>feeding</i> 1 mm/rev.....	80
4.11. Keterangan gambar.....	85
4.12. Konversi rata-rata nilai kekasaran hasil eksperimen terhadap angka tingkat kekasaran.....	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Proses pemakanan roda gerinda pada benda kerja.....	8
2.2. Alat pemercik media pendingin.....	9
2.3. Penggunaan media pendingin.....	9
2.4. Lambang kekasaran permukaan.....	14
2.5. Skema klasifikasi untuk jenis logam campuran.....	16
2.6. Diagram <i>phase</i> besi karbon.....	17
2.7. Bagian-bagian mesin gerinda datar.....	22
2.8. Mesin gerinda manual.....	24
2.9. Mesin gerinda semi otomatis.....	24
2.10. Mesin gerinda otomatis.....	25
2.11. Mesin gerinda datar CNC.....	26
2.12. Bagian-bagian roda gerinda.....	26
2.13. Kodifikasi batu gerinda.....	27
2.14. Contoh penandaan roda gerinda.....	33
2.15. Contoh pembacaan penandaan roda gerinda.....	33
2.16. Variasi kekasaran permukaan dengan kecepatan <i>spindle</i> pada variasi level dari laju pemakanan.....	36
2.17. Hubungan antara <i>depth of cut</i> terhadap <i>surface roughness</i> benda kerja.....	39
2.18. Hubungan antara kondisi pemotongan terhadap <i>surface</i> <i>roughness</i> benda kerja.....	39
2.19. Hasil sebelum awal waktu pemberian pendingin dan <i>feed</i> <i>rate</i> (mm/rev) terhadap kekasaran permukaan.....	44
2.20. Hasil setelah waktu pemberian pendingin dan <i>feed rate</i> (mm/rev) terhadap kekasaran permukaan.....	44
2.21. Hubungan <i>feeding</i> dan <i>depth of cut</i> terhadap kekasaran permukaan baja C30.....	45
2.22. Kerangka pikir penelitian.....	47
3.1. Diagram alir penelitian.....	49

3.2. Spesimen.....	51
3.3. Alat uji kekasaran Mitutoyo Surftest 301.....	52
3.4. Spesimen siap diukur.....	52
3.5. <i>Surface grinding</i> otomatis.....	54
3.6. Spesimen siap diukur.....	57
3.7. Alat uji foto mikro.....	58
4.1. Grafik hasil uji kekasaran tanpa <i>cutting fluid</i>	67
4.2. Grafik hasil uji kekasaran menggunakan air.....	69
4.3. Grafik hasil uji kekasaran menggunakan dromus <i>oil</i>	71
4.4. Grafik hasil uji kekasaran menggunakan <i>feeding</i> 0,1 mm/rev.....	73
4.5. Grafik hasil uji kekasaran menggunakan <i>feeding</i> 0,25 mm/rev.....	75
4.6. Grafik hasil uji kekasaran menggunakan <i>feeding</i> 0,5 mm/rev.....	77
4.7. Grafik hasil uji kekasaran menggunakan <i>feeding</i> 0,75 mm/rev.....	79
4.8. Grafik hasil uji kekasaran menggunakan <i>feeding</i> 1 mm/rev.....	81
4.9. Grafik hasil uji kekasaran setelah <i>surface grinding</i> pada masing-masing <i>cutting fluid</i>	82
4.10. Grafik hasil uji kekasaran setelah <i>surface grinding</i> pada masing-masing <i>feeding</i>	82
4.11. Foto mikro spesimen sebelum <i>surface grinding</i>	83
4.12. Perbedaan hasil foto mikro spesimen tanpa <i>cutting fluid</i> pada tiap-tiap <i>feeding</i>	84
4.13. Perbedaan hasil foto mikro spesimen menggunakan air pada tiap-tiap <i>feeding</i>	84
4.14. Perbedaan hasil foto mikro spesimen menggunakan dromus <i>oil</i> pada tiap-tiap <i>feeding</i>	84

DAFTAR LAMPIRAN

1. Hasil <i>print out</i> uji kekasaran.....	97
2. Surat ijin penelitian BLKI Semarang.....	103
3. Surat ijin penelitian UNWAHAS.....	104
4. Grafik hasil penelitian.....	105
5. Foto-foto kegiatan.....	109



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Proses pemesinan akan menentukan kekasaran permukaan pada level tertentu dimana kekasaran permukaan tersebut dapat dijadikan acuan untuk evaluasi produk pemesinan (Azhar, 2014). Selain itu, kekasaran permukaan juga berpengaruh terhadap usia komponen, karena komponen yang tidak halus lebih mudah terjadi perubahan struktur. Jika menginginkan tingkat kekasaran yang rendah, mesin gerinda lebih tepat digunakan daripada mesin lainnya, karena mesin gerinda digunakan untuk proses akhir (*finishing*).

Grinding merupakan bagian dari proses *finishing* yang digunakan untuk menghilangkan bagian dari benda kerja yang tidak rata (Dongkun, dkk., 2015). Proses ini banyak digunakan dalam industri, karena dapat menghasilkan kualitas permukaan yang lebih baik dan sangat dekat dengan toleransi, serta sangat tepat untuk komponen desain (Rahman dan K. Kadirgama, 2015). Pada saat proses *surface grinding* (gerinda permukaan), roda gerinda bergesekan dengan benda kerja sehingga terjadi peningkatan suhu di sepanjang permukaan benda kerja. Besarnya panas yang ditimbulkan secara dominan tergantung dari kecepatan potong (*cutting speed*), kecepatan pemakanan (*feed*), kedalaman pemakanan (*depth of cut*), putaran mesin (*Revolution per menit – Rpm*), jenis bahan benda kerja yang dikerjakan dan penggunaan air pendingin (Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2013: 73). Jadi, faktor-faktor tersebut harus

ditangani agar tidak terjadi kerugian dalam produksi.

Gesekan yang terjadi antara benda kerja dan alat potong mengakibatkan temperatur yang meningkat, sehingga diperlukan cairan pendingin untuk mengurangi gesekan serta mendinginkan benda kerja dan alat potong akibat gesekan yang terjadi (Straka dan Marek, 2015). *Cutting fluid* (cairan pendingin) berfungsi sebagai pelumas yang akan mengurangi gesekan antara roda gerinda dan benda kerja pada saat proses *surface grinding*, sehingga penyebaran panas yang terjadi pada permukaan benda kerja akan berkurang. Selain *cutting fluid*, laju pemakanan (*feeding*) juga berpengaruh terhadap kekasaran permukaan benda kerja. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Suparno dan Arif (2012), semakin besar *feeding* maka tingkat kekasaran permukaan benda kerja akan semakin besar atau kasar. Peningkatan *feeding* pada proses *surface grinding* akan mengakibatkan semakin besar gesekan yang diterima oleh benda kerja. Semakin besar gesekan yang diterima oleh benda kerja, maka distribusi panas yang terjadi pada permukaan benda kerja akan meningkat.

Baja merupakan bahan yang masih memiliki peranan penting dalam mesin bangunan industri. Baja memiliki banyak jenis, salah satunya adalah baja karbon sedang yang merupakan bagian dari jenis baja karbon. Baja karbon sedang memiliki tegangan tarik maksimum yang tinggi, sehingga sifatnya mudah menjadi keras. Jenis baja ini dapat ditemukan pada komponen mesin, misalnya poros engkol dan roda gigi.

Roda gigi merupakan komponen mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan daya. Roda gigi akan bersinggungan dengan roda gigi yang lain dan menghasilkan

keuntungan mekanis melalui rasio jumlah gigi. Roda gigi harus memiliki permukaan yang halus agar putaran saat bersinggungan lebih mudah. Selain itu, permukaan roda gigi harus dijaga kehalusannya agar tidak mudah korosi yang menyebabkan usianya tidak tahan lama.

Mesin gerinda merupakan solusi yang dapat mengatasi masalah kekasaran permukaan benda kerja, karena mesin ini digunakan untuk pengerjaan akhir yang dibutuhkan tingkat kehalusan yang tinggi. Jadi, untuk menghasilkan tingkat kehalusan permukaan roda gigi yang tinggi, salah satunya dapat dilakukan dengan cara penggerindaan permukaan (*surface grinding*). Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini akan memfokuskan pada pengaruh variasi *feeding* dan *cutting fluid* yang digunakan pada proses *surface grinding* terhadap baja EMS 45.

B. Identifikasi Masalah

Mesin gerinda merupakan mesin yang digunakan untuk pengerjaan akhir karena menghasilkan tingkat kekasaran yang rendah. Mesin gerinda memiliki empat jenis, yaitu mesin gerinda bangku, mesin gerinda alat, mesin gerinda datar atau permukaan, dan mesin gerinda silinder. Mesin gerinda yang digunakan untuk material yang memiliki permukaan datar lebih baik menggunakan gerinda permukaan (*surface grinding*).

Tingkat kekasaran permukaan yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah *feeding* dan *cutting fluid*. Proses pemakanan yang dimaksud adalah laju pemakanan (*feeding*) yang terjadi saat roda gerinda bergesekan dengan benda kerja. Cairan pendingin (*cutting fluid*) berpengaruh

karena masing-masing cairan pendingin memiliki kandungan yang berbeda sehingga hasil proses pemesinannya akan berbeda. Tingkat kekasaran permukaan mempengaruhi usia dari suatu komponen mesin. Semakin halus permukaan yang dihasilkan, maka semakin lama usia komponen tersebut.

Baja karbon sedang merupakan bahan yang masih banyak digunakan pada komponen mesin yaitu salah satunya yaitu baja EMS 45. Baja karbon sedang yang digunakan untuk komponen mesin yang bersinggungan dengan komponen lain harus memiliki permukaan halus agar tidak terjadi gesekan yang besar saat bersinggungan. Dalam penelitian ini, penulis akan meneliti tentang pengaruh *feeding* dan *cutting fluid* terhadap kekasaran permukaan baja EMS 45 pada proses *surface grinding*.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka dalam penelitian ini akan dibatasi tentang variasi *feeding* dan *cutting fluid* pada proses penggerindaan dengan menggunakan *surface grinding machine*. Variasi *feeding* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 0,1 mm/rev, 0,25 mm/rev, 0,5 mm/rev, 0,75 mm/rev dan 1 mm/rev, karena penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya hanya menggunakan *feeding* antara 0,1 mm/rev sampai 0,5 mm/rev, jadi pada penelitian ini ingin mengetahui pengaruh *feeding* di atas 0,5 mm/rev. Variasi *cutting fluid* yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air, *soluble oil* berupa *dromus oil* dan tanpa *cutting fluid*, karena pada umumnya cairan pendingin yang

digunakan berupa dromus dan tanpa pendingin. Pada penelitian ini menggunakan mesin *surface grinding* otomatis dan material baja EMS 45.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah di atas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi *feeding* 0,1 mm/rev, 0,25 mm/rev, 0,5 mm/rev, 0,75 mm/rev dan 1 mm/rev terhadap kekasaran permukaan baja EMS 45 pada proses *surface grinding*?
2. Bagaimana pengaruh variasi tanpa *cutting fluid*, air dan dromus *oil* pada tiap-tiap variasi *feeding* terhadap kekasaran permukaan baa EMS 45 pada proses *surface grinding*?

E. Tujuan Penelitian

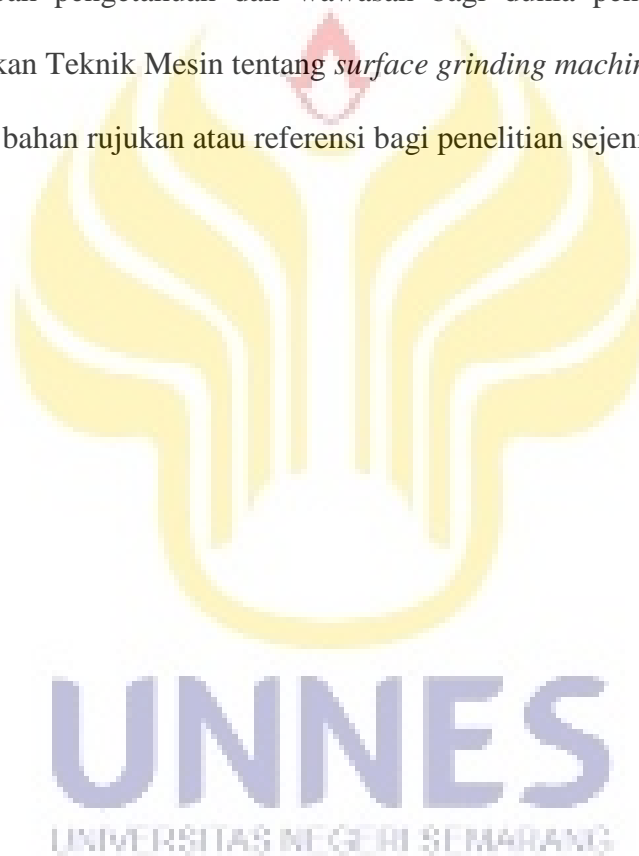
Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi *feeding* 0,1 mm/rev, 0,25 mm/rev, 0,5 mm/rev, 0,75 mm/rev dan 1 mm/rev terhadap tingkat kekasaran baja EMS 45 pada proses *surface grinding*.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi tanpa *cutting fluid*, air dan dromus *oil* pada tiap-tiap variasi *feeding* terhadap tingkat kekasaran baja EMS 45 pada proses *surface grinding*.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi para teknisi *surface grinding machine* dapat menentukan *feeding* dan *cutting fluid* yang sesuai dengan tingkat kekasaran yang telah ditentukan sebelumnya.
2. Menambah pengetahuan dan wawasan bagi dunia pendidikan, khususnya Pendidikan Teknik Mesin tentang *surface grinding machine*.
3. Sebagai bahan rujukan atau referensi bagi penelitian sejenis yang selanjutnya.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. *Feeding* (Laju Pemakanan)

Feeding atau laju pemakanan adalah kecepatan mesin dalam menyayat benda kerja. *Feeding* dapat ditentukan sesuai dengan material yang digunakan. Semakin kecil *feeding* pada *cutting speed* yang sama, maka semakin kecil nilai kekasarannya, berarti semakin halus permukaannya (Gama dan Marcos, 2015).

Kecepatan pemakanan atau insutuan ditentukan dengan mempertimbangkan beberapa faktor, diantaranya kekerasan bahan, kedalaman penyayatan, sudut-sudut sayat alat potong, bahan alat potong, ketajaman alat potong dan kesiapan mesin yang akan digunakan. Kecepatan pemakanan pada umumnya untuk proses pengasaran ditentukan pada kecepatan pemakanan tinggi karena tidak memerlukan hasil permukaan yang halus, dan pada proses penyelesaiannya/*finishing* digunakan kecepatan pemakanan rendah dengan tujuan mendapatkan kualitas permukaan hasil penyayatan yang lebih baik sehingga hasilnya halus (Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2013: 122-123). Secara matematis, rumus untuk mencari besar laju pemakanan adalah sebagai berikut:

$$F = f \times n$$

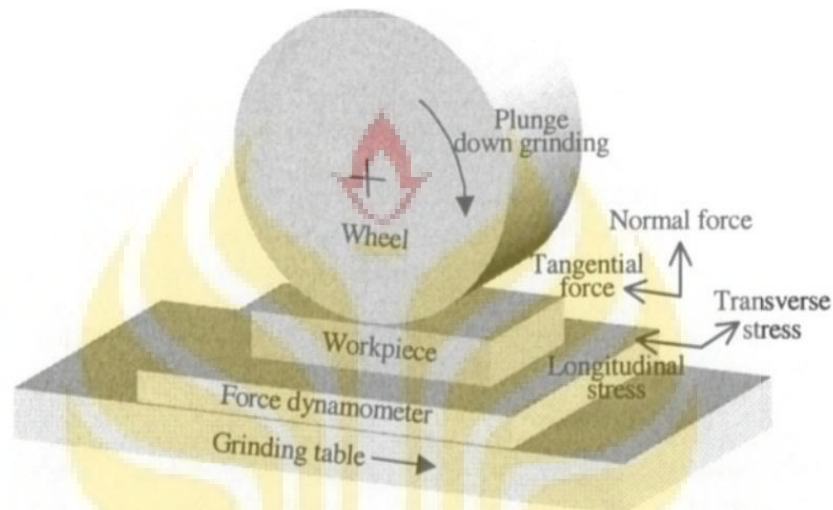
Dimana:

F = laju pemakanan (mm/menit)

f = besar pemakanan atau bergesernya pahat (mm/putaran)

n = putaran mesin (putaran/menit)

Arah laju pemakanan alat potong saat menyayat benda kerja dapat dilihat pada Gambar 2.1.

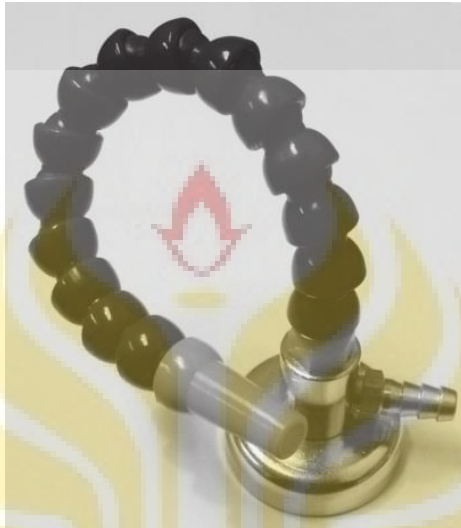


Gambar 2.1. Proses pemakanan roda gerinda pada benda kerja (Bentley, S.A. dan D.K. Aspinwall, 2000: 442)

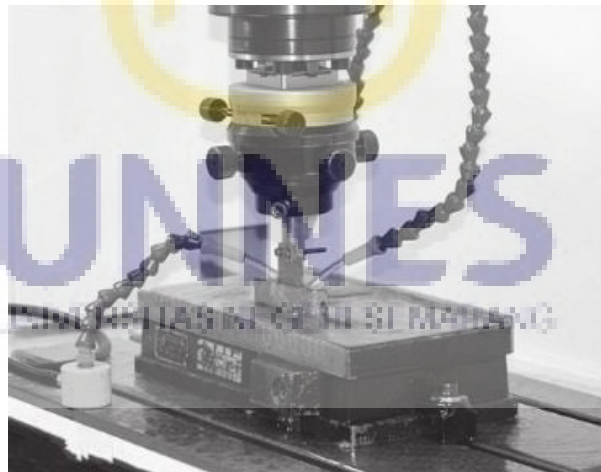
2. *Cutting Fluid* (Cairan Pendingin)

Panas diproduksi pada pemotongan yang disebabkan oleh gesekan pada alat potong dan permukaan benda kerja. Gesekan pada proses pemotongan benda kerja mengakibatkan peningkatan temperatur, sehingga dalam proses pemotongan benda kerja pada mesin sebagian besar menggunakan cairan pemotong (Ishii, dkk., 2015). Kecepatan potong adalah faktor utama yang mempengaruhi jumlah panas yang dihasilkan pada pemotongan diikuti oleh laju pemakanan dan kedalaman potong (Astakhov, V.P., Jochs, S., 2012: 6). Menurut Smith (1993: 74) tugas utama dari *cutting fluid* adalah untuk melumasi alat dan mendinginkannya, serta meningkatkan produksi akhir benda kerja. Selain itu,

cutting fluid juga dapat menurunkan keausan *tool* sehingga umur *tool* lebih lama. Di bawah ini adalah gambar alat pemercik cairan pendingin dan cara memercikkannya pada benda kerja saat proses pemesinan.



Gambar 2.2. Alat pemercik media pendingin (Astakhov, V.P., Joksch, S., 2012: 83)



Gambar 2.3. Penggunaan media pendingin (Astakhov, V.P., Joksch, S., 2012: 83)

Menurut Smith (1993: 76) *cutting fluid* digolongkan menjadi dua jenis utama, yaitu:

a. *Cutting fluid* berbahan dasar minyak

Cutting fluid berbahan dasar minyak disediakan sebagai *cutting fluid* yang sudah siap untuk digunakan suatu produk. Jenis *cutting fluid* ini sering dikenal dengan *mineral oil* dengan atau tanpa aditif. Aditif dapat berupa alami maupun sintetis. Dibandingkan dengan *cutting fluid* berbahan dasar air, keuntungan utama dari *cutting fluid* berbahan dasar minyak adalah lebih baik pelumasan dan perlawanan terhadap tekanan. Bahan aditif digunakan untuk meningkatkan pelumasan, melindungi keausan, perlindungan terhadap korosi, stabilitas dan mengontrol busa.

b. *Cutting fluid* berbahan dasar air

Cutting fluid berbahan dasar air dibagi menjadi dua, yaitu *emulsifiable* dan *water-soluble*. *Cutting fluid* berupa larutan atau emulsi merupakan *cutting fluid* yang dapat dicampurkan dengan sedikit minyak murni, minyak sintetis, atau kombinasi keduanya.

Selain *cutting fluid* berbahan dasar minyak dan *cutting fluid* berbahan dasar air, terdapat *mineral oil* atau *synthetic lubricant*. *Mineral oil* adalah jenis *cutting fluid* yang paling banyak digunakan oleh industri. Senyawa dari *mineral oil* terdiri dari karbon dan hidrogen, dan seperti biasanya dirujuk sebagai “hidrokarbon” (Smith, 1993: 77).

Menurut Rochim dalam Prasetya, dkk. (2014) cairan pendingin yang biasa digunakan untuk proses pemesinan dapat dikategorikan menjadi empat jenis, yaitu:

a. *Soluble oil*

Soluble oil terbuat dari hasil pengolahan minyak bumi atau minyak nabati yang ditambahkan aditif dan diemulsikan dengan air sehingga partikel minyak tersebar secara merata dan stabil di dalam air. *Dromus oil* adalah minyak mineral hasil penyulingan dan aditif, komposisi kimia dan sifatnya dapat dilihat pada Tabel 2.1. Biasanya *dromus oil* dapat diemulsikan dengan rasio air dan *dromus* yaitu 20:1 sampai 40:1.

Tabel 2.1. Komposisi dan sifat kimia *dromus oil*
(Karmin dan Muchtar Ginting, 2012)

No	Komposisi		No	Sifat kimia
	Nama	Ukuran		
1	Sodium sulphonate	1-4,9%	1	Titik didih: >100°C
2	Polyolefin ether	1-3%	2	Titik nyala: >100°C
3	Alkyl amide	1-3%	3	Temperatur pengapian otomatis: >320°C
4	Long chain alkenyl amide borate	1-2,4%	4	Berat jenis: 930 kg/m ³ pada 15°C
			5	Kekentalan: 400 mm ² /detik

b. *Straight oil* (minyak murni)

Straight oil terbuat dari hasil pengolahan minyak bumi atau nabati yang ditambahkan aditif tanpa memiliki kandungan air.

c. Minyak sintetis

Minyak sintetis tidak mengandung minyak bumi, tetapi dapat diemulsikan dengan air. *Cutting fluid* jenis ini terbuat dari bahan kimia yang terdiri dari bahan kimia pelumas, pencegah korosi dan aditif lain.

d. Minyak semi sintetis

Minyak semi sintetis mengandung minyak. *Cutting fluid* jenis ini terbuat dari bahan kimia yang terdiri dari bahan kimia pelumas, pencegah korosi dan aditif lain.

Tabel 2.2. Cairan pendingin yang direkomendasikan untuk beberapa material benda kerja (Rahdiyanta, Dwi, 106)

Material	Drilling	Reaming	Tapping	Turning	Threading	Milling
Aluminium	Soluble oil	Soluble oil	Soluble oil	Soluble oil	Soluble oil	Soluble oil
	Kerosene Lard oil	Kerosene Mineral oil	Mineral oil		Kerosene Lard oil	Lard oil Mineral oil
Brass	Dry Soluble oil	Soluble oil Dry	Soluble oil Lard oil	Soluble oil	Soluble oil Lard oil	Soluble oil Dry
	Kerosene Lard oil					
Bronze	Dry Soluble oil	Soluble oil Lard oil	Soluble oil Lard oil	Soluble oil	Soluble oil Lard oil	Soluble oil Dry
	Lard oil Mineral oil	Dry	Dry			
Cast iron	Dry Soluble oil	Soluble oil Mineral oil	Mineral oil Lard oil	Soluble oil Mineral oil	Dry Soluble oil	Dry Soluble oil
	Dry jet	Lard oil		Lard oil Dry		
Copper	Dry Soluble oil	Soluble oil Lard oil	Soluble oil Mineral oil	Soluble oil	Soluble oil Lard oil	Soluble oil Dry
	Lard oil Kerosene Mineral oil	Dry	Lard oil			
Malleable iron	Dry Soda water	Dry Soda water	Soluble oil	Soluble oil	Lard oil Soda water	Dry Soda water
	Soluble oil	Soluble oil	Mineral oil	Soluble oil	Lard oil	Soluble oil
Monel metal	Lard oil	Lard oil	Sulfurized oil			
Steel alloys	Soluble oil	Soluble oil	Soluble oil	Soluble oil	Lard oil	Lard oil
	Sulfurized oil Mineral oil Lard oil	Mineral oil Lard oil	Mineral oil		Sulfurized oil	Mineral oil Lard oil
Steel forging low carbon	Soluble oil Sulfurized oil	Soluble oil Mineral oil	Soluble oil Lard oil	Soluble oil	Soluble oil Mineral oil	Soluble oil Mineral oil
	Lard oil Mineral oil	Lard oil	Lard oil		Lard oil	Lard oil
Tool steel	Soluble oil	Soluble oil	Mineral oil	Soluble oil	Lard oil	Soluble oil
	Sulfurized oil Mineral oil Lard oil	Sulfurized oil Lard oil	Sulfurized oil		Sulfurized oil	Lard oil

3. Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan merupakan salah satu indikator dari kemampuan mesin yang baik (Traian dan Carausu, 2014). Kekasaran permukaan sangat penting, karena sebagian besar suatu komponen membutuhkan kekasaran permukaan yang

rendah, sehingga permukaan menjadi halus. Semakin halus permukaan, maka semakin tinggi biayanya (Amstead, B.H., dkk., 1979: 274).

Kualitas geometris dapat dicapai jika benda kerja memenuhi persyaratan spesifikasi geometris yang meliputi ukuran/dimensi (*dimension*), bentuk (*form*), dan kekasaran permukaan (*surface roughness*) (Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2014: 40). Salah satu karakteristik geometri yang ideal dari suatu komponen adalah permukaan yang halus, tetapi pada kenyataannya tidak ada suatu komponen dengan permukaan yang betul-betul halus. Setiap bidang permukaan juga tidak selalu diperlukan bidang yang sangat licin, karena besar kecilnya kekasaran permukaan tergantung dari pelaksanaan suku cadang (Tim Bhratara Karya Aksara, 1981: 1).

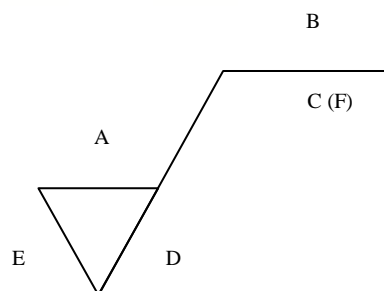
Kualitas kekasaran permukaan pada proses pemesinan yang paling umum adalah harga kekasaran rata-rata aritmatik (R_a), yaitu sebagai standar kualitas permukaan dari hasil pemotongan maksimum yang diizinkan (Atedi dan Djoko, 2005). Menurut Tonshoff, H.K. (1994: 47) kekasaran permukaan tergantung pada kondisi pemotongan mesin gerinda, karena ketelitian bentuk benda kerja dicapai dengan pemakanan yang terjadi. Proses pemotongan benda kerja mengakibatkan temperatur menjadi lebih tinggi, sehingga diperlukan cairan pendingin untuk mengurangi peningkatan temperatur tersebut. Temperatur sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan benda kerja, karena peningkatan yang tinggi pada temperatur dapat mengakibatkan efek yang merugikan pada permukaan (Weinert dan M. Schneider, 1999: 140).

Tingkat kekasaran dapat diukur melalui beberapa cara. Selain dengan membandingkan secara visual dengan standar yang ada, cara lain yaitu dengan perbandingan mikroskopi (Amstead, B.H., dkk., 1979: 272). Menurut Amstead dkk., untuk mengukur kekasaran permukaan dan karakteristik permukaan telah dikembangkan beberapa standar, yaitu ISO R468 dan ASA B 46,1-1962. Angka kekasaran permukaan menurut standar ISO 1302: 1992 diklasifikasikan menjadi 12 angka kelas sesuai Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Angka kekasaran permukaan menurut standar ISO 1302 (ISO 1302: 43)

<i>Roughness value Ra</i>		<i>Roughness grade numbers</i> (given in the previous edition of ISO 1302)
μm	μin	
50	2000	N 12
25	1000	N 11
12,5	500	N 10
6,3	250	N 9
3,2	125	N 8
1,6	63	N 7
0,8	32	N 6
0,4	16	N 5
0,2	8	N 4
0,1	4	N 3
0,05	2	N 2
0,025	1	N 1

Menurut Azhar (2014) kekasaran permukaan biasanya dilambangkan dengan simbol yang berupa segitiga sama sisi dengan salah satu ujungnya menempel pada permukaan seperti Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Lambang kekasaran permukaan (Azhar, 2014)

Keterangan:

A : Nilai kekasaran permukaan (Ra)

B : Cara pengerjaan produksi

C : Panjang sampel

D : Arah pengerjaan

E : Kelebihan ukuran yang dikehendaki

F : Nilai kekasaran lain jika diperlukan

Berdasarkan metode pengerjaannya, angka tingkat kekasaran dapat digolongkan sebagai berikut:

Tabel 2.4. Angka tingkat kekasaran (PEDC Bandung dalam Hasrin, 2013)

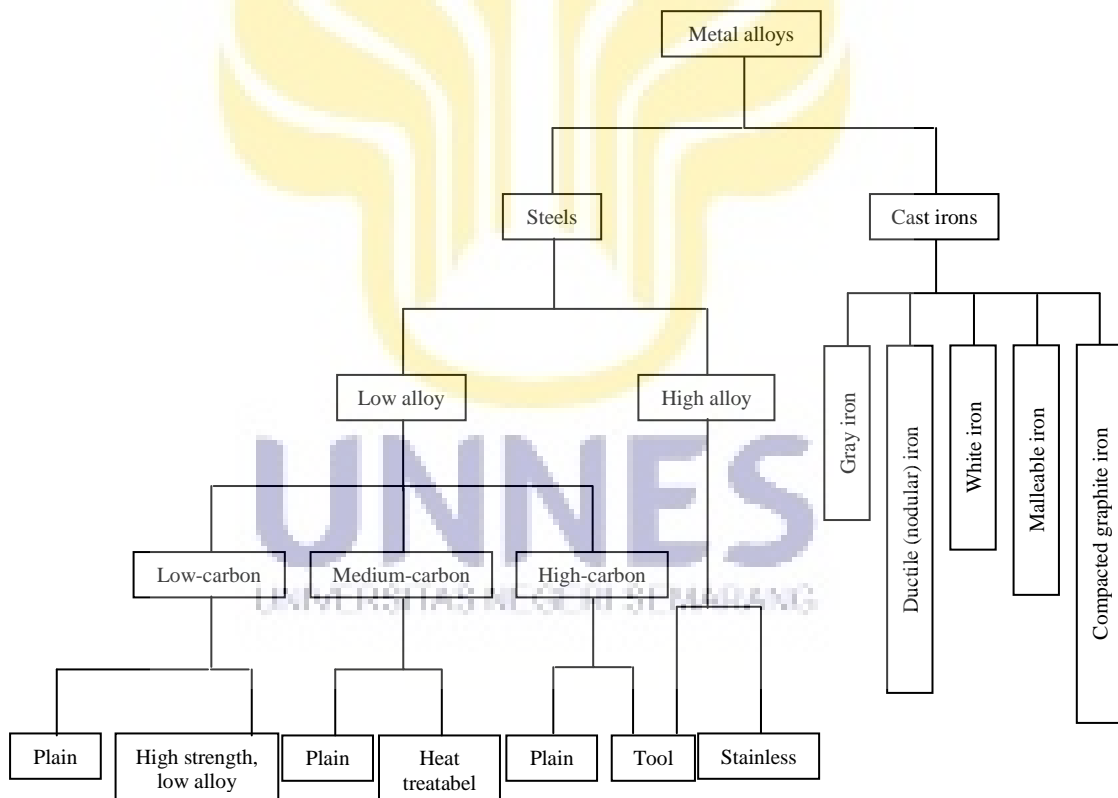
Metode Pengerjaan	Tingkat Kekasaran														
	Ra dalam μm														
	N12	N11	N10	N9	N8	N7	N6	N5	N4	N3	N2	N1			
	200	100	50	25	12,5	6,3	3,2	1,6	0,8	0,43	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01
Pembubutan (<i>turning</i>)															
Pengetaman (<i>shapping</i>)															
Sekrap (<i>scraping</i>)															
Frais permukaan (<i>face milling</i>)															
Gerinda permukaan (<i>face grinding</i>)															

4. Baja Karbon

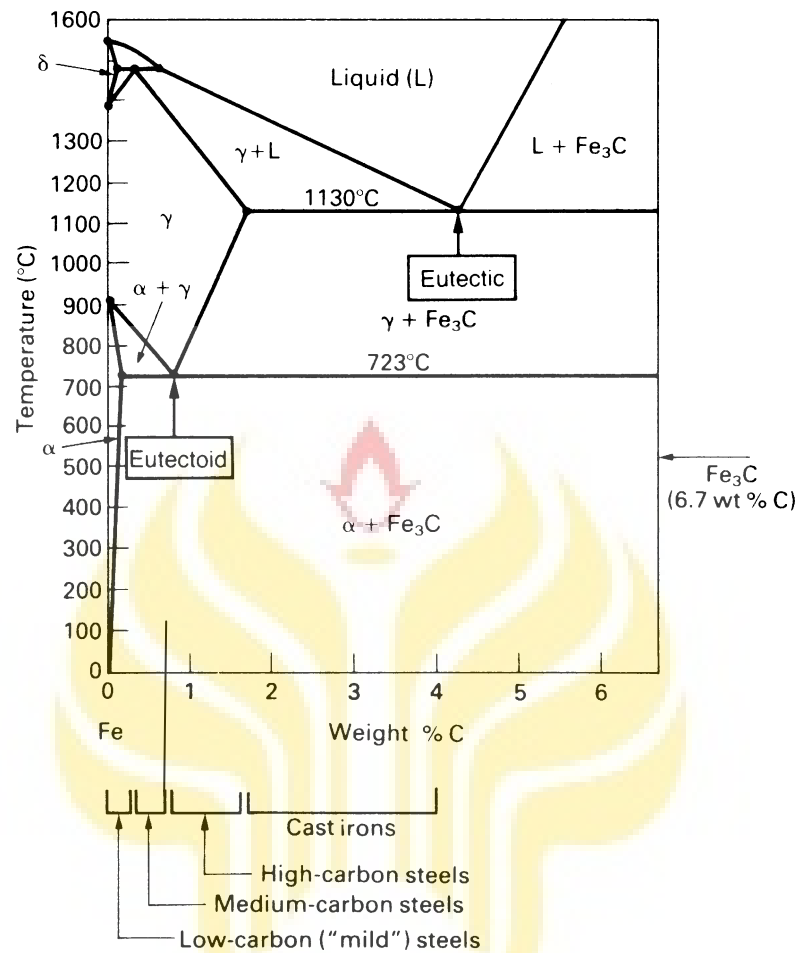
Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan tambahan silikon (Si), mangan (Mn), fosfor (P), sulfur (S) dan tembaga (Cu) (Wiryosmarto, H. dan Toshie Okumoro, 1981: 89). Kadar karbon sangat mempengaruhi sifat dari baja karbon, sehingga baja ini diklasifikasikan berdasarkan kadar karbonnya. Kadar

karbon paling tinggi pada baja karbon yaitu sampai 1,7% (Arifin, Syamsul, 1977: 111).

Menurut Callister (2006: 360) baja karbon merupakan golongan dari logam campuran. Logam campuran tersebut dibagi menjadi dua jenis, yaitu baja dan besi tuang. Baja digolongkan menjadi dua jenis yaitu logam campuran rendah dan logam campuran tinggi. Sedangkan besi tuang digolongkan menjadi lima jenis yaitu besi tuang kelabu, besi tuang nodular, besi tuang putih, besi tuang tempa dan besi tuang grafit padat. Baja karbon termasuk logam campuran rendah yang terdiri dari baja karbon rendah, baja karbon sedang dan baja karbon tinggi.



Gambar 2.5. Skema klasifikasi untuk jenis logam campuran (Callister, 2006: 360)



Gambar 2.6. Diagram *phase* besi karbon (Ashby dan David, 1998: 114)

Berdasarkan pada Gambar 2.6., baja karbon rendah dan baja karbon sedang memiliki kandungan karbon di bawah 0,8%, baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon 0,7-1,7%, dan besi tuang memiliki kandungan karbon 1,8-4%.

Tabel 2.5. Istilah umum besi berdasarkan logam (Ashby dan David, 1998: 4)

Logam	Ciri khas kandungan (% berat)	Ciri khas penggunaan
Baja karbon rendah ("mild")	Fe +0,04-0,3 C (+≈0,8 Mn)	Penggunaan tegangan tarik rendah: konstruksi umum baja, cocok untuk pengelasan.
Baja karbon sedang	Fe +0,3-0,7 C (+≈0,8 Mn)	Penggunaan tegangan tarik sedang: bagian-bagian mesin, mur dan batang, roda gigi.
Baja karbon tinggi	Fe +0,7-1,7 C (+≈0,8 Mn)	Penggunaan tegangan

Baja paduan rendah	Fe +0,2 C; 0,8 Mn; 1 Cr; 2 Ni	tarik tinggi: pegas, alat potong, lokomotif. Penggunaan tegangan tarik tinggi: tempat bertekanan, bagian-bagian pesawat terbang.
Baja paduan tinggi ("stainless")	Fe +0,1 C; 0,5 Mn; 18 Cr, 8 Ni	Penggunaan anti karat atau temperatur tinggi: bangunan bahan kimia atau bangunan yang bertekanan.
Besi tuang	Fe +1,8-4 C (+≈0,8 Mn; 2 Si)	Penggunaan tegangan tarik rendah: blok silinder, saluran pipa.

Penggolongan baja karbon, baja campuran dan baja tahan karat di dalam suatu sistem digunakan klasifikasi menurut jenis dari baja berdasarkan komposisi kimianya. Penetapan klasifikasi ini dilakukan menurut *Society of Automotive Engineers* (SAE) dan *American Iron and Steel Institute* (AISI) (Arifin, Syamsul, 1977: 120). Klasifikasi baja tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 2.6. Klasifikasi baja AISI-SAE (Arifin, Syamsul, 1977: 121)

No	Jenis baja	AISI-SAE
1	Baja karbon tidak mengandung S	10XX
2	Baja karbon mengandung S (<i>free machining</i>)	11XX
3	Baja karbon mengandung S dan P	12XX

5. Baja Karbon Sedang

Baja karbon sedang mengandung karbon antara 0,30-0,60% (30-60 *point*) dan setiap 1 ton baja karbon ini mengandung karbon antara 60-120 *pound* (30-60 kg) (Arifin, Syamsul, 1977: 112). Menurut Arifin, baja karbon ini dapat digunakan untuk hal-hal berikut:

- a. Mengandung 0,40% C digunakan untuk keperluan industri kendaraan misalnya untuk bahan membuat baut atau mur, poros engkol, batang torak dan lain sebagainya.
- b. Mengandung 0,50% C digunakan untuk membuat roda gigi, martil atau palu, *clamp* (alat penjepit).
- c. Mengandung 0,55-0,60% C digunakan untuk membuat pegas.

Baja karbon sedang dan baja karbon tinggi mengandung banyak karbon dan unsur lain yang dapat meningkatkan kekerasan baja (Wiryosmarto, H. dan Toshie Okumoro, 1981: 92). Baja karbon sedang memiliki tegangan tarik maksimum yang tinggi di bawah baja paduan, yaitu 6000 kg/cm^2 (Suharto, 1995: 174).

Tabel 2.7. Tegangan tarik maksimum material (Suharto, 1995: 174)

No	Jenis bahan	Tegangan tarik maksimum, kg/cm^2
1	Baja karbon rendah	4000
2	Baja karbon sedang	6000
3	Baja paduan	10000-16000
4	Besi tuang kelabu	2100
5	Besi tuang tegangan tinggi	4000
6	Duralmin	4200
7	Paduan magnesium	4200
8	Kayu pinus	830
9	Plastik	850

Tabel 2.8. Harga besaran mekanik (Sumanto, 1994: 11)

Bahan	E (kg/cm^2)	σ_y (kg/cm^2)	UR (kg/cm^2)
Baja karbon sedang	$20,5 \times 10^5$	3000	2,29
Baja karbon tinggi	$20,5 \times 10^5$	9500	21,80
Duralium	$7,1 \times 10^5$	1200	1,16
Tembaga	$10,9 \times 10^5$	270	0,36

Baja EMS 45 merupakan golongan baja karbon sedang karena memiliki kandungan karbon 0,52% (Bohler: Sertifikat baja AISI 1045 atau EMS 45).

Berdasarkan sertifikat baja AISI 1045, kekerasan brinell baja ini adalah ≤ 190 BHN. Unsur-unsur yang terkandung pada baja AISI 1045 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.9. Kandungan baja AISI 1045 atau EMS 45
(Bohler: Sertifikat baja AISI 1045 atau EMS 45)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Al	Cu
0,52	0,31	0,65	0,019	0,02	-	-	-	-	-	0,01

Kemampuan mesin baja karbon sedang akan lebih rendah daripada baja karbon rendah. Astakhov, V.P., Joksch, S. (2012: 144) melakukan diskusi, kemudian mengatakan bahwa proses pemesinan baja karbon sedang AISI 1045 (kekuatan tarik *ultimate* $\sigma_R = 655$ MPa, kekuatan tarik *yield* $\sigma_{y0,2} = 375$ MPa) mengakibatkan total gaya potong yang lebih rendah, usia alat potong lebih besar dan energi yang diperlukan lebih rendah, temperatur pemotongan dan tegangan sisa proses pemesinan lebih banyak daripada yang diperoleh pada proses pemesinan *stainless steel* AISI 316L ($\sigma_R = 517$ MPa, $\sigma_{y0,2} = 218$ MPa).

6. Mesin Gerinda

Menggerinda merupakan proses pemesinan dengan cara menggosok, mengasah, menajamkan, membentuk, mengauskan permukaan dengan gesekan, melepaskan permukaan logam dengan batu gerinda yang berputar, meratakan dan menghaluskan permukaan benda, baik lengkung maupun rata (Wagiman dan Nur Muhammad Sidiq, 2011: 1). Mesin gerinda umumnya digunakan untuk pengerjaan akhir (*finishing*) komponen mesin dengan tingkat kepresisian yang tinggi (Bawanto, Adi, 2011: 65). Mesin ini dibagi menjadi empat jenis, yaitu

mesin gerinda bangku, mesin gerinda alat, mesin gerinda datar atau permukaan, dan mesin gerinda silinder.

Parameter mesin gerinda diantaranya adalah kecepatan keliling roda gerinda, kecepatan putar mesin dan waktu proses pemesinannya (Mursidi dan Tatang, 2013: 92).

Tabel 2.10. Kecepatan keliling yang disarankan (Mursidi dan Tatang, 2013: 93)

No	Jenis pekerjaan	Kecepatan keliling m/det
1	Pengasahan alat pada mesin	23-30
2	Gerinda silinder luar	28-33
3	Gerinda silinder dalam	23-30
4	Gerinda pedestal	26-33
5	Gerinda <i>portable</i>	33-48
6	Gerinda datar	20-30
7	Penggerindaan alat dengan basah	26-30
8	Penggerindaan pisau	18-23
9	<i>Cutting off wheels</i>	45-80

Kecepatan putar roda gerinda sudah tercantum pada kertas label roda gerinda. Tetapi roda gerinda yang sudah digunakan mengakibatkan ukuran diameternya berkurang, sehingga kecepatan kelilingnya juga akan menurun (Mursidi dan Tatang, 2013: 94). Kecepatan putar mesin memiliki hubungan dengan kecepatan keliling roda gerinda, secara sistematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$POS = n \times \frac{\pi \cdot d}{1000 \cdot 60}$$

$$n = \frac{POS \cdot 1000 \cdot 60}{\pi \cdot d}$$

Keterangan:

POS = *Peripheral operating speed* atau kecepatan keliling (meter/detik)

n = Putaran mesin (rpm)

d = Diameter roda gerinda (mm)

60 = Konversi satuan menit ke detik

1000 = Konversi satuan meter ke millimeter

7. *Surface Grinding*

Mesin gerinda datar (*surface grinding*) adalah salah satu jenis mesin perkakas yang berfungsi untuk menghaluskan/mem-*finishing* permukaan benda kerja pada bidang datar/rata, dengan tingkat hasil kehalusan permukaan dapat mencapai sampai dengan N5 (Mursidi dan Tatang, 2013: 11). Mesin gerinda datar atau permukaan merupakan salah satu jenis mesin gerinda yang digunakan untuk penggerindaan bentuk datar. Bagian-bagian mesin gerinda datar dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.7. Bagian-bagian mesin gerinda datar (Mursidi dan Tatang, 2013: 23)

Tabel 2.11. Keterangan bagian-bagian mesin gerinda datar
(Mursidi dan Tatang, 2013: 23)

Keterangan	
1 <i>Body</i> mesin	9 <i>Handle</i> penggerak meja melintang
2 Kolom mesin	10 Tuas penggerak otomatis
3 <i>Spindle</i> mesin	11 Tuas pengatur pemakanan roda gerinda
4 Roda gerinda	12 Sistem hidrolik
5 Dudukan meja magnetik	13 Sistem pendingin dan penyedot debu
6 Meja magnetik	14 Panel kelistrikan
7 Pelindung air pendingin	15 Panel <i>on-off</i> meja magnetik
8 <i>Handle</i> penggerak meja memanjang	16 Panel indikator posisi penggerindaan

Berdasarkan pergerakan meja dan *spindle*-nya, mesin gerinda jenis ini dibagi menjadi empat macam, yaitu mesin gerinda datar horizontal dengan gerak meja bolak-balik, mesin gerinda datar horizontal dengan gerak meja berputar, mesin gerinda datar vertikal dengan gerak meja bolak-balik, dan mesin gerinda datar vertikal dengan gerak meja berputar. Berdasarkan prinsip kerjanya, mesin gerinda jenis ini dibagi menjadi empat macam, yaitu mesin gerinda datar manual, mesin gerinda datar semi otomatis, mesin gerinda datar otomatis, dan mesin gerinda datar CNC.

Mesin gerinda berdasarkan prinsip kerjanya dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Mesin gerinda datar manual

Mesin gerinda datar manual merupakan mesin gerinda datar yang proses pengoperasiannya dengan menggerakkan/mengatur meja untuk *setting* dan pemakanan arah memanjang maupun melintang termasuk mengatur posisi *spindle* roda gerinda harus dilakukan secara manual, karena mesin gerinda datar jenis ini hanya difasilitasi pengoperasiannya melalui sistem mekanik.



Gambar 2.8. Mesin gerinda manual (Mursidi dan Tatang, 2013: 19)

b. Mesin gerinda datar semi otomatis

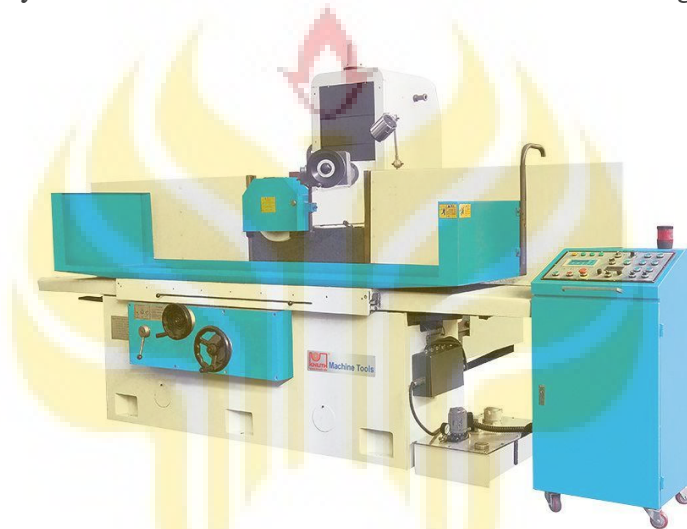
Mesin gerinda datar semi otomatis merupakan mesin gerinda datar yang proses pengoperasiannya dengan menggerakkan/mengatur meja arah memanjang dapat dilakukan secara otomatis (tidak termasuk gerakan melintang dan *spindle* mesin), karena mesin gerinda datar jenis ini sudah difasilitasi pengoperasiannya melalui gabungan sistem mekanik dan hidrolik.



Gambar 2.9. Mesin gerinda semi otomatis (Mursidi dan Tatang, 2013: 20)

c. Mesin gerinda datar otomatis

Mesin gerinda datar otomatis merupakan mesin gerinda datar yang proses pengoperasiannya dengan menggerakkan/mengatur meja arah memanjang maupun melintang termasuk mengatur posisi *spindle* roda gerinda dapat dilakukan secara otomatis, karena mesin gerinda datar jenis ini sudah difasilitasi pengopersiannya melalui sistem mekanik dan hidroulik secara lengkap.



Gambar 2.10. Mesin gerinda otomatis (Mursidi dan Tatang, 2013: 21)

d. Mesin gerinda datar CNC

Mesin gerinda datar otomatis merupakan mesin gerinda datar yang proses pengoperasiannya dengan menggerakkan/mengatur meja arah memanjang maupun melintang termasuk mengatur posisi *spindle* roda gerinda dan besar pemakanan dapat dilakukan secara otomatis melalui pemrograman dari komputer, karena mesin gerinda datar jenis ini sudah difasilitasi pengoperasiannya melalui sistem komputerisasi.



Gambar 2.11. Mesin gerinda datar CNC (Mursidi dan Tatang, 2013: 22)

8. Roda atau Batu Gerinda

Roda gerinda merupakan alat potong pada mesin gerinda yang digunakan untuk menyayat benda kerja. Hasil sayatan roda gerinda sangat halus, dan tatalnya tidak terlihat seperti *milling*. Roda gerinda terdiri dari butiran pemotong (*abrasive*) dan perekat (*bond*) yang dibuat dengan cara dipanaskan pada dapur listrik sampai temperatur tertentu, kemudian dikempa dalam cetakan dengan bentuk yang diinginkan (Mursidi dan Tatang, 2013: 51).

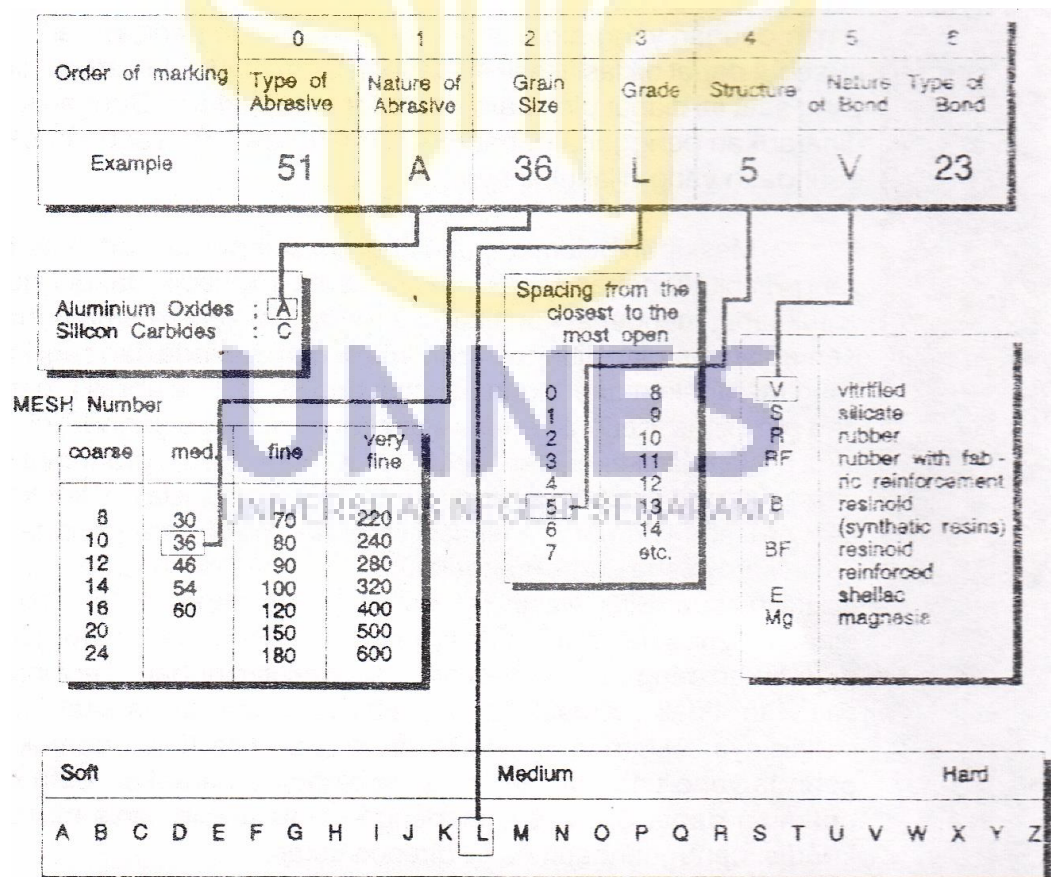


Gambar 2.12. Bagian-bagian roda gerinda (Mursidi dan Tatang, 2013: 52)

Pada setiap roda gerinda diberikan standar penandaan untuk mengetahui identitas dari roda gerinda tersebut. Penandaan ini bertujuan, agar pengguna

mengetahui spesifikasi utama yang ada pada roda gerinda tersebut diantaranya: jenis butiran abrasif, ukuran butiran abrasive, jenis perekat, tingkat kekerasan dan strukturnya. Selain itu sebuah roda gerinda juga diberi identitas lain yaitu: ukuran (diameter luar, diameter dalam dan ketebalan) dan merk pabrik pembuatnya (Mursidi dan Tatang, 2013: 67).

Untuk membantu para pemakai batu gerinda, maka ISO merekomendasikan kode pemakaian jenis batu gerinda yang telah distandarkan yaitu ISO 525-1975E (Rochim, Taufiq, 1993: 342). Kode tersebut merupakan tanda yang harus ada pada batu gerinda, yang terdiri atas tujuh kelompok huruf dan angka dengan arti tertentu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13. Kodifikasi batu gerinda (Rochim, Taufiq, 1993: 342)

Tujuh kelompok kode tersebut secara berurutan adalah:

- 0 : Spesifikasi serbuk abrasif. Sesuai dengan klasifikasi lebih lanjut dari pabrik pembuat
- 1 : Jenis serbuk abrasif
- 2 : Ukuran serbuk abrasif
- 3 : Kekerasan atau kekuatan ikatan
- 4 : Struktur, hanya dicantumkan bila perlu (biasanya dihilangkan)
- 5 : Jenis bahan perekat
- 6 : Spesifikasi bahan pengikat

a. Jenis serbuk abrasif

Serbuk abrasif merupakan bagian yang aktif yang berfungsi sebagai mata potong yang tersebar di seluruh permukaan batu gerinda (Rochim, Taufiq, 1993: 343). Bahan serbuk abrasif atau yang biasa dikenal dengan bahan asah terdiri atas *aluminium oxide* (Al_2O_3), *silicon carbide* (SiC), *diamond/intan*, *boron nitride* (BN) (Wagiman dan Nur Muhammad Sidiq, 2011: 16). Roda oksida aluminium digunakan untuk bahan yang memiliki kekuatan tarik tinggi misalnya baja dikeraskan, baja kecepatan tinggi, baja paduan dan besi mampu tempa (Amstead, B.H., dkk., 1979: 246). Baja EMS 45 merupakan baja karbon sedang yang memiliki tegangan tarik maksimum yang tinggi di bawah baja paduan, sehingga baja jenis ini lebih baik menggunakan bahan abrasif yang dianjurkan untuk bahan yang memiliki kekuatan tarik tinggi, yaitu oksida aluminium.

Tabel 2.12. Contoh jenis serbuk abrasif (Rochim, Taufiq, 1993: 344)

Kode	Jenis	Pemakaian
Aluminium Oxide (Al₂O₃)		
A	Butir ulet (<i>tough</i>) berwarna coklat	Untuk operasi pengasaran (<i>heavy duty</i>)
2A	Butir ulet berwarna biru atau coklat mengandung unsur titanium	Untuk segala kegunaan (<i>general purpose</i>)
4A	Butir agak getas (semi friable) berwarna agak putih (semi <i>white</i>), mengandung natrium	Untuk penggerindaan pahat & untuk produksi
9A	Butir getas (<i>very friable</i>) berwarna putih, merupakan oksida aluminium murni (99%)	Untuk penggerindaan pahat atau untuk material yang tidak tahan panas
12A	Butir agak getas berwarna merah jambu (pink) mengandung unsur chromium	Untuk penggerindaan baja paduan yang keras dan tak tahan panas
97A	Jenis dengan kombinasi butir 2A dengan 9A	Untuk operasi pengasaran bagi material yang tidak tahan panas
Silicon Carbide (SiC)		
5C	Berwarna hijau (98% SiC)	Untuk penggerindaan material yang tak tahan panas, besi tuang, atau <i>non ferrous</i>
6C	Berwarna hitam (96% SiC)	Untuk penggerindaan besi tuang kelabu (<i>gray cast iron</i>) atau <i>non ferrous</i>
7C	Campuran butir 5C dengan 6C	Untuk operasi pengasaran material yang tak tahan panas dengan kekuatan tarik rendah (<i>non ferrous</i>)
Campuran Aluminium Oxide dengan Silicon Carbide		
CA	6C dengan A	
C2A	6C dengan 2A	Bahan pengikat dari resin.
C4A	6C dengan 4A	Untuk penggerindaan material khusus (<i>special alloys</i>)
C9A	6C dengan 9A	
C12A	6C dengan 12A	
Cubic Boron Nitride (CBN)		
1 BN	Butir CBN yang dilapis nikel, bahan pengikat dari resin	Untuk penggerindaan baja perkakas (HSS, <i>tool steels</i> , <i>die steels</i>) yang telah dikeraskan (<i>hardened</i>)
2 BN	Butir CBN tanpa lapisan, bahan pengikat dari keramik	Untuk penggerindaan umum (produksi) dan proses penghalusan
Diamond		
MD	Butir intan tanpa pelapis, agak getas	Untuk menggerinda karbida, kondisi kering atau dengan cairan pendingin
AMD	Butir intan dilapis tembaga,	Untuk menggerinda karbida kondisi

	agak getas	kering
CMD	Butir intan dilapis Nikel, agak getas	Untuk menggerinda karbida dengan cairan pendingin
EMD	Butir intan dilapis Nikel, getas	Untuk menggerinda karbida dengan cairan pendingin
DMD	Butir intan dilapis nikel, ulet	Untuk menggerinda baja dan karbida yang telah disatukan (<i>brazed carbide on steel shank</i>)

Menurut Surdia, Tata dan Shinroku Saito (1999: 359) bahan abrasif dibagi menjadi dua, yaitu abrasif alam dan abrasif buatan. Klasifikasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13. Klasifikasi dari abrasif (Surdia, Tata dan Shinroku Saito, 1999: 359)

Abrasif alam	Terutama untuk gerinda	Intan, korundum, emeri, garnet, batu bersifat silika (flint), dst.
	Terutama untuk pemolesan	Tripolit, tanah diatom, bubuk batu pumis, dolomit (sinteran), dst.
Abrasif buatan	Terutama untuk gerinda	Intan buatan, nitrida boron, karbida boron, karbida silikon, alumina leburan, emeri buatan, zirkonia leburan, dst.
	Terutama untuk pemolesan	Alumina, oksida besi, oksida kromium, oksida serium, dst.

b. Ukuran serbuk abrasif

Ukuran serbuk abrasif menentukan keceptan penghasilan geram, rongga untuk aliran geram pada batu grinda, dan kemampuan batu gerinda untuk dibentuk (Rochim, Taufiq, 1993: 345). Menurut standar ISO (525-1976E) ukuran serbuk dikodekan dengan angka yang kurang lebih menunjukkan 1/10 ukuran serbuk sebenarnya dalam mikron (lihat Tabel 2.14. kelompok kode ke 2, *grain size*). Kode ini biasanya dipakai oleh negara-negara Eropa, sedangkan di Amerika digunakan kode angka yang menyatakan ukuran saringan (*grit size*).

Tabel 2.14. Harga pendekatan bagi grain size yang diturunkan dari *grit size (mesh)* (Rochim, Taufiq, 1993: 346)

Grit size	Grain size	Ukuran serbuk (μm)	Klasifikasi serbuk	Grit size	Grain size	Ukuran serbuk (μm)	Klasifikasi serbuk
8	500	4620		90	25	216	
10	400	3460		100	20	173	
12	315	2550	Sangat kasar	120	16	142	Halus
14	250	2100		150	12	122	
16	200	1660		180	10	86	
20	160	1340		220	8	66	
24	125	1035	Kasar	240	6	63	Sangat halus
30	100	930		280	5	44	
36	80	710		320	F40	32	
46	63	508	Medium	400	F28	23	Super halus (<i>dustfine</i>)
54	50	430		500	F20	16	
60	40	406		600	F10	8	
70	40	328		900	F7	6	
80	32	266					

c. Kekuatan ikatan serbuk atau kekerasan batu gerinda

Sebagian ukuran kekuatan serbuk atau kekerasan batu gerinda digunakan kode huruf abjad secara berurutan dari A hingga Z. Standar ISO tidak menjelaskan cara pengukuran kekerasan batu gerinda, tetapi dalam kenyataannya setiap pabrik pembuat batu gerinda mengikuti aturan/kode kekerasan seperti di bawah ini:

E, F, G = Sangat lunak

H, I, J = Lunak

L, M, N, O = Sedang

P, Q, R, S = Keras

T, U, V, W = Sangat keras

X, Y, Z = Super keras

d. Struktur batu gerinda

Struktur batu gerinda menyatakan kerapatan atau konsentrasi serbuk persatuan luas. Struktur tersebut menggunakan angka untuk menyatakan suatu harga relatif dalam hal ini tingkat kerapatan relatif terhadap dasar yang kurang jelas. Hubungan angka tersebut dengan kerapatan adalah sebagai berikut:

0, 1, 2	= Sangat rapat
3, 4	= Rapat
5, 6	= Sedang
7, 8, 9	= Renggang
10, 11, 12	= Sangat renggang

e. Bahan pengikat

Bahan pengikat serbuk abrasif yang umum digunakan yaitu keramik, polimer dan metal. Beberapa jenis bahan pengikat tersebut dijelaskan sebagai berikut:

Keramik (*ceramic, vitrified*; simbol: V)

Silika (*silicate*; simbol: S)

Karet (*rubber*; simbol: R)

Plastik (*resinoid, bakelit*; simbol: B)

Shellac (simbol: E)

Metal (simbol: M)

Di bawah ini adalah contoh penandaan pada batu gerinda dan cara pembacaannya.



Gambar 2.14. Contoh penandaan roda gerinda (Mursidi dan Tatang, 2013: 68)



Gambar 2.15. Contoh pembacaan penandaan roda gerinda (Mursidi dan Tatang, 2013: 69)

Pengertian penandaan roda gerinda di atas adalah:

- A : Butiran pemotong “Alumunium oksida”
- 16 : Ukuran butiran “Sangat kasar”
- P : Kekerasan “Keras”
- 5 : Struktur “Sedang”
- V : Perekat keramik (*Vitrified bond*)
- BE : Karakteristik/tipe perekat

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian tentang variasi *feeding* dan *cutting fluid* terhadap kekasaran permukaan telah banyak dibuat dalam penelitian terdahulu. Adapun penelitian tersebut adalah:

Asmed dan Yusri (2010) telah melakukan penelitian tentang Pengaruh Parameter Pemotongan terhadap Kekasaran Permukaan Proses Bubut untuk Material ST 37. Parameter pemotongan yang dimaksud pada penelitian ini adalah kedalaman pemotongan (*depth of cut*), laju pemakanan (*feed rate*) dan kecepatan pemotongan (*cutting speed*). Kondisi pemotongan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.15. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kekasaran permukaan material ST 37 yang dipengaruhi oleh parameter pemotongan yang sudah ditentukan pada proses bubut. Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 2.16., parameter yang paling berpengaruh pada kekasaran permukaan ST 37 adalah laju pemakanan. Pada percobaan ini kekasaran permukaan optimum didapatkan sebesar 2,88 μm (paling tinggi), laju pemakanan 0,168 mm/rev (paling rendah) dan kecepatan potong 250 m/min (paling rendah). Jadi, dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan kekasaran permukaan optimum adalah dengan menggunakan laju pemakanan yang kecil, sedangkan kedalaman pemakanan dan kecepatan potong dapat di-*setting* pada kondisi maksimal karena tidak berpengaruh signifikan terhadap kekasaran permukaan.

Tabel 2.15. Kondisi pemotongan (Asmed dan Yusri, 2010)

Dalam pemakanan (mm)	Laju pemakanan (mm/rev)	Kecepatan (m/min)
d	f	v
0,5	0,168	150
1,5	0,315	250

Tabel 2.16. Hasil pengukuran kekasaran permukaan (Asmed dan Yusri, 2010)

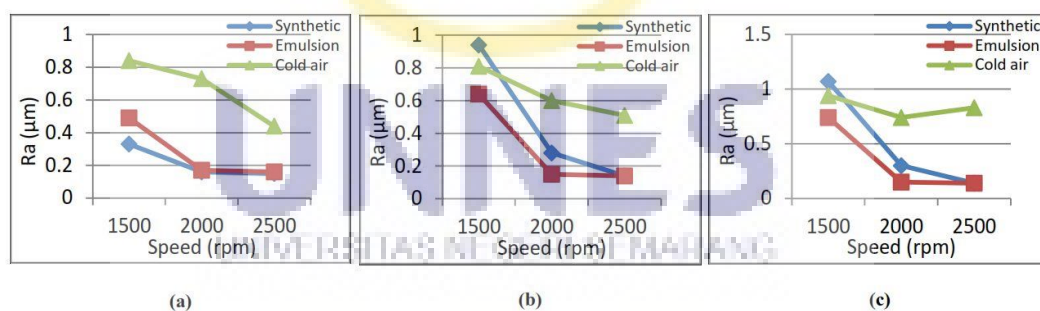
No	Dalam	Laju	Kecepatan	Respon Ra (μm)			Ra rata-rata (μm)
	pemakanan	pemakanan	potong (v)				
	(a)	(f)	m/min	1	2	3	
1	0,5	0,168	150	2,89	2,95	2,83	2,89
2	0,5	0,168	250	2,94	2,80	2,98	2,91
3	0,5	0,315	150	5,33	5,39	5,50	5,41
4	0,5	0,315	250	5,96	5,95	5,96	5,96
5	1,5	0,168	150	2,86	2,73	3,32	2,97
6	1,5	0,168	250	3,05	2,93	2,66	2,88
7	1,5	0,315	150	6,20	6,00	6,10	6,10
8	1,5	0,315	250	5,77	5,66	4,83	5,42

Chockalingam, P. dan Wee Lee Hong (2012) telah melakukan penelitian tentang *Surface Roughness and Tool Wear Study on Milling of AISI 3014 Stainless Steel Using Different Cooling Conditions*. Penelitian ini menggunakan material baja AISI 304. Kondisi pemesinan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.17. Media pendingin yang digunakan adalah minyak sintetis, emulsi berbahan dasar air dan udara dingin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekasaran permukaan dan penggunaan alat potong pada proses *milling* dengan cairan pendingin yang berbeda. Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan melalui grafik pada Gambar 2.16, perbedaan yang signifikan pada variasi dari kekasaran permukaan setiap kondisi pendingin yang diamati, yaitu nilai kekasaran permukaan mengecil ketika kecepatan *spindle* meningkat. Hal ini jelas menunjukkan bahwa kedua pendingin yaitu emulsi berbahan dasar air dan minyak sintetis memberikan kekasaran permukaan yang dekat satu sama lain antara 2000 rpm dan 2500 rpm pada tiga laju pemakanan, nilai-nilai kekasaran permukaan berkisar 0,14-0,30 μm . Meskipun kedua pendingin memiliki kekasaran permukaan terendah, tetapi masih ada sedikit perbedaan dalam variasi

dari keduanya. Emulsi berbahan dasar air masih bertindak sebagai pendingin yang lebih baik dibandingkan dengan minyak sintetis. Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa hasil percobaan menunjukkan emulsi berbahan dasar air memberikan permukaan akhir yang lebih baik dan lebih rendah gaya pemotongan diikuti oleh minyak sintetis dan udara dingin yang ditekan. Pendingin biasa dapat diterapkan pada proses pemesinan dari baja keras, sedangkan udara dingin yang ditekan dapat digunakan pada proses pemesinan dari logam yang lebih lunak seperti aluminium, baja ringan dan lain-lain. Efek dari perbedaan pendingin untuk kekasaran permukaan, energi pemotongan dan alat potong yang digunakan sudah dievaluasi.

Tabel 2.17. Kondisi pemesinan (Chockalingam, P. dan Wee Lee Hong, 2012)

<i>Cutting tools</i>	<i>Solid carbide end mill cutters (Garryson)</i>
<i>Spindle speed, N (rpm)</i>	1500, 2000, 2500
<i>Feed rate, f (mm/min)</i>	40, 50, 60
<i>Depth of cut, d (mm)</i>	0,5



Gambar 2.16. Variasi kekasaran permukaan dengan kecepatan *spindle* pada variasi level dari laju pemakanan: (a) 40 mm/min, (b) 50 mm/min, (c) 60 mm/min (Chockalingam, P. dan Wee Lee Hong, 2012)

Muktiwibowo, Satrio, dkk. (2014) telah melakukan penelitian tentang Pengaruh *Depth of Cut* dan Variasi *Cutting Fluid* terhadap *Surface Roughness* Aluminium 6061 Hasil Proses *Turning*. Pada penelitian ini digunakan mesin

bubut EMCO MAIER V13 dengan benda kerja aluminium 6061 dengan panjang 100 mm dan diameter 25 mm. Variasi *depth of cut* dalam penelitian ini adalah 0,5 mm, 0,75 mm, 1 mm dan 1,25 mm. Kondisi pemotongan yang digunakan adalah pemotongan tanpa *cutting fluid*, pemotongan menggunakan *cutting fluid soluble oil* dan pemotongan menggunakan *cutting fluid straight oil (neat cutting oil)*. Pada penelitian ini menggunakan putaran *spindle* 1230 rpm, *feed rate* 0,045 mm/min dan panjang pemakanan 60 mm yang nilainya dijaga konstan. Hasil pengukuran kekasaran permukaan (R_a) dapat dilihat pada Tabel 2.18., 2.19. dan 2.20. Hubungan antara *depth of cut* dan kondisi pemotongan terhadap *surface roughness* benda kerja dapat dilihat pada grafik yang ditunjukkan pada Gambar 2.17. dan 2.18. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pada pengukuran kekasaran nilai kekasaran yang sangat rendah yaitu pada saat menggunakan parameter pemotongan *depth of cut* 0,5 mm. Semakin besar *depth of cut* maka kekasaran permukaan akan semakin meningkat.
2. Penggunaan *cutting fluid* dalam proses pemotongan bisa menurunkan nilai kekasaran benda kerja hasil proses pemesinan. Kekasaran permukaan dengan tingkat kehalusan yang paling halus didapat pada kondisi pemotongan menggunakan *cutting fluid soluble oil* dengan nilai rata-rata kekasaran yaitu 0,799 μm , lebih rendah daripada kondisi pemotongan menggunakan *cutting fluid straight oil* yang memiliki nilai rata-rata kekasaran 0,826 μm .

Tabel 2.18. Hasil pengukuran kekasaran permukaan (Ra) pada pembubutan menggunakan *cutting fluid straight oil* (Muktiwibowo, Satrio, dkk., 2014)

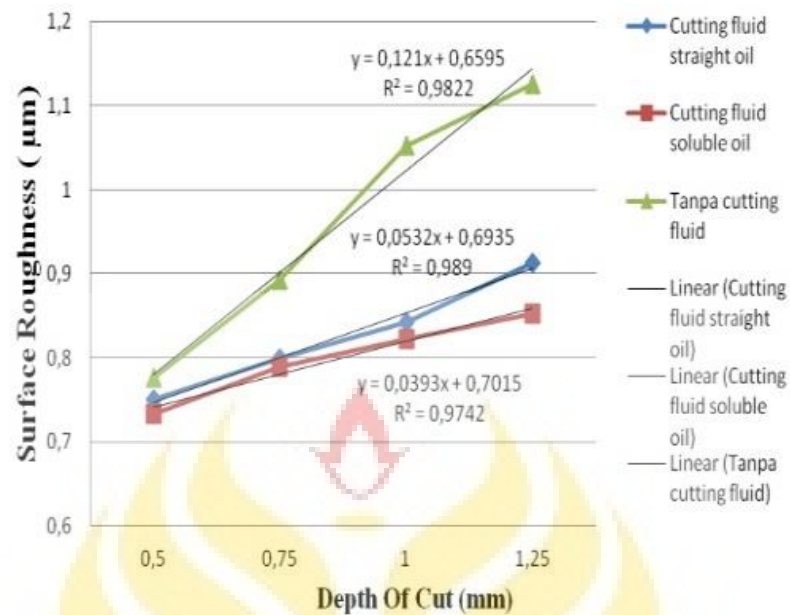
Depth of cut (mm)	Cutting fluid straight oil (neat cutting oil)			Σ	Nilai rata-rata (μm)
	Jarak pengukuran dari awal pemakanan (μm)				
	1 cm	3 cm	5 cm		
0,5	0,76	0,76	0,73	2,25	0,750
0,75	0,82	0,80	0,78	2,40	0,801
1	0,85	0,85	0,83	2,53	0,843
1,25	0,96	0,90	0,88	2,74	0,913
	Σ				3,307
	Rata-rata				0,826

Tabel 2.19. Hasil pengukuran kekasaran permukaan (Ra) pada pembubutan menggunakan *cutting fluid soluble oil* (Muktiwibowo, Satrio, dkk., 2014)

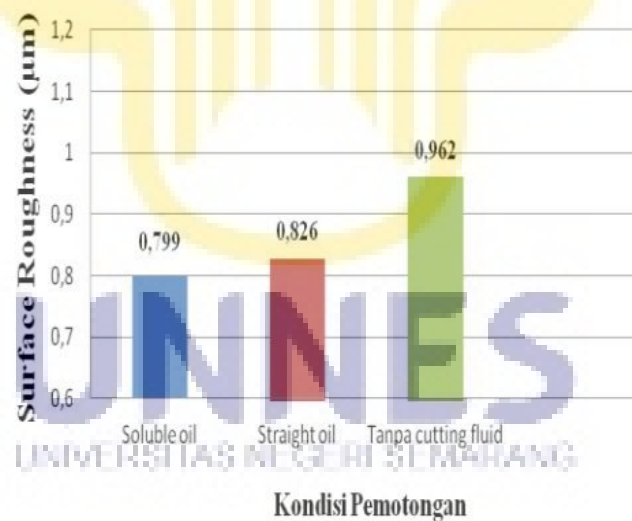
Depth of cut (mm)	Cutting fluid soluble oil			Σ	Nilai rata-rata (μm)
	Jarak pengukuran dari awal pemakanan (μm)				
	1 cm	3 cm	5 cm		
0,5	0,74	0,74	0,73	2,21	0,733
0,75	0,78	0,83	0,76	2,37	0,790
1	0,83	0,84	0,80	2,47	0,823
1,25	0,90	0,86	0,80	2,56	0,853
	Σ				3,199
	Rata-rata				0,799

Tabel 2.20. Hasil pengukuran kekasaran permukaan (Ra) pada pembubutan tanpa menggunakan *cutting fluid* (Muktiwibowo, Satrio, dkk., 2014)

Depth of cut (mm)	Tanpa cutting fluid			Σ	Nilai rata-rata (μm)
	Jarak pengukuran dari awal pemakanan (μm)				
	1 cm	3 cm	5 cm		
0,5	0,78	0,76	0,76	2,3	0,776
0,75	0,92	0,88	0,88	2,68	0,893
1	0,98	1,13	1,05	3,17	1,053
1,25	1,12	1,16	1,10	3,38	1,126
	Σ				3,848
	Rata-rata				0,962



Gambar 2.17. Hubungan antara *depth of cut* terhadap *surface roughness* benda kerja (Muktiwibowo, Satrio, dkk., 2014)



Gambar 2.18. Hubungan antara kondisi pemotongan terhadap *surface roughness* benda kerja (Muktiwibowo, Satrio, dkk., 2014)

Nur, Ichlas, dkk. (2008) telah melakukan penelitian tentang Pengaruh Media Pendingin dan Kondisi Pemotongan Logam terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses *Milling* Menggunakan Mesin CNC *Type* VMC 200. Penelitian ini

menggunakan material baja ST 37. Parameter perautan divariasikan dengan mengubah kecepatan potong (*cutting speed*, V), kecepatan gerak meja (*table feed rate*, F) dan variasi jenis *cooling*. Parameter tersebut dijelaskan pada Tabel 2.21. Pengukuran kekasaran permukaan dilakukan satu kali dengan menggunakan *surface tester* yang diletakkan pada meja rata yang sama. Kemudian proses tersebut diulang dengan jalan yang sama. Data-data hasil pengukuran kekasaran permukaan untuk berbagai kombinasi perlakuan yang berbeda-beda pada baja ST 37 dapat dilihat pada Tabel 2.22. dan 2.23. Berdasarkan tabel di data hasil pengukuran, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada jenis pendingin udara, semakin besar kecepatan potong (V) dan semakin kecil *feed rate* (F), maka nilai kekasaran permukaan baja ST 37 semakin kecil.
2. Pada jenis pendingin idemitsu + air 1:30, semakin besar kecepatan potong (V) dan semakin besar *feed rate* (F), maka nilai kekasaran permukaan baja ST 37 semakin kecil.
3. Pada jenis pendingin idemitsu + air 1:60, semakin besar kecepatan potong (V) dan semakin besar *feed rate* (F), maka nilai kekasaran permukaan baja ST 37 semakin kecil.
4. Pada jenis pendingin idemitsu + air 1:60 terjadi perubahan nilai kekasaran permukaan yang lebih signifikan dibandingkan dengan perubahan nilai kekasaran permukaan pada kondisi kecepatan potong (V) dan *feed rate* (F) yang sama.

Tabel 2.21. Parameter eksperimen (Nur, Ichlas, dkk., 2008)

Jenis pendingin	Udara	Idemitsu + air 1:30	Idemitsu + air 1:60
Kecepatan potong	$V_1 = 43$ m/min (845 rpm)	$V_2 = 55$ m/min (1034 rpm)	$V_3 = 72$ m/min (1456 rpm)
<i>Feed rate</i>	40 mm/min	60 mm/min	80 mm/min

Tabel 2.22. Matrik pengambilan data I (Nur, Ichlas, dkk., 2008)

Jenis pendingin	<i>Feed rate</i> (mm/min)	Kecepatan potong (V)		
		$V_1 = 43$ m/min	$V_2 = 55$ m/min	$V_3 = 72$ m/min
Udara	40	1,7	1,4	1,2
	60	1,9	1,6	1,2
	80	2,2	2,0	1,7
Idemitsu + air 1:30	40	2,2	1,6	0,9
	60	1,2	1,3	0,9
	80	1,4	1,1	0,8
Idemitsu + air 1:60	40	2,6	2,2	1,7
	60	1,8	1,9	1,4
	80	1,5	1,6	1,3

Tabel 2.23. Matrik pengambilan data II (Nur, Ichlas, dkk., 2008)

Jenis pendingin	<i>Feed rate</i> (mm/min)	Kecepatan potong (V)		
		$V_1 = 43$ m/min	$V_2 = 55$ m/min	$V_3 = 72$ m/min
Udara	40	1,8	1,3	1,2
	60	1,9	1,6	1,4
	80	2,3	2,0	1,6
Idemitsu + air 1:30	40	2,8	1,5	0,8
	60	1,7	1,1	0,8
	80	1,5	1,0	0,9
Idemitsu + air 1:60	40	2,5	2,3	2,0
	60	1,8	1,6	1,4
	80	1,6	1,5	1,5

Purbosari, Dhiah, dkk. (2012) telah melakukan penelitian tentang Karakteristik Tingkat Kekasaran Permukaan Baja ST 40 Hasil Pemesinan CNC *Milling* ZK dari Kecepatan Pemakanan (*Feed Rate*) dan Awal Waktu Pemberian Pendingin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kekasaran permukaan baja ST 40 pada proses pemesinan CMC *milling* dengan variasi penelitian seperti pada

Tabel 2.24. Data hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.25, dan ditampilkan dalam bentuk grafik pada Gambar 2.19., 2.20., 2.21. dan 2.22. Berdasarkan data hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa:

1. Tingkat kekasaran permukaan terkecil sebelum awal waktu pemberian pendingin pada proses pemesinan CNC *milling* ZK 7040 terjadi pada *feed rate* 0,11 mm/rev dan awal waktu pemberian pendingin 10 menit yaitu sebesar 1,616 μm , sedangkan tingkat kekasaran paling besar terjadi pada *feed rate* 0,15 mm/rev dan awal waktu pemberian pendingin 20 menit yaitu sebesar 3,603 μm .
2. Tingkat kekasaran permukaan terkecil setelah waktu pemberian pendingin pada proses pemesinan CNC *milling* ZK 7040 terjadi pada *feed rate* 0,11 mm/rev dan waktu pemberian pendingin setelah 10 menit yaitu sebesar 1,855 μm sedangkan tingkat kekasaran paling besar terjadi pada *feed rate* 0,15 mm/rev dan awal waktu pemberian pendingin setelah 20 menit yaitu sebesar 5,782 μm .
3. Bahan baja ST 40 apabila dilaksanakan proses pemesinan CNC *milling* ZK 7040 akan menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang semakin tinggi seiring bertambahnya waktu pemberian pendinginan pada benda kerja.
4. *Feed rate* dan waktu pemberian pendingin sangat berpengaruh terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja proses pemesinan CNC *milling* ZK 7040 pada baja ST 40.

Tabel 2.24. Variabel penelitian (Purbosari, Dhiah, dkk., 2012)

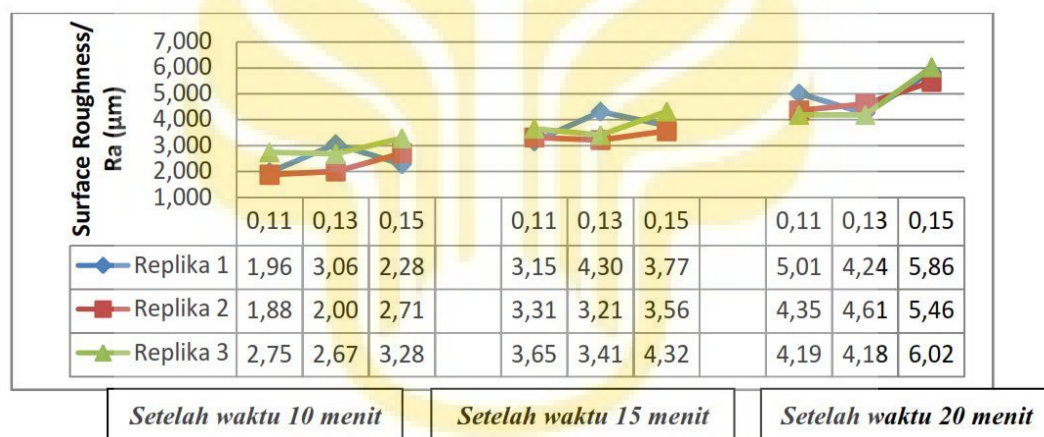
Parameter	Level			Hasil Penelitian
Kecepatan pemakanan (mm/rev)	0,11	0,13	0,15	
Awal waktu pemberian pendingin (menit)	10	15	20	
Kecepatan <i>spindle</i> (rpm)	150			Hasil kekasaran
Kedalaman pemakanan (mm)	10			
Kondisi pemotongan	Dry (dromus)			

Tabel 2.25. Data hasil pengukuran tingkat kekasaran material baja ST 40 (μm) (Purbosari, Dhiah, dkk., 2012)

Faktor X ₂ (awal waktu pemberian pendingin)	Taraf	Faktor X ₁ Kecepatan Pemakanan					
		0,11 mm/rev		0,13 mm/rev		0,15 mm/rev	
		A	B	A	B	A	B
10 menit		1,812	1,966	1,363	3,060	1,593	2,282
		1,317	1,881	2,007	2,008	2,003	2,713
		1,719	2,751	1,730	2,679	1,745	3,285
	Jumlah	4,848	5,566	5,1	2,582	5,341	8,28
	Rata-rata	1,616	1,855	1,7	2,582	1,780	2,76
15 menit		2,631	3,157	2,651	4,308	2,911	3,779
		2,560	3,318	2,686	3,219	2,455	3,566
		2,326	3,653	2,866	3,416	2,948	4,321
	Jumlah	7,517	10,128	8,203	10,943	8,314	11,666
	Rata-rata	2,506	3,376	2,734	3,647	2,771	3,889
20 menit		3,006	5,011	3,197	4,241	3,216	5,862
		3,039	4,352	3,103	4,610	3,796	5,461
		3,084	4,191	3,054	4,189	3,797	6,022
	Jumlah	9,129	13,554	9,345	13,04	10,809	17,345
	Rata-rata	3,043	4,347	3,118	4,518	3,603	5,782



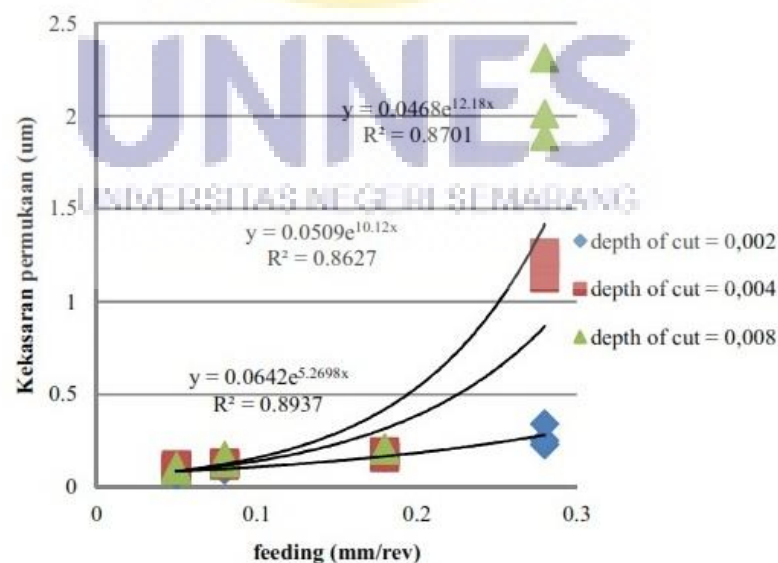
Gambar 2.19. Hasil sebelum awal waktu pemberian pendingin dan *feed rate* (mm/rev) terhadap kekasaran permukaan (Purbosari, Dhiah, dkk., 2012)



Gambar 2.20. Hasil setelah waktu pemberian pendingin dan *feed rate* (mm/rev) terhadap kekasaran permukaan (Purbosari, Dhiah, dkk., 2012)

Suparno dan Arif (2012) telah melakukan penelitian tentang Pengaruh *Feeding* dan *Depth of Cut* pada Proses *Surface Grinding* terhadap Kekasaran Permukaan Baja C30. Penelitian ini dilakukan melalui proses pemesinan pada suatu material baja C30 dengan menggunakan batu gerinda 38 A 36 L 5 V BE. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh faktor kecepatan potong, gerak pemakanan dan jenis batu gerinda terhadap kekasaran permukaan benda kerja, menentukan parameter potong terbesar pengaruhnya terhadap kekasaran dan

menentukan model persamaan kekasaran permukaan. Percobaan dilakukan berdasarkan disain eksperimen dan analisis regresi. Dari analisa tersebut diperoleh bahwa *feeding* dan *depth of cut* mempengaruhi kekasaran permukaan baja C30 dengan bentuk hubungan exponential serta besar hubungan di atas 80 %. Semakin besar *feeding* dan *depth of cut*, maka kekasaran permukaan semakin besar. Hal ini karena semakin besar *feeding*, geram pemakanan batu gerinda terhadap benda kerja semakin besar sehingga membutuhkan energi yang semakin besar, sehingga menyebabkan kekasaran permukaan baja C30 semakin besar. Semakin besar *depth of cut* (kedalaman pemotongan), maka nilai kekasaran permukaan semakin besar untuk berbagai *feeding*. Hal ini disebabkan dengan semakin besarnya kedalaman pemotongan, maka energi yang diperlukan semakin besar. Demikian halnya, geram yang dihasilkan cenderung membesar sehingga nilai kekasarannya akan membesar. Hasil penelitian ditampilkan dalam bentuk grafik seperti pada gambar 2.23.

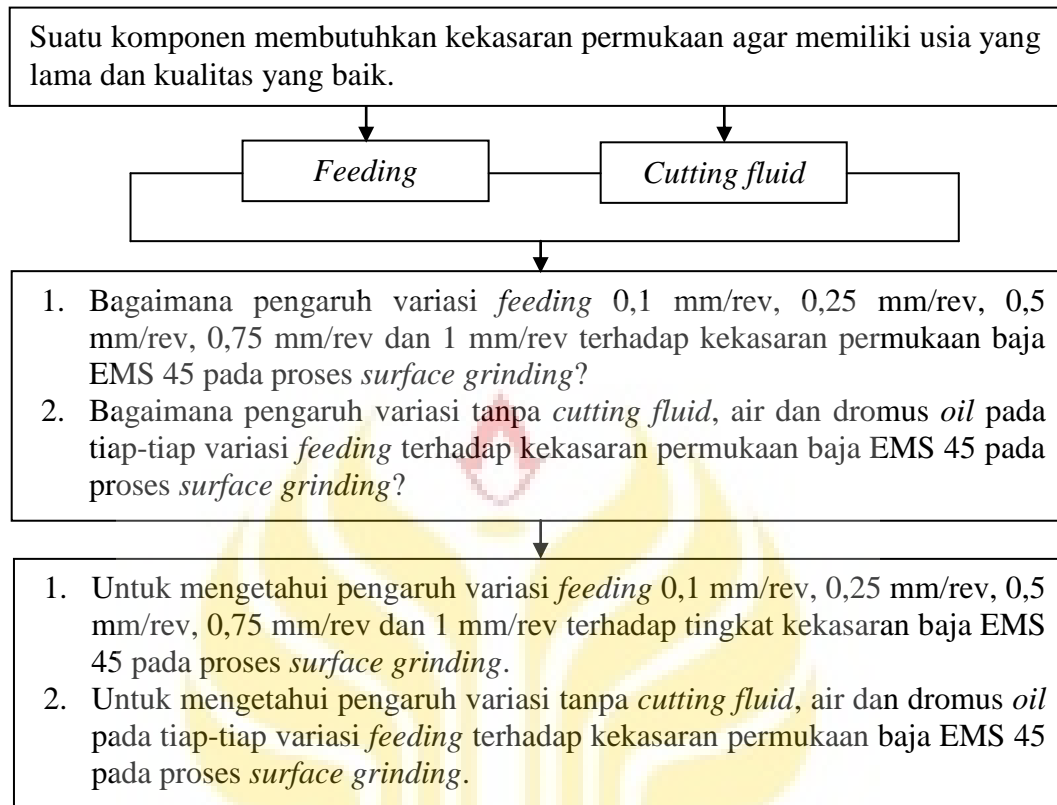


Gambar 2.21. Hubungan *feeding* dan *depth of cut* terhadap kekasaran permukaan baja C30 (Suparno dan Arif, 2012)

C. Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka berpikir yang baik akan menjelaskan secara teoritis hubungan antara variabel yang akan diteliti (Sujarweni, V.W., 2014: 60). Berdasarkan studi kepustakaan di atas, maka ada beberapa variabel yang berkaitan, yaitu *feeding* dan *cutting fluid* sebagai variabel independen dan kekasaran permukaan baja EMS 45 pada proses *surface grinding* sebagai variabel dependen. Suatu komponen membutuhkan kekasaran permukaan agar memiliki usia yang lama dan kualitas yang baik. Kekasaran permukaan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya dipengaruhi oleh *feeding* dan *cutting fluid*. *Feeding* dapat ditentukan sesuai material yang digunakan, sehingga kekasaran permukaan yang dihasilkan sesuai keinginan. *Cutting fluid* dapat mengurangi panas dan gesekan yang terjadi ketika alat potong menyayat benda kerja, sehingga sayatan yang dihasilkan lebih halus. Proses pemesinan pada mesin *surface grinding* merupakan proses *finishing*, sehingga geram yang dihasilkan sangat kecil.

Dari uraian di atas, maka terdapat hubungan antar variabel, yaitu adanya pengaruh *feeding* dan *cutting fluid* terhadap kekasaran permukaan baja EMS 45 pada proses *surface grinding*. Secara sistematis kerangka pikir dapat ditunjukkan sebagai berikut:



Gambar 2.22. Kerangka pikir penelitian

BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada pengaruh *feeding* dan *cutting fluid* terhadap kekasaran permukaan baja EMS 45 pada proses *surface grinding*, dapat disimpulkan bahwa:

1. *Feeding* mempengaruhi kekasaran permukaan baja EMS 45 pada proses *surface grinding*. Nilai kekasaran *feeding* 0,1 mm/rev, 0,25 mm/rev, 0,5 mm/rev, 0,75 mm/rev dan 1 mm/rev secara berturut-turut mengalami fluktuatif, yaitu terjadinya peningkatan dan penurunan pada angka kekasaran yang digambarkan melalui grafik.
2. *Cutting fluid* mempengaruhi kekasaran permukaan baja EMS 45 pada proses *surface grinding*. Nilai kekasaran tanpa *cutting fluid*, *cutting fluid* air dan *cutting fluid* dromus oil secara berturut-turut mengalami fluktuatif, yaitu terjadinya peningkatan dan penurunan pada angka kekasaran yang digambarkan melalui grafik.

B. Saran

Berdasarkan simpulan di atas, maka pada proses *surface grinding* sebaiknya memperhatikan beberapa saran berikut ini:

1. Parameter pemotongan harus diperhatikan, agar hasil proses pemotongan lebih baik.

2. Jika akan melakukan proses *surface grinding*, gunakan *feeding* 0,25 mm/rev untuk mendapatkan tingkat kekasaran yang optimum.
3. Waktu pemberian pendingin harus disamakan antar spesimen.
4. Syarat nilai kekasaran untuk poros yaitu 2 μm , jadi permukaan rata pada poros dapat dikerjakan menggunakan mesin *surface grinding*.



DAFTAR PUSTAKA

- Asmed dan Yusri .2010. Pengaruh Parameter Pemotongan terhadap Kekasaran Permukaan Proses Bubut untuk Material ST 37. *Jurnal Teknik Mesin*, 7 (2): 99-105.
- Arifin, Syamsul. 1977. *Ilmu Logam: Jilid 1*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Atedi dan Djoko. 2005. Standar Kekasaran Permukaan Bidang Pada Yoke Flange Menurut ISO R.1302 dan DIN 4768 dengan Memperhatikan Nilai Ketidakpastiannya. *Media Mesin*, 6 (2): 63-69.
- Ashby dan David. 1998. *Engineering Materials 2 An Introduction to Microstructures, Processing and Design*. UK: Butterworth-Heinemann.
- Astakhov, V.P., Joksch, S. 2012. *Metalworking Fluids (MWFs) for Cutting and Grinding*. UK: Woodhead.
- Azhar. 2014. *Analisa Kekasaran Permukaan Benda Kerja dengan Variasi Jenis Material dan Pahat Potong*. Skripsi tidak diterbitkan. Bengkulu: Program Studi Teknik Mesin Universitas Bengkulu.
- Amstead, B.H., dkk. 1979. *Teknologi Mekanik: Jilid 1*. Terjemahan Sriati Djaprie. 1981. Jakarta: Erlangga.
- _____. 1979. *Teknologi Mekanik: Jilid 2*. Terjemahan Bambang Priambodo. 1981. Jakarta: Erlangga.
- Bawanto, Adi. 2011. *Mesin untuk Operasi Dasar*. Yogyakarta: PT Pustaka Insan Madani.
- Bentley, S.A. dan D.K. Aspinwall. 2000. *Proceeding of the 33rd International MATADO Conference* (D.R. Hayhurst et al., eds.). London: Springer-Verlag.
- Bohler: Sertifikat baja AISI 1045
- Callister. 2006. *Material Science and Engineering*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Chockalingam, P. dan Wee Lee Hong. 2012. Surface Roughness and Tool Wear Study on Milling of AISI 304 Stainless Steel Using Different Cooling Conditions. *International Journal of Engineering and Technology*, 2 (8): 1386-1391.

- Dongkun, dkk. 2015. Specific Grinding Energy and Surface Roughness of Nanoparticle Jet Minimum Quantity Lubrication in Grinding. *Chinese Journal of Aeronautics*, 28 (2): 570-581.
- Gama dan Marcos. 2015. Effect of Cutting Fluid Application in the Performance of the Nimomic 80A Turning. *Key Engineering Materials*, 656-657 pp 243-250.
- Hasrin. 2013. Pengaruh Tebal Pemakanan dan Kecepatan Potong pada Pembubutan Kering Menggunakan Pahat Karbida terhadap Kekasaran Permukaan Material ST-60. *Jurnal Teknologi*, 13 (2): 1-8.
- Ishii, dkk. 2015. Influence of the Cutting Fluid on Tool Edge Temperature in End Milling of Titanium Alloy. *Key Engineering Materials*, 656-657 pp 296-301.
- Karmin dan Muchtar Ginting. 2012. Analisis Peningkatan Kekerasan Baja Amutit Menggunakan Media Pendingin Dromus. *Jurnal Austenit*, 4 (1): 1-7.
- Mengukur*: Jilid II. Terjemahan B.S. Anwir. 1981. Jakarta: Bhratara Karya Aksara.
- Muktiwibowo, Satrio, dkk. 2014. Pengaruh Depth of Cut dan Variasi Cutting Fluid terhadap Surface Roughness Aluminium 6061 Hasil Proses Turning. *Jurnal Mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*, 5 (031.28.I.68): 1-13.
- Mursidi dan Tatang. 2013. *Teknik Pemesinan Gerinda 1*. Cimahi: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Pendidikan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Nur, Ichlas, dkk. 2008. Pengaruh Media Pendingin dan Kondisi Pemotongan Logam terhadap Kekasaran Permukaan pada Proses Milling Menggunakan Mesin CNC Type VMC 200. *Jurnal Teknik Mesin*, 5 (2): 83-89.
- Prasetya, dkk. 2014. Pengaruh Feed Rate, Geometri Pahat dan Cutting Fluid terhadap Surface Roughness Aluminium 6061 Hasil Proses Turning. *Jurnal Mahasiswa Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya*, 5 (031.28.I.68): 1-9.
- Purbosari, Dhiah, dkk. (2012). Karakteristik Tingkat Kekasaran Permukaan Baja ST 40 Hasil Pemesinan CNC Milling ZK 7040 Efek dari Kecepatan Pemakanan (Feed Rate) dan Awal Waktu Pemberian Pendingin. *Nosel*, 1 (2): 1-15.
- Rahdiyanta, Dwi. Teori Pemesinan. Yogyakarta: FT-UNY.

- Rahman dan K. Kadirgama. 2015. Material Removal Rate and Surface Roughness on Grinding of Ductile Cast Iron Using Minimum Quantity Lubrication. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 11 pp 2471-2483.
- Rochim, Taufiq. 1993. *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*. Jakarta: HEDS.
- Smith. 1993. *CNC Machining Technology*. UK: Springer-Verlag.
- Standar ISO 1302: 2002*.
- Straka dan Marek. 2015. Effect of Cutting Fluid on Chip Formation and Morphology of Chip Surface During Milling. *International Journal of Engineering*, 13 (1): 33-36.
- Sugiyono. 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suharto. 1995. *Teori Bahan dan Pengaturan Teknik*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Sujarweni, V.W. 2014. *Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Pustakabarupress.
- Sumanto. 1994. *Pengetahuan Bahan untuk Mesin dan Listrik*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Suparno dan Arif, W. 2012. *Pengaruh Feeding dan Depth of Cut pada Proses Surface Grinding terhadap Kekasaran Permukaan Baja C30*. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Sains dan Teknik 2012 (SAINSTEK 2012), Kupang, 13 Nopember 2012.
- Surdia, Tata dan Shinroku Saito. 1999. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Teknik Dasar Instrumentasi*. 2014. Cimahi: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Teknik Pemesinan Bubut 1*. 2013. Cimahi: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Tonshoff, H.K. 1994. *DUBBEL Handbook of Mechanical Engineering* (W. Beitz et al. eds.). Hanover: Springer-Verlag.
- Traian dan Carausu. 2014. Machinability by Milling of Gray Cast Iron. *Applied Mechanics and Materials*, 657 pp 88-92.

Wagiman dan Nur Muhammad Sidiq. 2011. *Menggerinda Pahat dan Alat Potong*. Yogyakarta: PT Pustaka Insan Madani.

Weinert dan M. Schneider. 1999. *Advanced Manufacturing Systems and Technology* (E. Kuljanic, Ed.). Wien New York: Springer Verlag.

Wiryosmarto, H. dan Toshie Okumoro. 1981. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

