



TUGAS AKHIR - VM 180629

**PENGARUH VARIASI KEDALAMAN POTONG
DAN PEMBEBANAN TERHADAP NILAI MRR
DAN ENERGI PEMOTONGAN PADA MESIN
GERINDA KONVENSIONAL**

**HENDRYAN SANDWITYANTO
NRP.1021150000036**

**Dosen Pembimbing
Ir. Winarto, DEA
196012131988111001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



FINAL PROJECT - VM 180629

**EFFECT OF DEPTH OF CUT VARIATION AND
LOAD ON MRR VALUE AND CUTTING ENERGY
IN CONVENTIONAL GRINDING MACHINES**

**HENDRYAN SANDWITYANTO
NRP.1021150000036**

**Counsellor Lecturer
Ir. Winarto, DEA
196012131988111001**

**DIPLOME III MECHANICAL ENGINEERING
DEPARTEMENT OF MECHANICAL ENGINEERING INDUSTRY
Faculty of Vocation
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI KEDALAMAN POTONG DAN PEMBEBANAN TERHADAP NILAI MRR DAN ENERGI PEMOTONGAN PADA MESIN GERINDA KONVENSIONAL

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada Bidang Studi Manufaktur
Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

HENDRYAN SANDWITYANTO
NRP. 1021150000036

Menyetujui,
Dosen Pembimbing
Tugas Akhir



SURABAYA, JANUARI 2019

**PENGARUH VARIASI KEDALAMAN POTONG DAN
PEMBEBANAN TERHADAP MRR DAN ENERGI
PEMOTONGAN PADA MESIN GERINDA
KONVENSIONAL**

Nama Mahasiswa : Hendryan Sandwityanto
NRP : 1021150000036
Jurusan : D3 Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Winarto, DEA

ABSTRAK

Mesin gerinda merupakan salah satu proses pemesinan yang penting dalam dunia teknik. Banyak sekali parameter pada mesin gerinda yang dapat mempengaruhi hasil dari benda kerja. Pada hasil benda kerja dituntut untuk menghasilkan permukaan yang halus dan mempersingkat waktu untuk pengerjaan pada suatu benda kerja. Salah satu parameter penting untuk menghasilkan suatu benda kerja yang baik adalah kedalaman potong dan energy pemotongan dari mesin gerinda tersebut.

Pada penelitian ini penggunaan variabel yang diberikan adalah kedalaman potong dan pembebanan. Variasi kedalaman potong yang diberikan adalah 0,4 mm, 0,6 mm, dan 0,8 mm. Untuk variasi pembebanan yang diberikan adalah 500 gr dan 750 gr. Pada pembebanan 500 gr, MRR terkecil yang dihasilkan pada kedalaman potong 0,4 mm yaitu 52,122 mm³/min, dan yang terbesar pada kedalaman potong 0,8 mm yaitu 90,862 mm³/min. Dan pada pembebanan 750 gr nilai MRR yang terkecil pada kedalaman potong 0,4 mm yaitu 196,279 mm³/min, dan untuk nilai MRR terbesar pada

kedalaman potong 0,8 mm yaitu 296,446 mm³/min. Sedangkan energi pemotongan terbesar pada kedalaman potong 0,8 mm dengan beban 750 gram yaitu sebesar 251,05 J. Sedangkan pada beban 500 gram energi pemotongan terbesar pada kedalaman potong 0,8 mm yaitu sebesar 258,167 J.

Kata Kunci : Gerinda Permukaan , Diamond Grinding Wheel, Gram, Kedalaman Potong, Pembebanan, MRR, Energi Pemotongan

EFFECT OF DEPTH OF CUT VARIATION AND LOAD ON MRR VALUE AND CUTTING ENERGY IN CONVENTIONAL GRINDING MACHINE

Name : Hendryan Sandwitynato
NRP : 1021150000036
Jurusan : D3 Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi-ITS
Counsellor Lecturer : Ir. Winarto, DEA

ABSTRACT

Grinding machines are one of the important machining processes in the engineering world. Lots of parameters on grinding machines can affect the results of workpieces. The results of the workpiece are required to produce a smooth surface and shorten the time for work on a workpiece. One important parameter for producing a good workpiece is the depth of the cut and the cutting energy of the grinding machine.

In this study the use of variables given are the depth of cut and loading. The variations in cut depth given are 0.4 mm, 0.6 mm, and 0.8 mm. For variations given the load is 500 gr and 750 gr. At the loading of 500 gr, the smallest MRR produced at the depth of cut is 0.4 mm, which is 52,122 mm³/min, and the largest at the depth of cut of 0.8 mm, which is 90,862 mm³/min. And at the loading of 750 gr the smallest MRR value at a depth of 0.4 mm cut is 196,279 mm³/min, and for the largest MRR value at a depth of 0.8 mm that is 296,446 mm³/min. While the highest cutting energy is at a depth of cut 0.8 mm with a load of 750 grams which is equal to 251,05 J. Whereas at the load of 500 grams the greatest cutting energy at depth of cut 0.8 mm which is equal to 258,167 J.

Keywords: *Surface Grinding, Diamond Grinding Wheel, Chips, Depth of Cut, Load, MRR, Cutting Energy*

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, serta atas segala Rahmat dan Karunia-Nya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Penelitian yang berjudul :

“PENGARUH VARIASI KEDALAMAN POTONG DAN VARIASI PEMBEBANAN TERHADAP NILAI MRR DAN ENERGI PEMOTONGAN PADA MESIN GERINDA KONVENSIONAL”

dapat diselesaikan dengan baik.

Laporan ini disusun sebagai salah satu persyaratan yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa Program Studi Departemen Teknik Mesin Industri untuk bisa dinyatakan lulus dengan mendapatkan gelar Ahli Madya.

Kiranya penulis tidak akan mampu menyelesaikan Penelitian ini tanpa bantuan, saran, dukungan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. **Ir. Winarto, DEA.** selaku dosen pembimbing dan dosen wali yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan ide, arahan, bimbingan dan motivasi selama pengerjaan Penelitian ini.
2. **Bapak Dr. Ir. Heru Mirmanto, MT.** selaku kepala Departemen Teknik Mesin Industri.
3. **Bapak Ir. Suhariyanto, MSc** selaku koordinator Penelitian Departemen Teknik Mesin Industri.
4. **Fikri Muhammad dan Nicholas Arne Deo** selaku *partner* dari tugas akhir ini.

5. Tim Dosen Penguji yang telah banyak memberikan saran dan masukan guna kesempurnaan Penelitian ini.
6. Orang tua tercinta Bapak dan Ibu yang selalu memberikan semangat, doa ,serta dukungan dalam bentuk apapun.
7. Teman-teman Departemen Teknik Mesin Industri yang selalu mendukung dan memberikan masukan terhadap tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Penelitian ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dari berbagai pihak, yang dapat membantu dan mengembangkan Penelitian ini menjadi lebih baik lagi. Akhir kata, semoga Penelitian ini bermanfaat bagi pembaca dan mahasiswa, khususnya mahasiswa Program studi D3 Teknik Mesin dan Departemen Teknik Mesin Industri.

Surabaya, 31 Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|-------------------------|------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| ABSTRAK | iii |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |

BAB I PENDAHULUAN

| | |
|--------------------------------|---|
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 1 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan | 2 |
| 1.5 Manfaat | 2 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 3 |

BAB II DASAR TEORI

| | |
|---|----|
| 2.1 Tinjauan pustaka | 5 |
| 2.2 Gerinda Konvensional | 5 |
| 2.2.1 Kesempurnaan permukaan..... | 8 |
| 2.2.2 <i>Surface Grinding</i> | 11 |
| 2.3 <i>Grinding Wheel</i> | 14 |
| 2.3.1 <i>Coolant</i> | 17 |
| 2.4 Perhitungan Proses Pemesinan | 21 |
| 2.4.1 Daya pada <i>Diamond Grinding Wheel</i> | 21 |
| 2.4.2 Perhitungan <i>Cylindrical Grinding</i> | 23 |
| 2.4.2 MRR..... | 24 |
| 2.4.3 Energi Pemoangan | 25 |

BAB III DASAR TEORI

| | |
|--|----|
| 3.1 <i>Flow Chart</i> Penelitian | 27 |
| 3.2 Waktu Penelitian | 29 |
| 3.2 Tempat | 29 |
| 3.2 Langkah Kerja..... | 29 |

| | |
|---|----|
| 3.4.1 Studi Literatur..... | 29 |
| 3.4.2 Persiapan Alat..... | 29 |
| 3.4.3 Proses Penggerindaan | 35 |
| 3.5 Perhitungan dan Analisa hasil Penggerindaan | 38 |

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

| | |
|--|----|
| 4.1 Parameter Penggerindaan | 41 |
| 4.2 Perhitungan <i>Cylindrical Grinding</i> | 41 |
| 4.3 Hasil perhitungan MRR secara teoritis | 49 |
| 4.4 Hasil perhitungan MRR pada pengujian | 50 |
| 4.5 Perhitungan Energi Pemotongan pada Pengujian | 51 |
| 4.6 Analisa hasil perhitungan MRR | 53 |
| 4.7 Analisa energi pemotongan | 55 |

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|----------------------|----|
| 5.1 Kesimpulan | 57 |
| 5.2 Saran | 57 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 (a) Gram yang dihasilkan dari butiran Abrasi..... | 6 |
| (b) Ilustrasi pembentukan gram oleh butiran abarasi dengan permukaan rata | 6 |
| Gambar 2.2 Proses penggerindaan (<i>up</i>)..... | 7 |
| Gambar 2.3 Pembentukan gram dan pembajakan pada permukaan benda kerja | 8 |
| Gambar 2.4 (a) Proses gerinda permukaan horizontal | 12 |
| (b) Proses gerinda permukaan vertikal | 12 |
| (c) Proses gerinda permukaan meja berputar | 12 |
| Gambar 2.5 <i>Cylindrical Grinding</i> | 13 |
| Gambar 2.6 <i>Flat Wheel</i> | 14 |
| Gambar 2.7 <i>Cup Wheel</i> | 15 |
| Gambar 2.8 <i>Dish Grinding Wheel</i> | 15 |
| Gambar 2.9 <i>Shaped Grinding Wheel</i> | 16 |
| Gambar 2.10 <i>Cylindrical Grinding Wheel</i> | 16 |
| Gambar 2.11 <i>Saucer Grinding Wheel</i> | 17 |
| Gambar 2.12 <i>Diamond Grinding Wheel</i> | 17 |
| Gambar 2.13 Proses gerinda silindris pemakanan radial | 24 |
| Gambar 2.14 Proses Gerinda Rata Selubung | 25 |
| Gambar 3.1 Mesin Gerinda | 30 |
| Gambar 3.2 Dimensi Benda Kerja | 30 |
| Gambar 3.3 <i>Diamond Grinding Wheel</i> | 31 |
| Gambar 3.4 <i>Digital Infrared Laser Tachometer</i> | 32 |
| Gambar 3.5 <i>Coolant</i> | 32 |
| Gambar 3.6 Jangka Sorong | 33 |
| Gambar 3.7 <i>Thickness Filler Feeler Gauge</i> | 33 |
| Gambar 3.8 <i>C Clamp</i> | 34 |
| Gambar 3.9 Pembebanan | 34 |
| Gambar 3.10 <i>Stopwatch</i> | 35 |
| Gambar 3.11 Arah Penggerindaan | 36 |
| Gambar 3.12 Pengaturan Ketinggian Meja Benda Kerja | 37 |
| Gambar 3.13 Peletakan Benda Kerja..... | 37 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3.14 Penggunaan <i>feeler gauge</i> untuk kedalaman potong | 38 |
| Gambar 3.15 Hasil Penggerindaan | 39 |
| Gambar 4.1 Proses gerinda silindris <i>depth of cut</i> 0,4 mm dengan pembebanan 500 gram | 42 |
| Gambar 4.2 Proses gerinda silindris <i>depth of cut</i> 0,4 mm dengan pembebanan 500 gram | 43 |
| Gambar 4.3 Proses gerinda silindris <i>depth of cut</i> 0,4 mm dengan pembebanan 500 gram | 44 |
| Gambar 4.4 Proses gerinda silindris <i>depth of cut</i> 0,4 mm dengan pembebanan 500 gram | 45 |
| Gambar 4.5 Proses gerinda silindris <i>depth of cut</i> 0,4 mm dengan pembebanan 500 gram | 46 |
| Gambar 4.6 Proses gerinda silindris <i>depth of cut</i> 0,4 mm dengan pembebanan 500 gram | 48 |
| Gambar 4.7 Grafik nilai MRR terhadap kedalaman potong | 54 |
| Gambar 4.8 Grafik energi pemotongan terhadap kedalaman potong | 56 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Perkiraan kebutuhan energi untuk penggerindaan | 7 |
| Tabel 2.2 Fluida Penggerindaan | 20 |
| Tabel 4.1 Parameter Penggerindaan | 41 |
| Tabel 4.2 Nilai MRR | 54 |
| Tabel 4.3 Energi Pemotongan | 56 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Seiring dengan berkembangnya jaman, maka berkembang pula teknologi dan ilmu pengetahuan, hal tersebut dibuktikan dengan banyak ditemukan teknologi yang lebih baik dan lebih maju. Begitu pula dengan proses pemesinan logam yang semakin lama semakin berkembang dengan adanya pengaruh variabel proses.

Gerinda konvensional merupakan salah satu contoh penggunaan pemesinan logam. Gerinda konvensional ini dilakukan dengan menggunakan *Diamond Grinding Wheel*. Menurut Serope Kalpakjian dan Steven R. Schmid pada buku *Manufacturing Engineering and Technology* memiliki banyak sekali variabel proses dimana dapat mempengaruhi nilai *material removal rate* (MRR), termasuk pengaruh *depth of cut*.

Maka dari itu penelitian ini dibuat untuk melakukan analisa terhadap pengaruh variasi *depth of cut* dan pengaruh variasi pembebanan terhadap nilai MRR, waktu pemotongan dan energi pemotongan yang dihasilkan pada benda kerja. Sehingga dapat menentukan variabel yang tepat pada gerinda konvensional sesuai dengan kebutuhan.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat dirumuskan suatu permasalahan yang harus dipecahkan pada proses pemesinan ECG, yaitu :

1. Bagaimana pengaruh *depth of cut* dan beban terhadap nilai MRR dari benda kerja yang dihasilkan ?
2. Bagaimana pengaruh *depth of cut* dan beban terhadap waktu pemotongan (*tc*) permukaan dari benda kerja yang dihasilkan ?

3. Bagaimana pengaruh *depth of cut* dan pembebanan terhadap energi pemotongan dari mesin gerinda tersebut ?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan hasil penelitian ini diberikan batasan masalah agar menghasilkan suatu yang bersifat lebih khusus dan bermanfaat. Adapun batasan masalah yang diberikan adalah sebagai berikut :

1. Material yang digunakan untuk benda kerja adalah Aluminium dengan ukuran 40 mm x 17 mm x 25 mm.
2. Kekerasan dari benda kerja tidak diperhitungkan.
3. Perhitungan perencanaan mesin gerinda tidak diperhitungkan.
4. Getaran dari mesin gerinda tidak diperhitungkan.
5. Batu gerinda yang digunakan adalah *diamond grinding wheel* D240-H50-M diameter 150 mm.

1.4 Tujuan

1. Mengetahui nilai MRR yang dihasilkan dari proses penggerindaan dengan variasi *depth of cut* dan variasi beban tertentu.
2. Mengetahui waktu pemotongan (t_c) dari proses penggerindaan dengan variasi *depth of cut* dan variasi beban tertentu.
3. Mengetahui pengaruh dari beban terhadap energi pemotongan dari mesin gerinda.

1.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini:

1. Bagi dunia akademik dapat memberikan pengetahuan mengenai pemesinan logam , hal-hal yang mempengaruhi hasil pemesinan logam, dapat

digunakan sebagai referensi dan pengembangan selanjutnya.

2. Bagi masyarakat dapat memberikan kontribusi positif sebagai pengetahuan bagaimana pentingnya pengembangan teknologi pemesinan konvensional dalam hal efektifitas dan efisiensi untuk meningkatkan jumlah produksi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini secara garis besar adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan Tugas Akhir.

BAB II DASAR TEORI

Bab ini menjelaskan mengenai dasar teori meliputi pengertian Gerinda Konvensional, prinsip kerja Gerinda Konvensional . macam-macam Batu Gerinda,

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang tempat penelitian, alat dan bahan penelitian, diagram alir penelitian, proses persiapan alat dan bahan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang analisi MRR, waktu potong, dan gaya pemotongan pada proses pengerindaan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran mengenai penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam suatu penelitian, dibutuhkan hasil penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian tersebut.

Dari penelitian Novry Harryadi dan Dodi Sofyan Arief. Dalam jurnal yang berjudul “*Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran Benda Kerja dan Kedalaman Pemakanan terhadap Kekasaran Permukaan Proses Gerinda Silindris dengan Cebter pada Baja AISI 4140*”. Dimana dengan variasi kedalaman potong yaitu 0,005 mm, 0,010 mm, dan 0,015 menghasilkan nilai kekasaran terendah justru pada kedalaman potong 0,010 mm (pada putaran 194 rpm dan 304 rpm). Dan nilai kekasaran tertinggi pada kedalaman potong 0,015 mm.

Kemudian, dari penelitian S. Jeevanatham, dkk. Dalam jurnal yang berjudul “*Effect of Machining Parameters on MRR and Surface Roughness in Internal Grinding using EN8, EN31 Steel*” menghasilkan bahwa semakin dalam tingkat kedalaman potong maka nilai MRR yang dihasilkan juga akan semakin besar. Begitu pula dengan gaya potong yang dihasilkan, semakin besar kedalaman potong maka akan semakin besar pula gaya potong yang dihasilkan .

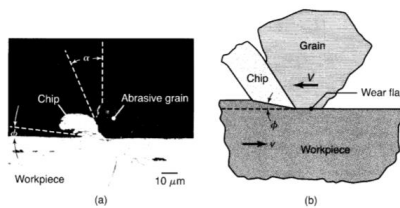
Dan pada [enelitian dari TSRV Padmalatha, Madhavi Jalli, dan Saraswathamma Konapalli, dalam jurnal berjudul “*Influence of Process Parameters of Surface Grinding on Maraging Steel*”. Menghasilkan bahwa semakin besar kedalam potong yang digunakan maka semakin besar juga nilai MRR yang dihasilkan.

2.2 Gerinda Konvensional

Penggerindaan adalah proses pembuangan serpihan material yang menggunakan butiran abrasif sebagai alat potong. Perbedaan utama antara pemotongan dengan butiran abrasif dengan *single-point tool* dijelaskan sebagai berikut :

- Butiran abarasisf yang digunakan memiliki bentuk yang tidak beraturan dan ditempatkan secara acak pada sebuah *tool*.
- *Rake angle* yang terbentuk sangat negatif (-60°) bahkan lebih. Akibatnya, chip akan mengalami deformasi plastis yang jauh lebih besar dari proses pemesinan lainnya.
- Arah gerak radial dari chip bervariasi, diaman tidak semua chip akan terkena proses penggerindaan. Kecepatan potong dalam gerinda biasanya sangat tinggi (20 m/detik sampai 30m/detik) dan bisa samapai 150 m/detik untuk gerinda yang diproduksi secara khusus.

Pada proses penggerindaan, parameter dapat diobservasi dari proses penggerindaan permukaan (Gambar 2.1). Pada penggerindaan lurus denga diameter D , membuang permukaan benda kerja dengan kedalaman potong d . Pada tiap butir abrasif dari pinggiran batu gerinda bergerak dengan kecepatan tangensial V , sedangkan pada benda kerja bergerak dengan kecepatan v . Setiap butir abrasif membuang gram, yang memiliki ketebalan yang acak (*depth of cut* dari butiran), t , dan panajng yang tidak sempurna, l .

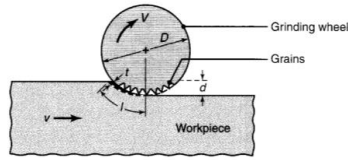


Gambar 2.1

(a) Gram yang dihasilkan dari butiran abrasif

(b) Ilustrasi pembentukan gram oleh butiran abarasisf dengan permukaan rata

(4, hal 727)



Gambar 2.2 Proses penggerindaan (*up*)
(4, hal 728)

Persamaan untuk gram yang tidak terdeformasi yaitu :

$$t = \sqrt{\left(\frac{4v}{VCr}\right)} \sqrt{\left(\frac{d}{D}\right)},$$

Dimana :

- C : jumlah titik potong per satuan luas sisi luar batu gerinda (0,1 hingga 10 per mm²)
r : rasio lebar gram terhadap tebal gram rata-rata

Jika diasumsikan bahwa gaya potong butiran sebanding dengan luas penampang gram yang tidak terdeformasi, dapat ditunjukkan bahwa gaya butiran (yang bersinggungan dengan batu gerinda) sebanding dengan variabel proses :

$$\text{Grain force} \propto \left(\frac{v}{V}\sqrt{\frac{d}{D}}\right)(\text{UTS}).$$

Tabel 2.1 Perkiraan kebutuhan energi untuk penggerindaan

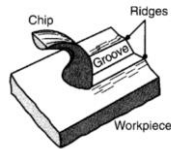
| Workpiece material | Hardness | Specific energy |
|-------------------------|----------|-----------------------|
| | | W · s/mm ³ |
| Aluminum | 150 HB | 7-27 |
| Cast iron (class 40) | 215 HB | 12-60 |
| Low-carbon steel (1020) | 110 HB | 14-68 |
| Titanium alloy | 300 HB | 16-55 |
| Tool steel (T15) | 67 HRC | 18-82 |

(4, hal 729)

Gaya pada penggerindaan biasanya jauh lebih kecil dari gaya pada proses pemesinan lain, karena dimensi kecil yang terlibat. Gaya pada penggerindaan harus rendah untuk

mencegah terjadinya distorsi dan menjaga kepresisian dari benda kerja. Energi yang dikeluarkan dalam pembuangan gram terdiri dari energi :

1. Pembentukan gram
2. Pembuangan gram
3. Gesekan, disebabkan oleh butiran di sepanjang benda kerja.



Gambar 2.3 Pembentukan gram dan pembajakan pada permukaan benda kerja
(4, hal 729)

Setelah beberapa kali penggunaan, butiran pada batu gerinda akan mengalami keausan rata. Sebuah fenomena yang mirip dengan keausan pada sisi pahat potong. Keausan rata yang terus menggosok pada permukaan benda kerja akan menghilangkan energi (gesekan), dan akan membuat operasi dari penggerindaan kurang efisien. Kebutuhan energi spesifik penggerindaan dapat didefinisikan sebagai energi per satuan volume material dari permukaan benda kerja. Energi spesifik ini jauh lebih tinggi dalam proses pemesinan lain. Perbedaan ini erat kaitannya dengan adanya tingkat keausan, sudut rake negatif (yang membutuhkan lebih banyak energi) dan pengaruh dari ukuran gram (semakin kecil gram, semakin tinggi energi yang dibutuhkan untuk proses penggerindaan. Hal tersebut juga pengaruh dalam pelumasan (*coolant*), energi spesifik dalam penggerindaan dapat dikurangi.

2.2.1 Kesempurnaan permukaan

- Temperatur

Kenaikan suhu pada proses penggerindaan sangat penting, karena :

1. Dapat mempengaruhi sifat pada permukaan benda kerja, termasuk perubahan sifat secara metalurgi.
2. Kenaikan suhu dapat menyebabkan tegangan sisa pada benda kerja.
3. Dapat menyebabkan distorsi karena ekspansi thermal dan kontraksi pada permukaan benda kerja, sehingga kepresisian benda kerja sangat buruk.

Kenaikan suhu pada permukaan benda kerja dapat dituliskan dengan variabel berikut :

$$\Delta T \propto D^{1/4} d^{3/4} \left(\frac{V}{v} \right)^{1/2} .$$

Dimana :

- D : Diameter batu gerinda (mm)
d : *Depth of cut* (mm)
V : Kecepatan batu gerinda
v : Kecepatan benda kerja

Suhu puncak yang dapat dihasilkan pada proses penggerindaan dapat mencapai 1600 °C. Namun, waktu yang diperlukan untuk menghasilkan gram tersebut sangat singkat (*microseconds*), sehingga gram yang dihasilkan mungkin dapat meleleh atau tidak meleleh. Karena gram membawa panas, hanya sebagian kecil dari panas tersebut disalurkan pada benda kerja. Jika hal tersebut tidak terjadi, akan sangat sulit untuk menggerinda benda kerja dengan dimensi yang diinginkan.

- Bunga api

Bunga api yang dihasilkan pada proses pengerindaan sebenarnya adalah gram yang bercahaya karena reaksi eksotermik (penghasil panas), gram yang panas dengan oksigen yang terdapat pada atmosfer. Percikan bunga api tidak terjadi selama proses pengerindaan terjadi di lingkungan yang bebas oksigen atau ketika benda kerja tidak mudah teroksidasi pada suhu tinggi. Warna, intensitas, dan bentuk dari bunga api bergantung pada komposisi logam yang digerinda. Jika panas yang dihasilkan akibat reaksi eksotermis cukup tinggi, gram dapat meleleh, berbentuk membulat (karena tegangan permukaan), dan pengerasan partikel logam.

- *Tempering*

Peningkatan suhu yang berlebihan dalam pengerindaan dapat menyebabkan proses *tempering* dan pelunakan pada permukaan benda kerja. Variabel proses harus dipilih dengan hati-hati untuk menghindari kenaikan suhu yang berlebihan. Penggunaan *coolant* dalam proses pengerindaan merupakan cara yang paling efektif untuk mengendalikan suhu.

- Pembakaran

Suhu yang berlebihan selama pengerindaan dapat membakar permukaan benda kerja. Pembakaran ditandai dengan warna kebiruan pada permukaan benda kerja (indikasi bahwa suhu tinggi menyebabkan oksidasi). Hal tersebut dapat dideteksi dengan melakukan etsa dan metalurgi. Luka bakar mungkin tidak dapat hilang secara sendirinya, kecuali lapisan permukaan benda kerja telah mengalami fase transformasi. Sebagai contoh,

martensit yang terbentuk dalam baja karbon lebih tinggi setelah dilakukan pendinginan cepat. Kondisi ini akan mempengaruhi sifat permukaan benda kerja, mengurangi keuletan, dan ketangguhan.

- *Heat checking*

Temperatur tinggi dalam penggerindaan dapat menyebabkan permukaan benda kerja mengalami keretakan, kondisi tersebut dikenal sebagai *heat checking*. Retakan umumnya terbentuk tegak lurus dengan arah gerinda. Namun, pada kondisi yang parah, retakan paralel dapat juga muncul. Permukaan seperti itu tidak memiliki ketangguhan, kelelahan yang rendah, dan korosi yang rendah.

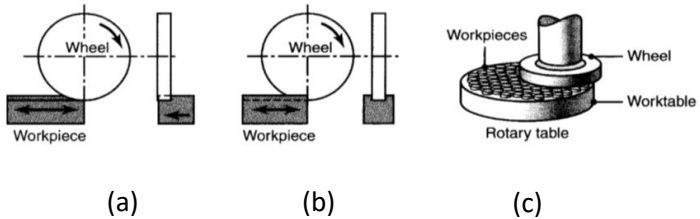
- Tegangan sisa

Suhu pada benda kerja pada penggerindaan berpengaruh kuat terhadap tegangan sisa. *Coolant* dan aplikasinya, serta parameter proses seperti kedalaman potong dan kecepatan, secara signifikan mempengaruhi besarnya dan jenis tegangan sisa yang dihasilkan (tegangan atau kompresi). Karena efek buruk dari tegangan sisa pada kekuatan kelelahan, variabel proses harus dipilih secara hati-hati. Tegangan sisa umumnya dapat dikurangi dengan menurunkan kecepatan batu gerinda dan meningkatkan kecepatan benda kerja.

2.2.2 *Surface Grinding*

Penggerindaan permukaan adalah salah satu proses pemesinan yang paling umum dilakukan (seperti Gambar

2.2), umumnya pada permukaan benda kerja yang datar. Benda kerja dicekam pada sebuah ragum tetap yang terletak pada meja gerinda.



Gambar 2.4

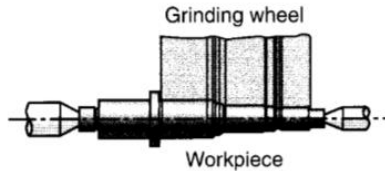
- (a) Proses gerinda permukaan horizontal
 - (b) Proses gerinda permukaan vertikal (terjun), dimana menciptakan celah (*groove*)
 - (c) Proses gerinda permukaan meja berputar
- (4, hal 737)

Pada bahan non-magnetik lainnya dicekam oleh ragum, *vacuum chucks*, dan alatpencekam lainnya. Batu gerinda dipasang pada poros horizontal pada penggerindaan permukaan. Penggerindaan dilakukan ketika meja gerinda tersebut melakukan gerakan yang berlawanan secara longitudinal dan pemakanan secara lateral (sesuai dengan arah spindel).

Cylindrical Grinding

Penggerindaan secara silindris/ atau disebut juga *center-type grinding*, penggerindaan pada bagian luar dan sisi pada benda kerja, seperti bantalan *crankshaft*, spindel, *pin*, dan *ring* pada bantalan. Penggerindaan ini dilakukan dengan prinsip kerja benda kerja berputar berlawanan

dengan putaran batu gerinda pada sepanjang sumbu benda kerja.



Gambar 2.5 *Cylindrical Grinding*
(4, hal 738)

Pada penggerindaan secara silindrikal ini digunakan untuk benda kerja yang besar dan panjang untuk penggunaan pabrik. Proses penggerindaan ini mampu sampai diameter benda kerja 1,8 m. Untuk penggerindaan ini dicekam pada bagian tengah *chuck*, atau dipasangkan plat datar pada bagian muka pada *headstock* gerinda. Batu gerinda dan benda kerja digerakkan oleh motor yang berbeda dan dengan kecepatan yang berbeda pula. Sebagai penggerindaan bentuk dan penggerindaan terjun, penggerindaan silindrikal juga dapat menghasilkan bentuk dimana batu gerinda dibentuk sedemikian rupa sesuai dengan dengan bentuk dari benda kerja yang diinginkan. Dalam penggerindaan universal, benda kerja dan sumbu batu gerinda dapat dipindahkan dan diputar pada bida horizontal, sehingga memungkinkan penggerindaan yang mengecildan bentuk lainnya.

2.3 *Grinding Wheel*

Batu gerinda banyak digunakan di bengkel-bengkel pengerjaan logam. Batu gerinda sebetulnya juga menyayat seperti penyayatan pada pisau milling, hanya penyayatannya sangat halus, dan tatalnya tidak terlihat seperti milling. Tatal hasil penggerindaan ini sangat kecil seperti debu.

Dari berbagai bentuk batu gerinda sebenarnya bahan utamanya hanya terdiri dari dua jenis pokok, yaitu butiran bahan asah/pemotong(abrasive) dan perekat (bond). Fungsi batu gerinda sebagai berikut :

1. Untuk penggerindaan silindris, datar dan profil.
2. Menghilangkan permukaan yang tidak rata.
3. Untuk pekerjaan finishing permukaan.
4. Untuk pemotongan.
5. Penajaman alat-alat potong.

- Jenis-jenis Grinding Wheel

1. *Flat Wheel*

Batu jenis ini biasanya digunakan untuk penggerindaan alat-alat potong seperti handtap, countersink, mata bor, dan sebagainya



Gambar 2.6 *Flat Wheel*

2. *Cup Wheel*

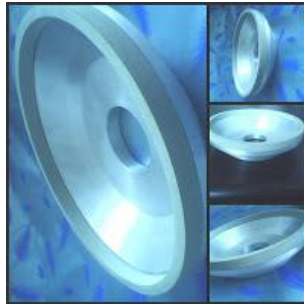
Batu jenis ini digunakan untuk melakukan penggerindaan alat-alat potong seperti cutter, pahat bubut, dan lain-lain



Gambar 2.7 *Cup Wheel*

3. *Disk Grinding Wheel*

Batu ini digunakan penggerindaan profil pada cutter.



Gambar 2.8 *Disk Grinding Wheel*

4. *Shaped Grinding Wheel*

Batu ini digunakan untuk memotong alat potong ataupun material yang sangat keras, seperti HSS, material yang telah mengalami proses *heat treatment*.



Gambar 2.9 *Shaped Grinding Wheel*

5. *Cylindrical Grinding Wheel*

Batu ini digunakan untuk penggerindaan diameter dalam suatu jenis produk.



Gambar 2.10 *Cylindrical Grinding Wheel*

6. *Saucer Grinding Wheel*

Batu jenis ini digunakan untuk menggerinda bergelombang dan gerinda pemotong.



Gambar 2.11 *Saucer Grinding Wheel*

7. *Diamond Grinding Wheel*

Batu jenis ini digunakan untuk menggerinda bahan-bahan keras seperti batu permata, beton, batu permata yang keras, dan lain-lain.



Gambar 2.12 *Diamond Grinding Wheel*

2.3.1 *Coolant*

Fungsi dari *coolant* pada penggerindaan hampir sama dengan fungsi pada pemotongan. Meskipun penggerindaan dapat dilakukan tanpa *coolant*, tetapi penggunaan *coolant* itu sangat penting karena dapat berfungsi untuk mengurangi kenaikan suhu pada benda kerja dan dapat meningkatkan hasil kekasaran permukaan benda kerja dan dimensi yang dihasilkan jadi lebih presisi.

Secara umum *coolant* adalah media pendingin yang digunakan untuk mendinginkan benda kerja dan alat potong pada saat proses permesinan. Digunakan pula untuk melumasi alat potong sehingga memiliki umur pakai yang lebih lama.

Coolant merupakan cairan hasil campuran *ethylene* atau *propylene glycol* dan air. Biasanya rasio perbandingan zat mineral itu berkisar 50/50. Penggantian cairan *coolant* perlu dilakukan karena pemakaian *coolant* yang terlalu lama menyebabkan timbunan pasir. Pasir yang terlalu berlebihan sanggup menutup sistem saluran pendinginan. Apabila penggantian *coolant* tidak dilakukan maka pengendapan kotoran yang terlalu banyak berpotensi menutup sistem saluran pendingin, sehingga menyebabkan arus pendinginan mesin terganggu. Bila hal ini terjadi, mesin mudah panas dan memicu mogok. Rentetan masalah lebih krusial pada mesin bisa terjadi.

Di dalam proses permesinan, kita harus mengenal *coolant* sebagai suatu cara menambah/ memperpanjang umur pahat.

Fungsi dari *coolant* secara umum adalah sebagai berikut:

1. Menurunkan temperatur pahat pada saat pemotongan.
2. Menurunkan gaya potong.
3. Memperpanjang umur pahat.
4. Melumasi elemen pembimbing (*ways*).
5. Memperhalus atau memperbaiki kualitas permukaan benda kerja.
6. Membersihkan geram dari bidang geram pada saat proses pemotongan.
7. Proteksi korosi pada permukaan benda kerja yang baru terbentuk.

Pemakaian cairan pendingin biasanya mengaktifkan, walaupun dari beberapa produsen mesin perkakas masih mengizinkan adanya pemotongan tanpa cairan pendingin.

Aplikasi coolant untuk beberapa proses pemesinan yaitu:

1. Gurdi (*drilling*).
2. Reamer (*reaming*).
3. Pengetapan (*taping*).
4. Bubut (*turning*).
5. Pembuatan ulir (*threading*).

• Jenis-jenis *Coolant* :

A. Jenis *coolant* kimia

Agar cairan media pendingin bisa berfungsi optimal, maka adakalanya harus ditambahkan beberapa unsur kimia. Untuk itu, berikut ini akan dijelaskan unsur-unsur apa saja yang sering ditambahkan kedalam cairan coolant, termasuk kegunaannya.

Zat kimia yang ditambahkan pada coolant:

- Amina dan Nitrit: bertujuan untuk mencegah karat.
- Nitrat: dimaksudkan untuk menstabilkan Nitrit.
- Fospat dan Borak: untuk melunakkan air.
- Soda dan air: untuk melumasi dan mengurangi tegangan permukaan.
- Fosfor, Chlorin dan Belerang: untuk pelumasan secara kimiawi.
- Chlorin: untuk pelumasan.
- Glikol: sebagai bahan pengaduk dan pembasah.
- Germisida: untuk mengendalikan pertumbuhan bakteri.

Tabel 2.2 Fluida Penggerindaan

| General Recommendations for Grinding Fluids | |
|---|-----------------|
| Material | Grinding fluid |
| Aluminum | E, EP |
| Copper | CSN, E, MO + FO |
| Magnesium | D, MO |
| Nickel | CSN, EP |
| Refractory metals | EP |
| Steels | CSN, E |
| Titanium | CSN, E |

D = dry; E = emulsion; EP = extreme pressure; CSN = chemicals and synthetics; MO = mineral oil; FO = fatty oil. (See also Section 33.7.)

(4, hal 743)

B. Jenis *coolant* mineral

1. *Straight Oils* (Minyak murni)

Minyak murni (*Straight Oils*) adalah minyak yang tidak dapat diemulsikan dan digunakan pada proses pemesinan dalam bentuk sudah diencerkan. Minyak ini terdiri dari bahan minyak mineral dasar atau minyak bumi, dan kadang mengandung pelumas yang lain seperti lemak, minyak tumbuhan, dan ester. Selain itu bisa juga ditambahkan aditif tekanan tinggi seperti Chlorine, Sulphur dan Phosporus. Minyak murni menghasilkan pelumasan terbaik, akan tetapi sifat pendinginannya paling jelek diantara cairan pendingin yang lain.

2. *Soluble Oils*

Soluble Oil akan membentuk emulsi ketika dicampur dengan air. Konsentrat mengandung minyak mineral dasar dan pengemulsi untuk menstabilkan emulsi. Minyak ini digunakan luas oleh industri pemesinan dan harganya lebih murah diantara cairan pendingin yang lain.

C. Jenis *coolant* yang sering digunakan

1. *Water coolant*

Adalah salah satu jenis *coolant* yang biasanya digunakan dan dikhususkan untuk pengerjaan benda-benda yang hanya mengalami proses

permesinan (pemotongan) skala kecil, yang sedikit berpengaruh pada material total. Misal: digunakan untuk pengerjaan facing benda dengan material kecil.

2. *Oil coolant*

Berkebalikan dengan water coolant, Oil coolant biasanya digunakan untuk pengerjaan benda yang mengalami hard process. Proses permesinan (pemotongan) biasanya berlangsung secara continou dan berefek besar pada material total. Misal: pengerjaan pada mesin pfauter.

3. *Air spray coolant*

Digunakan untuk pengerjaan benda-benda yang menghasilkan sisa pemotongan berupa serbuk, biasanya akan menyebabkan kerusakan jika menempel pada bagian mesin yang bergeser. Misal: pengerjaan material brass dan cash.

4. *Water and oil coolant*

Digunakan untuk pengerjaan material secara umum. Bisa digunakan untuk proses ringan maupun proses yang berat. Karena campuran antara oli dan air memiliki ketahanan panas yang baik dan ketahanan terhadap karat yang cukup baik. Misal: pengerjaan st.60 pada mesin VG45.

2.4 Perhitungan Proses Pemesinan

2.4.1 Daya pada *Diamond Grinding Wheel*

Daya untuk menggerakkan tool dipengaruhi oleh dua daya yaitu daya untuk menggerakkan batu gerinda itu sendiri dan daya penggerindaan.

$$P_{total} = P_1 + P_2$$

Dimana :

P_1 = daya untuk menggerakkan batu gerinda

(kW)

$P_2 = \text{daya penggerindaan (kW)}$

Daya untuk menggerakkan batu gerinda dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$P_1 = T \cdot \omega$$

Dimana :

T = Momen torsi (Kg.mm)

ω = kecepatan sudut (rpm)

Momen torsi dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$T = I \cdot \alpha$$

Dimana :

I = Momen inersia (Kg.m²)

α = Percepatan sudut (rad/s²)

Karena tool berbentuk silinder dengan poros sejajar sumbu maka momen inersia dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$I = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2$$

Dimana :

m = massa tool (Kg)

r = jari – jari tool (m)

Percepatan sudut dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\alpha = \frac{\omega - \omega'}{\Delta_t}$$

Dimana :

ω = Kecepatan sudut akhir (rad/s)

ω' = Kecepatan sudut mula (rad/s)

Δ_t = waktu dari keadaan diam hingga berputar (s)

Percepatan sudut dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60}$$

Daya penggerindaan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P_2 = \frac{F \cdot L \cdot \omega}{1000}$$

Dimana :

F = gaya penggerindaan (N)

L = Kedalaman potong (mm)

2.4.2 Perhitungan *Cylindrical Grinding*

Penggerindaan dilakukan dengan cara *cylindrical Grinding*, dengan rumus secara matematik, tebal geram ekuivalen ini didefinisikan sebagai berikut :

$$h_{eq} = \frac{Z'}{V_s}$$

Dimana :

h_{eq} = tebal geram ekuivalen (μm)

Z' = kecepatan penghasilan geram per lebar aktif batu gerinda (mm^3/s)

V_s = kecepatan perifer (tangensial) batu gerinda (m/s)

Sehingga :

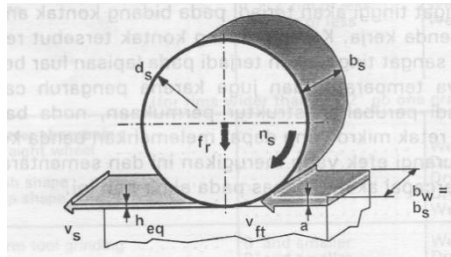
$$h_{eq} = \frac{Z'}{V_s} = \frac{f_r \cdot V_{ft}}{V_s}$$

Dimana :

$f_r = a$ = gerak makan radial, kedalaman penggerindaan (mm/langkah)

V_s = kecepatan periferal batu gerinda (m/s)

$V_{ft} = V_w$ = kecepatan makan tangensial, kecepatan translasi benda kerja (mm/s)



Gambar 2.13 Proses gerinda silindris pemakanan radial
(6, hal 60)

2.4.3 MRR

Pada proses penggerindaan akan selalu ada gram yang terbuang. Laju pembuangan gram atau yang biasa disebut dengan *material removal rate* (MRR) sangat berpengaruh pada waktu pemotongan dalam mesin gerinda. MRR ini juga sangat berpengaruh pada kekasaran permukaan, semakin tinggi nilai MRR maka permukaan pada benda kerja nilai kekasaran semakin tinggi pula. Perhitungan MRR dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$MRR = V_{ft} \cdot w \cdot d$$

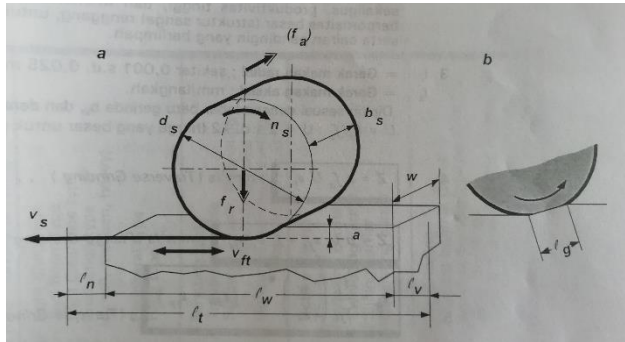
Dimana :

MRR : kecepatan penghasilan gram ; mm³/s

w : diameter benda kerja ; mm

d : kedalaman penggerindaan ; mm

V_{ft} : kecepatan makan radial ; mm/s



Gambar 2.14 Proses Gerinda Rata Selubung
(6, hal 7)

2.4.4 Energi Pemotongan

Secara umum, pada proses penggerindaan terjadi energi pemotongan yang akan dihasilkan. Energi pemotongan adalah kemampuan dari mesin gerinda konvensional untuk melakukan suatu usaha. Energi pemotongan yang dihasilkan dipengaruhi oleh nilai MRR, nilai *specific energy* dari suatu bahan benda kerja, dan waktu pemotongan dari penggerindaan.

Perhitungan energi pemotongan dapat dihasilkan dari rumus perhitungan daya sebagai berikut

$$P = MRR \cdot U$$

Dimana :

P : Daya Pemotongan (W),

MRR ; Laju Pembuangan Gram (mm^3/s)

U : *Specific Energy* ($\text{W.s}/\text{mm}^3$)

Dan pada perhitungan energi pemotongan pada penggerindaan dapat dihasilkan pada rumus sebagai berikut

$$E = P \cdot t_c$$

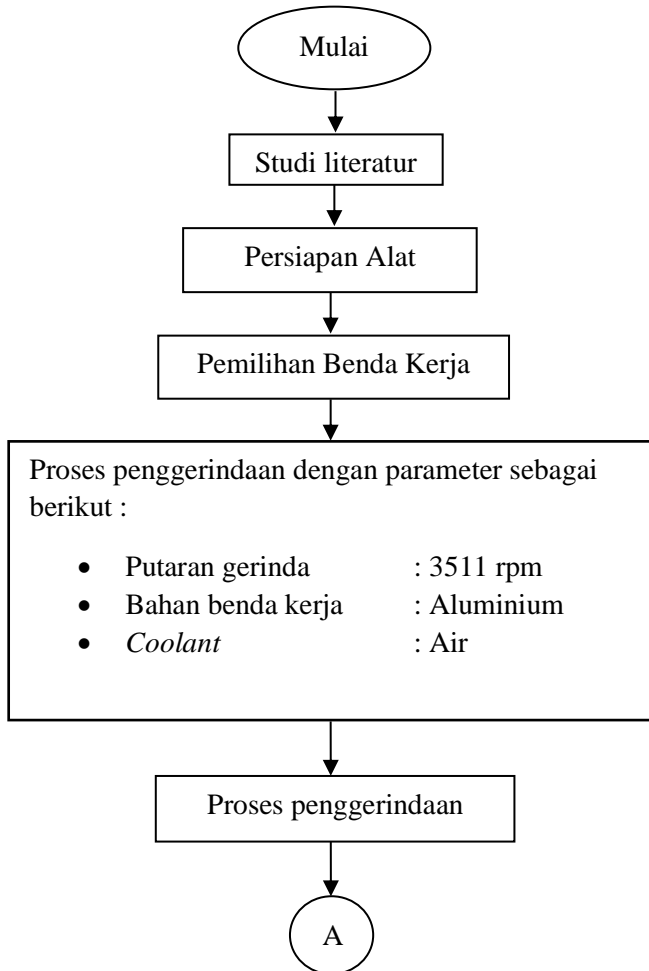
Dimana :

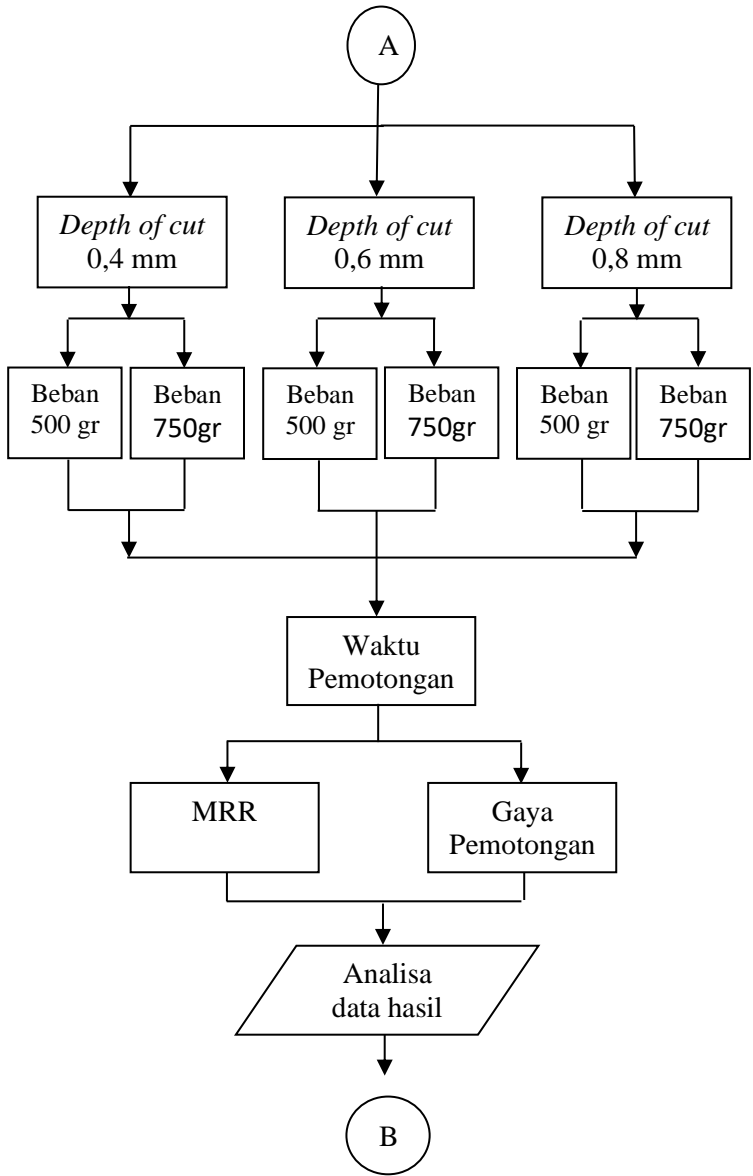
E : energi pemotongan (J), dan
 tc : waktu pemotongan (s)

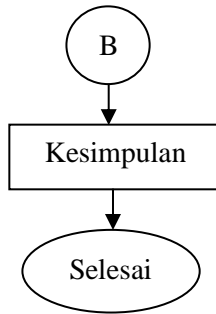
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 *Flow Chart* Penelitian

Berikut merupakan flow chart penelitian dapat dilihat pada diagram dibawah ini:







3.2 Waktu penelitian

Waktu penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2017/2018 bulan Agustus sampai dengan bulan Desember 2018

3.3 Tempat

Penelitian ini dilakukan di *Workshop* Departemen Teknik Mesin FV-ITS

3.4 Langkah kerja

3.4.1 Studi Literatur

Studi literatur adalah studi berbagai literatur yang mendukung tentang tema yang diangkat pada tugas akhir ini. Literatur yang digunakan dapat berupa buku teks, jurnal ilmiah, artikel ilmiah dan lain sebagainya. Tujuan dilakukan studi literatur adalah agar wawasan penulis tentang topik yang diangkat menjadi lebih luas

3.4.2 Persiapan Alat

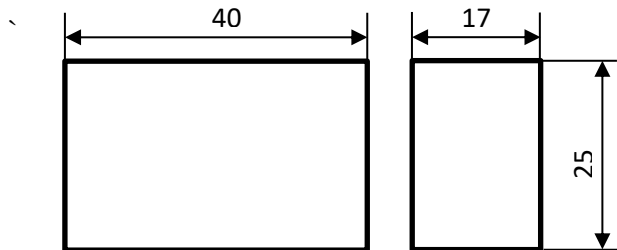
- Mesin Gerinda

Mesin gerinda ini digunakan untuk penggerindaan pada benda kerja



Gambar 3.1 Mesin Gerinda

- Material yang digunakan untuk benda kerja adalah Aluminium dengan ukuran 40 mm x 17 mm x 25 mm



Gambar 3.2 Dimensi Benda Kerja

- *Diamond Grinding Wheel*
Tool yang digunakan pada proses penggerindaan ini ada *diamong grinding wheel* dengan diameter luar 6 *inch* (150 mm). Batu gerinda ini digunakan karena umur dari

batu gerinda ini lebih awet dari batu gerinda pada umumnya. Dengan kodifikasi D240-H50-M,

Dimana :

D : Untuk jenis bahan asah yang digunakan, untuk D kode untuk jenis bahan *Diamond*.

240 : Untuk ukuran butiran batu asah yang menempel pada permukaan batu gerinda.

H : Untuk tingkat kekerasan benda kerja yang digunakan pada mesin gerinda, dimana H untuk jenis bahan yang keras.

50 : Untuk susunan butiran batu asah, dimana 5 untuk tingkat susunan batu asah yang sedang.

M : Metal ,untuk bahan pengikat serbuk batu asah pada penggerindaan, dimana M untuk bahan pengikat yang digunakan pada *electro chemical grinding* yang memerlukan batu gerinda yang bersifat menghantar listrik (konduktor)



Gambar 3.3 *Diamond Grinding Wheel*

- *Digital Infrared Laser Tachometer*
Alat ini digunakan untuk membaca putaran batu gerinda (rpm) sebelum dan saat melakukan proses penggerindaan .



Gambar 3.4 *Digital Infrared Laser Tachometer*

- Coolant
Coolant ini digunakan sebagai media pendingin saat proses penggerindaan. Jenis coolant yang digunakan adalah air.



Gambar 3.5 *Coolant*

- Jangka Sorong
Jangka sorong ini digunakan untuk mengukur benda kerja dan untuk mengatur ketinggian dari meja benda kerja agar seimbang dengan ketelitian 0,05 mm.



Gambar 3.6 Jangka Sorong

- *Thickness Filler Feeler Gauge*
Alat ini digunakan untuk mengatur kedalaman potong dari benda kerja terhadap mesin gerinda



Gambar 3.7 *Thickness Filler Feeler Gauge*

- *C Clamp*
Alat ini digunakan untuk menjepit benda kerja pada meja.



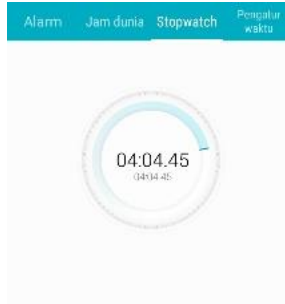
Gambar 3.8 *C Clamp*

- *Pembebanan*
Beban ini digunakan untuk jalannya pemakanan batu gerinda apada benda kerja. *Pembebanan* yang digunakan pada proses penggerindaan 500 gram danp 750 gram.



Gambar 3.9 *Pembebanan*

- Stopwatch
Stopwatch ini digunakan untuk menghitung waktu yang dibutuhkan untuk proses penggerindaan satu benda kerja.



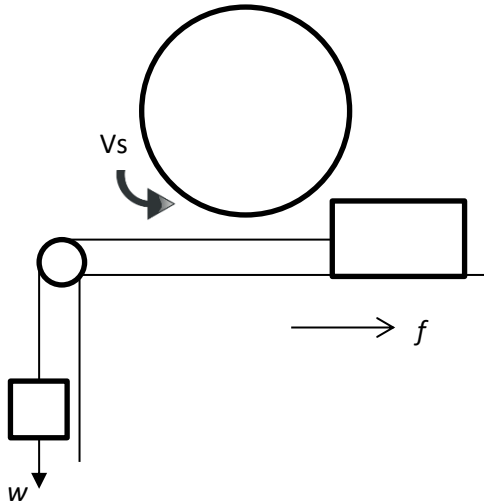
Gambar 3.10 *Stopwatch*

3.4.3 Proses Penggerindaan

Proses penggerindaan ini menggunakan jenis *surface grinding machining*, dimana dimensi pemakanan 12mm x 40 mm dengan variasi *depth of cut* 0,4 mm, 0,6 mm, dan 0,8 mm. Proses penggerindaan ini dijalankan dengan pembebanan masing-masing 500 gram dan 750 gram.

1. Variasi penggerindaan dengan menggunakan *diamond grinding wheel* dengan beban 500 gram dengan menggunakan kedalaman potong 0,4 mm
2. Variasi penggerindaan dengan menggunakan *diamond grinding wheel* dengan beban 500 gram dengan menggunakan kedalaman potong 0,6 mm
3. Variasi penggerindaan dengan menggunakan *diamond grinding wheel* dengan beban 500 gram dengan menggunakan kedalaman potong 0,8 mm
4. Variasi penggerindaan dengan menggunakan *diamond grinding wheel* dengan beban 750 gram dengan menggunakan kedalaman potong 0,4 mm

5. Variasi penggerindaan dengan menggunakan *diamond grinding wheel* dengan beban 750 gram dengan menggunakan kedalaman potong 0,6 mm
6. Variasi penggerindaan dengan menggunakan *diamond grinding wheel* dengan beban 500 gram dengan menggunakan kedalaman potong 0,8 mm



Gambar 3.11 Arah penggerindaan

Prosedur penggerindaan pada mesin gerinda duduk :

1. Mengatur ketinggian meja benda kerja untuk proses penggerindaan awal yang bertujuan untuk meratakan permukaan benda kerja.



Gambar 3.12 Pengaturan ketinggian meja

2. Meletakkan benda kerja pada meja dan mencekam benda kerja dengan C clamp.



Gambar 3.13 Peletakan benda kerja

3. Mengikatkan beban pada tali yang terikat pada meja kerja.
4. Memasangkan *acrylic* yang berfungsi untuk mencegah keluarnya gram dan air.
5. Menyalakan motor gerinda.

6. Melepaskan beban searah dengan gerak meja (terdapat katrol kecil).
7. Saat penggerindaan berlangsung, memberikan coolant untuk mencegah *overheat* dan menjaga umur batu gerinda.
8. Setelah benda kerja rata dengan arah penggerindaan, memberikan *feeler gauge* untuk kedalaman potong yang divariasikan (0,4 mm; 0,6 mm; dan 0,8 mm)



Gambar 3.14 Penggunaan *feeler gauge* untuk kedalaman potong

9. Saat melakukan penggerindaan berlangsung, *stopwatch* dinyalakan sampai proses penggerindaan selesai dilakukan.

3.5 Perhitungan dan Analisa hasil Penggerindaan

Pada proses penggerindaan ini akan menghasilkan volume benda kerja yang tergerinda dan waktu potong pada satu spesimen. Dari hasil kedua data tersebut akan dihasilkan MRR. Selain itu, dari proses penggerindaan tersebut juga akan menghasilkan gaya pemotongan yang dihasilkan pada tiap-tiap variabel.



Gambar 3.15 Hasil penggerindaan

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan bagaimana pengaruh perbedaan variabel variasi beban dan variasi *depth of cut* pada hasil penggerindaan Aluminium dengan metode *cylindrical grinding* melalui 2 perhitungan, yaitu MRR dan waktu pemotongan (*tc*).

4.1 Parameter Penggerindaan

Pada pengujian ini digunakan variabel-variabel untuk mrnghasilkan data-data yang dapat dianalisa pada pengujian tersebut.

Tabel 4.1 Parameter Penggerindaan

| Nomor | Beban (gram) | <i>Depth of cut</i> (mm) | <i>Cutting time</i> |
|-------|--------------|--------------------------|---------------------|
| 1. | 500 | 0,4 | 2:47:50 |
| 2. | | 0,6 | 3:15:38 |
| 3. | | 0,8 | 4:04:45 |
| 4. | 750 | 0,4 | 0:52:32 |
| 5. | | 0,6 | 1:04:34 |
| 6. | | 0,8 | 1:13:93 |

4.2 Perhitungan *Cylindrical Grinding*

Diketahui : D = 150 mm

N = 3511 rpm

Kemudian mencari V_s :

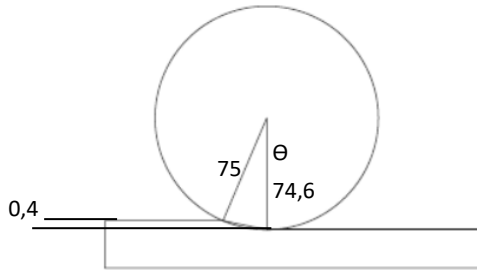
$$V_s = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

$$V_s = \frac{\pi \cdot 150 \cdot 3511}{60}$$

$$V_s = 27.575,32 \text{ mm/s}$$

Beban = 500 gram

- *Depth of Cut* : 0,4 mm



Gambar 4.1 Proses gerinda silindris *depth of cut* 0,4 mm dengan pembebanan 500 gram

Cara mencari luasan sesaat dengan cara menghitung juring lingkaran :

Mencari sudut θ :

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \frac{74,6}{75} \\ \theta &= \cos^{-1} 0,9946 \\ \theta &= 5,92^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Juring} &= \frac{\theta}{360} \cdot \pi \cdot r^2 \\ \text{Luas Juring} &= \frac{5,92}{360} \cdot \pi \cdot 75^2 \\ \text{Luas Juring} &= 290,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dicari h_{eq} :

$$h_{eq} = \frac{Z'}{V_s} = \frac{0,0959}{27.575,32} = 0,003479 \text{ } \mu\text{m}$$

Setelah h_{eq} didapat maka mencari V_{ft} :

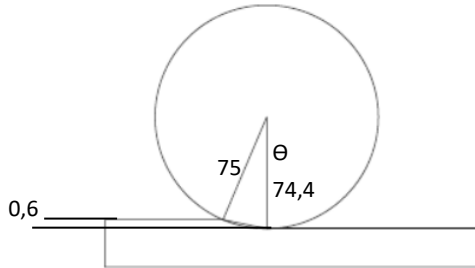
$$\begin{aligned} h_{eq} &= \frac{F_r \cdot V_{ft}}{V_s} \\ 0,003479 &= \frac{400 \cdot V_{ft}}{27.575,32 \cdot 1000} \end{aligned}$$

$$V_{ft} = \frac{3,479 \cdot 27575,32}{400}$$

$$V_{ft} = 239,836 \mu\text{m/s}$$

$$V_{ft} = 0,239836 \text{ mm/s}$$

- *Depth of Cut* : 0,6 mm



Gambar 4.2 Proses gerinda silindris *depth of cut* 0,6 mm dengan pembebanan 500 gram

Cara mencari luasan sesaat dengan cara menghitung juring lingkaran :

Mencari sudut Θ :

$$\cos \theta = \frac{74,4}{75}$$

$$\theta = \cos^{-1} 0,992$$

$$\theta = 7,25^\circ$$

$$\text{Luas Juring} = \frac{\theta}{360} \cdot \pi \cdot r^2$$

$$\text{Luas Juring} = \frac{7,25}{360} \cdot \pi \cdot 75^2$$

$$\text{Luas Juring} = 355,99 \text{ mm}^2$$

Dicari h_{eq} :

$$h_{eq} = \frac{Z'}{V_s} = \frac{0,123}{27.575,32} = 0,004463 \mu\text{m}$$

Setelah h_{eq} didapat maka mencari V_{ft} :

$$h_{eq} = \frac{F_r \cdot V_{ft}}{V_s}$$

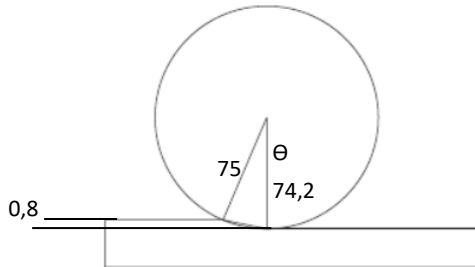
$$0,004463 = \frac{600 \cdot V_{ft}}{27.575,32 \cdot 1000}$$

$$V_{ft} = \frac{27575,32 \cdot 4,463}{600}$$

$$V_{ft} = 205,11 \mu m/s$$

$$V_{ft} = 0,20511 mm/s$$

- *Depth of Cut* : 0,8 mm



Gambar 4.3 Proses gerinda silindris *depth of cut* 0,8 mm dengan pembebanan 500 gram

Cara mencari luasan sesaat dengan cara menghitung juring lingkaran :

Mencari sudut θ :

$$\cos \theta = \frac{74,2}{75}$$

$$\theta = \cos^{-1} 0,9893$$

$$\theta = 8,37^\circ$$

$$\text{Luas Juring} = \frac{\theta}{360} \cdot \pi \cdot r^2$$

$$\text{Luas Juring} = \frac{8,37}{360} \cdot \pi \cdot 75^2$$

$$\text{Luas Juring} = 411,15 mm^2$$

Dicari h_{eq} :

$$h_{eq} = \frac{Z'}{V_s} = \frac{0,1313}{27.575,32} = 0,004764 \cdot \mu m$$

Setelah h_{eq} didapat maka mencari V_{ft} :

$$h_{eq} = \frac{F_r \cdot V_{ft}}{V_s}$$

$$0,004764 \cdot = \frac{800 \cdot V_{ft}}{27.575,32 \cdot 1000}$$

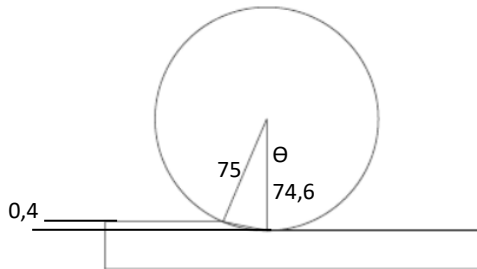
$$V_{ft} = \frac{0,004764 \cdot 27575,32}{800}$$

$$V_{ft} = 164,21 \mu m/s$$

$$V_{ft} = 0,16421 mm/s$$

Beban = 750 gram

- *Depth of Cut* : 0,4 mm



Gambar 4.4 Proses gerinda silindris *depth of cut* 0,4 mm dengan pembebanan 750 gram

Cara mencari luasan sesaat dengan cara menghitung juring lingkaran :

Mencari sudut θ :

$$\cos \theta = \frac{74,6}{75}$$

$$\theta = \cos^{-1} 0,9946$$

$$\theta = 5,92^\circ$$

$$\text{Luas Juring} = \frac{\theta}{360} \cdot \pi \cdot r^2$$

$$\text{Luas Juring} = \frac{5,92}{360} \cdot \pi \cdot 75^2$$

$$\text{Luas Juring} = 290,6 \text{ mm}^2$$

Dicari h_{eq} :

$$h_{eq} = \frac{MRR'}{V_s} = \frac{0,31}{27.575,32} = 0,011244 \text{ } \mu\text{m}$$

Setelah h_{eq} didapat maka mencari V_{ft} :

$$h_{eq} = \frac{F_r \cdot V_{ft}}{V_s}$$

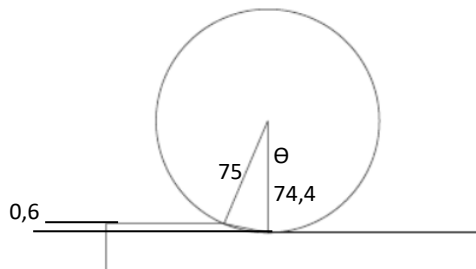
$$0,011244 = \frac{400 \cdot V_{ft}}{27.575,32 \cdot 1000}$$

$$V_{ft} = \frac{11,244 \cdot 27575,32}{400}$$

$$V_{ft} = 775,14 \text{ } \mu\text{m/s}$$

$$V_{ft} = 0,77514 \text{ mm/s}$$

- *Depth of Cut* : 0,6 mm



Gambar 4.5 Proses gerinda silindris *depth of cut* 0,6 mm dengan pembebanan 750 gram

Cara mencari luasan sesaat dengan cara menghitung juring lingkaran :

Mencari sudut Θ :

$$\begin{aligned}\cos \theta &= \frac{74,4}{75} \\ \theta &= \cos^{-1} 0,992 \\ \theta &= 7,25^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas Juring} &= \frac{\theta}{360} \cdot \pi \cdot r^2 \\ \text{Luas Juring} &= \frac{7,25}{360} \cdot \pi \cdot 75^2 \\ \text{Luas Juring} &= 355,99 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

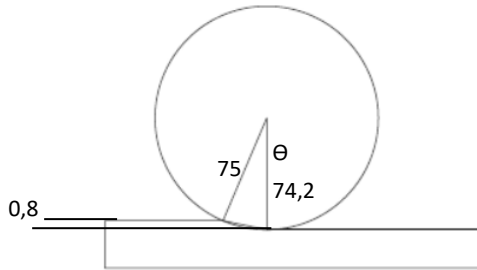
Dicari h_{eq} :

$$h_{eq} = \frac{Z'}{V_s} = \frac{0,3773}{27.575,32} = 0,013684 \mu m$$

Setelah h_{eq} didapat maka mencari V_{ft} :

$$\begin{aligned}h_{eq} &= \frac{F_r \cdot V_{ft}}{V_s} \\ 0,013684 &= \frac{600 \cdot V_{ft}}{27.575,32 \cdot 1000} \\ V_{ft} &= \frac{27575,32 \cdot 13,684}{600} \\ V_{ft} &= 628,9 \mu m/s \\ V_{ft} &= 0,6289 \text{ mm/s}\end{aligned}$$

- *Depth of Cut* : 0,8 mm



Gambar 4.6 Proses gerinda silindris *depth of cut* 0,8 mm dengan pembebanan 750 gram

Cara mencari luasan sesaat dengan cara menghitung juring lingkaran :

Mencari sudut Θ :

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \frac{74,2}{75} \\ \theta &= \cos^{-1} 0,9893 \\ \theta &= 8,37^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Juring} &= \frac{\theta}{360} \cdot \pi \cdot r^2 \\ \text{Luas Juring} &= \frac{8,37}{360} \cdot \pi \cdot 75^2 \\ \text{Luas Juring} &= 411,15 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dicari h_{eq} :

$$h_{eq} = \frac{Z'}{V_s} = \frac{0,4407}{27.575,32} = 0,015984 \cdot \mu m$$

Setelah h_{eq} didapat maka mencari V_{ft} :

$$\begin{aligned} h_{eq} &= \frac{F_r \cdot V_{ft}}{V_s} \\ 0,015984 &= \frac{800 \cdot V_{ft}}{27.575,32 \cdot 1000} \\ V_{ft} &= \frac{0,004764 \cdot 15,984}{800} \end{aligned}$$

$$V_{ft} = 550,95 \mu m/s$$

$$V_{ft} = 0,55095 mm/s$$

4.3 Hasil perhitungan MRR secara teoritis

1. *Depth of Cut* : 0,4 mm

Beban : 500 gram

$$MRR = V_{ft} \cdot w \cdot d$$

$$MRR = 0,239836 \frac{mm}{s} \cdot 10,35 mm \cdot 0,4 mm$$

$$MRR = 0,9929 mm^3/s$$

2. *Depth of Cut* : 0,6 mm

Beban : 500 gram

$$MRR = V_{ft} \cdot w \cdot d$$

$$MRR = 0,20511 \frac{mm}{s} \cdot 10,6 mm \cdot 0,6 mm$$

$$MRR = 1,3044 mm^3/s$$

3. *Depth of Cut* : 0,8 mm

Beban : 500 gram

$$MRR = V_{ft} \cdot w \cdot d$$

$$MRR = 0,16421 \frac{mm}{s} \cdot 10,85 mm \cdot 0,8 mm$$

$$MRR = 1,425 mm^3/s$$

4. *Depth of Cut* : 0,4 mm

Beban : 750 gram

$$MRR = V_{ft} \cdot w \cdot d$$

$$MRR = 0,77514 \frac{mm}{s} \cdot 10,55 mm \cdot 0,4 mm$$

$$MRR = 3,271 mm^3/s$$

5. *Depth of Cut* : 0,6 mm

Beban : 750 gram

$$MRR = V_{ft} \cdot w \cdot d$$

$$MRR = 0,6289 \frac{mm}{s} \cdot 10,85 mm \cdot 0,6 mm$$

$$MRR = 4,094 mm^3/s$$

6. *Depth of Cut* : 0,8 mm
 Beban : 750 gram

$$\text{MRR} = V_{ft} \cdot w \cdot d$$

$$\text{MRR} = 0,55095 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \cdot 10,55 \text{ mm} \cdot 0,8 \text{ mm}$$

$$\text{MRR} = 4,65 \text{ mm}^3/\text{s}$$

4.4 Hasil perhitungan MRR pada pengujian

Pada pengujian ini dimensi benda kerja yang digunakan 40 mm x 17 mm x 25 mm. Sedangkan untuk volume benda kerja yang dilakukan proses penggerindaan 10,625 mm (didapatkan dari hasil lebar rata-rata yang terlampir pada Lampiran 1) x 40 mm dengan variasi variabel 0,4 mm, 0,6 mm, dan 0,8 mm.

1. *Depth of Cut* : 0,4 mm
Cutting time : 2,78 menit

$$\text{MRR} = \frac{\text{Volume benda kerja yang termakan}}{\text{Waktu penggerindaan}}$$

$$\text{MRR} = \frac{10,35 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 0,35 \text{ mm}}{2,78 \text{ min}}$$

$$\text{MRR} = 52,122 \text{ mm}^3/\text{min}$$

$$\text{MRR} = 0,868 \text{ mm}^3/\text{s}$$

2. *Depth of Cut* : 0,6 mm
Cutting time : 3,25 menit

$$\text{MRR} = \frac{\text{Volume benda kerja yang termakan}}{\text{Waktu penggerindaan}}$$

$$\text{MRR} = \frac{10,6 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 0,65 \text{ mm}}{3,25}$$

$$\text{MRR} = 84,8 \text{ mm}^3/\text{min}$$

$$\text{MRR} = 1,413 \text{ mm}^3/\text{s}$$

3. *Depth of Cut* : 0,8 mm
Cutting time : 4,06 menit

$$\text{MRR} = \frac{\text{Volume benda kerja yang termakan}}{\text{Waktu penggerindaan}}$$

$$\text{MRR} = \frac{10,85 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 0,85 \text{ mm}}{4,06 \text{ min}}$$

$$\text{MRR} = 90,862 \text{ mm}^3/\text{min}$$

$$\text{MRR} = 1,514 \text{ mm}^3/\text{s}$$

4. *Depth of Cut* : 0,4 mm

Cutting time : 0,86 menit

$$\text{MRR} = \frac{\text{Volume benda kerja yang termakan}}{\text{Waktu pengerindaan}}$$

$$\text{MRR} = \frac{10,55 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 0,40 \text{ mm}}{0,86 \text{ min}}$$

$$\text{MRR} = 196,279 \text{ mm}^3/\text{min}$$

$$\text{MRR} = 3,27 \text{ mm}^3/\text{s}$$

5. *Depth of Cut* : 0,6 mm

Cutting time : 1,06 menit

$$\text{MRR} = \frac{\text{Volume benda kerja yang termakan}}{\text{Waktu pengerindaan}}$$

$$\text{MRR} = \frac{10,85 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 0,55 \text{ mm}}{1,06 \text{ min}}$$

$$\text{MRR} = 225,188 \text{ mm}^3/\text{min}$$

$$\text{MRR} = 3,753 \text{ mm}^3/\text{s}$$

6. *Depth of Cut* : 0,8 mm

Cutting time : 1,21 menit

$$\text{MRR} = \frac{\text{Volume benda kerja yang termakan}}{\text{Waktu pengerindaan}}$$

$$\text{MRR} = \frac{10,55 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 0,85 \text{ mm}}{1,21 \text{ min}}$$

$$\text{MRR} = 296,446 \text{ mm}^3/\text{min}$$

$$\text{MRR} = 4,94 \text{ mm}^3/\text{s}$$

4.5 Perhitungan Energi Pemotongan pada Pengujian Nilai U pada Aluminium adalah $0,7 \text{ J/mm}^3$

1. *Depth of Cut* : 0,4 mm

Beban : 500 gram

$$P = MRR \cdot U$$

$$E = P \cdot U = MRR \cdot U \cdot t$$

$$E = 0,868 \text{ mm}^3/\text{s} \cdot 0,7 \text{ J/mm}^3 \cdot 2,78 \cdot 60 \text{ s}$$

$$E = 101,347 \text{ J}$$

2. *Depth of Cut* : 0,6 mm

Beban : 500 gram

$$P = MRR \cdot U$$

$$E = P \cdot U = MRR \cdot U \cdot t$$

$$E = 1,413 \text{ mm}^3/\text{s} \cdot 0,7 \text{ J/mm}^3 \cdot 3,25 \cdot 60 \text{ s}$$

$$E = 192,874 \text{ J}$$

3. *Depth of Cut* : 0,8 mm

Beban : 500 gram

$$P = MRR \cdot U$$

$$E = P \cdot U = MRR \cdot U \cdot t$$

$$E = 1,514 \text{ mm}^3/\text{s} \cdot 0,7 \text{ J/mm}^3 \cdot 4,06 \cdot 60 \text{ s}$$

$$E = 258,167 \text{ J}$$

4. *Depth of Cut* : 0,4 mm

Beban : 750 gram

$$P = MRR \cdot U$$

$$E = P \cdot U = MRR \cdot U \cdot t$$

$$E = 3,27 \text{ mm}^3/\text{s} \cdot 0,7 \text{ J/mm}^3 \cdot 0,86 \cdot 60 \text{ s}$$

$$E = 118,112 \text{ J}$$

5. *Depth of Cut* : 0,6 mm

Beban : 750 gram

$$P = MRR \cdot U$$

$$E = P \cdot U = MRR \cdot U \cdot t$$

$$E = 3,753 \text{ mm}^3/\text{s} \cdot 0,7 \text{ J/mm}^3 \cdot 1,06 \cdot 60 \text{ s}$$

$$E = 167,083 \text{ J}$$

6. *Depth of Cut* : 0,8 mm

Beban : 750 gram

$$P = MRR \cdot U$$

$$\begin{aligned}
 E &= P \cdot U = \text{MRR} \cdot U \cdot t \\
 E &= 4,94 \text{ mm}^3/\text{s} \cdot 0,7 \text{ J/mm}^3 \cdot 1,21 \cdot 60 \text{ s} \\
 E &= 251,05 \text{ J}
 \end{aligned}$$

4.6 Analisa hasil perhitungan MRR

Pada analisa perhitungan MRR pada penggerindaan permukaan menggunakan mesin gerinda dengan variabel kedalaman potong 0,4 mm, 0,6 mm, dan 0,8 mm dan variabel pembebanan 500 gram dan 750 gram.

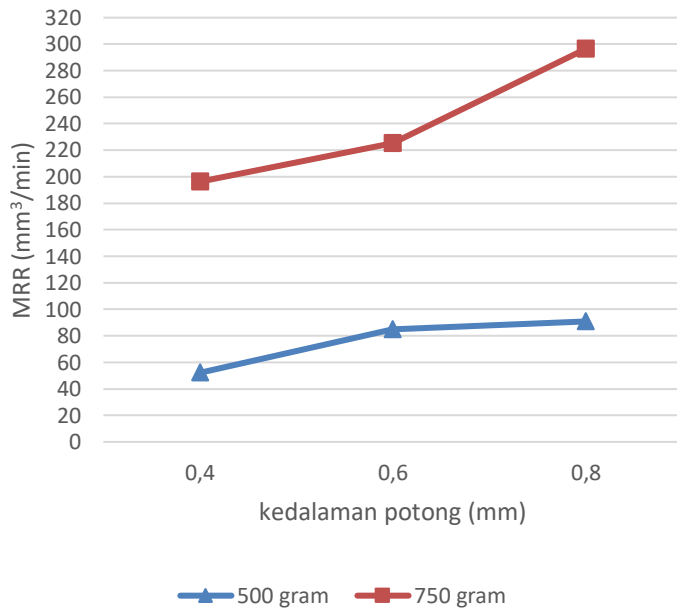
Pada penggerindaan tersebut akan menghasilkan waktu pemotongan dan volume yang tergerinda. Dimana dari kedua data tersebut dapat diperoleh nilai MRR.

Dari hasil tersebut akan menghasilkan nilai MRR yang berbeda-beda. Dimana nilai MRR pada beban yang sama nilai MRR akan semakin besar seiring dengan bertambahnya nilai kedalaman potong. Sedangkan pada kedalaman potong yang sama, nilai MRR akan semakin besar pada pembebanan 750 gram dari pembebanan 500 gram. Hal ini dikarenakan semakin besar massa pembebanan pada mesin gerinda tersebut karena gaya potong yang dihasilkan dari massa beban akan semakin besar. Sehingga waktu pemotongan akan menjadi lebih singkat dari pembebanan 500 gram.

Untuk mempermudah perbandingan antara nilai MRR pada tiap-tiap variabel, maka akan ditampilkan tabel dan grafik.

Tabel 2.4 Nilai MRR

| Nomor | Beban (gram) | Depth of cut (mm) | MRR (mm ³ /min) |
|-------|--------------|-------------------|----------------------------|
| 1. | 500 | 0,4 | 52,122 |
| 2. | | 0,6 | 84,8 |
| 3. | | 0,8 | 90,862 |
| 4. | 750 | 0,4 | 196,279 |
| 5. | | 0,6 | 225,188 |
| 6. | | 0,8 | 296,446 |



Gambar 4.7 Grafik nilai MRR terhadap kedalaman potong

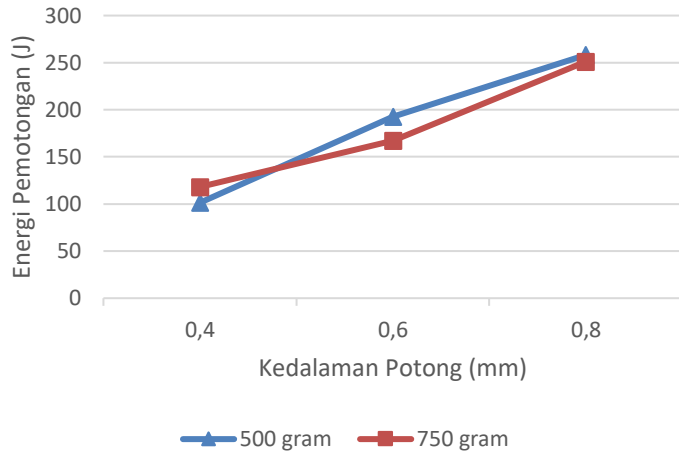
4.7 Analisa energi pemotongan

Pada analisa energi pemotongan yang dihasilkan dari mesin gerinda tersebut dengan variabel kedalaman potong 0,4 mm, 0,6 mm, dan 0,8 mm dengan variabel pembebanan

Dari hasil perhitungan tersebut dapat didapat bahwa energi pemotongan bergantung pada kedalaman potong dan beban pada mesin gerinda tersebut. Sehingga semakin besar kedalaman potong yang diberikan maka akan semakin besar pula energi pemotongan, karena semakin besar sudut kontak benda kerja yang bergesekan dengan batu gerinda. Selain itu, energi pemotongan yang dihasilkan juga akan semakin besar dengan bertambahnya nilai pembebanan yang diberikan pada mesin gerinda. Pembebanan mempengaruhi nilai *feeding*, semakin besar beban maka nilai *feeding* juga akan semakin besar.

Tabel 4.3 Energi Pemotongan

| Nomor | Beban (gram) | <i>Depth of cut</i> (mm) | Energi Pemotongan (J) |
|-------|--------------|--------------------------|-----------------------|
| 1. | 500 | 0,4 | 101,347 |
| 2. | | 0,6 | 192,874 |
| 3. | | 0,8 | 258,167 |
| 4. | 750 | 0,4 | 118,112 |
| 5. | | 0,6 | 167,083 |
| 6. | | 0,8 | 251,05 |



Gambar 4.8 Grafik Gaya Potong terhadap Kedalaman Potong pada beban 500 gram dan 750 gram

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari proses yang telah dijalankan dari pengujian dan perhitungan didapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Nilai MRR yang dihasilkan pada tiap pembebanan tertinggi pada pembebanan 750 gr dengan *depth of cut* 0,8 mm.
2. Waktu pemotongan paling cepat pada penggunaan beban 750 gram dengan kedalaman potong 0,4 mm.
3. Energi pemotongan terbesar pada penggerindaan pada beban 500 gram dengan kedalaman potong 0,8 mm.

5.2 Saran

Dari proses pengujian mesin gerinda permukaan yang telah dipakai untuk pengujian terdapat beberapa kelemahan ,Maka ada beberapa saran untuk memperbaiki pada pengujian mesin gerinda tersebut :

1. Penggunaan *thickness filler feeler gauge* sebagai *depth of cut* agar ketelitian yang digunakan bisa tercapai.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk perhitungan gaya pemotongan pada mesin gerinda ini.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

1. **Gostimirovic, M. dkk.** *Investigaion of The Cutting Forces in Creep-Feed Surface Grinding Process.* 2015
2. **Harryadi, Novry dan Dodi Sofyan Arief.** Pengaruh Variasi Kecepatan Putaran Benda Kerja dan Kedalaman Pemakanan terhadap Kekasaran Permukaan Proses Gerinda Silindris dengan *Center* pada Baja AISI 4140, Universitas Riau. Pekanbaru
3. **Jeevanantham, S dkk.** *Effect of Mchining Parameters on MRR and Surface Roughness in Internal Grinding using EN8, EN31 Steel.* *Kapagam University, 2017*
4. **Kalpakjian, Serope dan Steven R Schmid.** *Manufacturing Processes for Engineering Materials,* New Jersey : Prentice Hall, 2003
5. **Kalpakjian, Serope dan Steven R Schmid.** *Manufacturing Engineering and Technology,* New jersey : Pearson, 2009.
6. **Padmalatha, TSRV, Madhavi Jalli, dan Saraswathamma Konapalli.** *Influence of Process Parameters of Surface Grinding on Maraging Steel.* *Osmania University, 2017*
7. **Rochim, Taufiq** Teori dan Teknologi Proses Pemesinan, Bandung : Higher Education Development Support Project,1993.

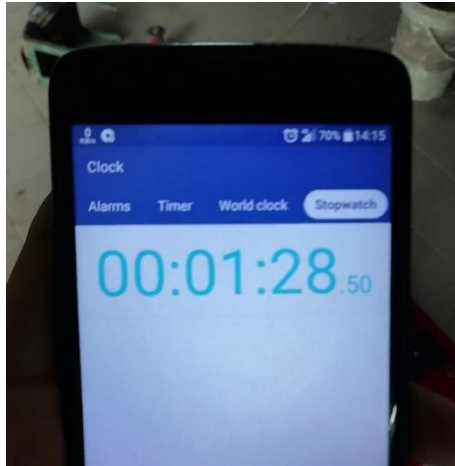
Lampiran 1 Pengukuran lebar benda kerja yang telah digerinda.

| Nomor | Beban (gram) | Depth of cut (mm) | b (mm) |
|---------------|--------------|-------------------|----------|
| 1. | 500 | 0,4 | 10,35 |
| 2. | | 0,6 | 10,6 |
| 3. | | 0,8 | 10,85 |
| 4. | 750 | 0,4 | 10,55 |
| 5. | | 0,6 | 10,85 |
| 6. | | 0,8 | 10,55 |
| Rata-rata b | | | 10,625 |

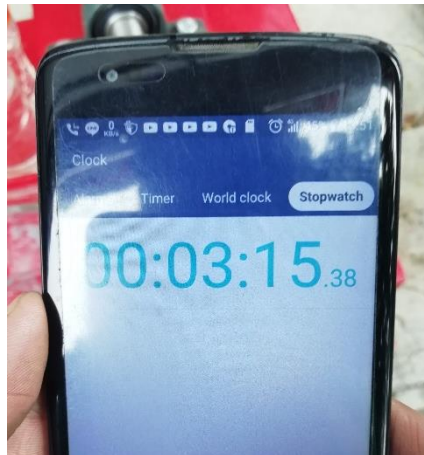
Lampiran 2 Tabel nilai spesifik energi

| Material | Brinell Hardness | Specific Energy U or Unit Power P_u | | Unit Horsepower HP_u hp/(in ³ /min) |
|------------------|------------------|---|-----------------------|--|
| | | N-m/mm ³ | in-lb/in ³ | |
| Carbon steel | 150–200 | 1.6 | 240,000 | 0.6 |
| | 201–250 | 2.2 | 320,000 | 0.8 |
| | 251–300 | 2.8 | 400,000 | 1.0 |
| Alloy steels | 200–250 | 2.2 | 320,000 | 0.8 |
| | 251–300 | 2.8 | 400,000 | 1.0 |
| | 301–350 | 3.6 | 520,000 | 1.3 |
| | 351–400 | 4.4 | 640,000 | 1.6 |
| Cast irons | 125–175 | 1.1 | 160,000 | 0.4 |
| | 175–250 | 1.6 | 240,000 | 0.6 |
| Stainless steel | 150–250 | 2.8 | 400,000 | 1.0 |
| Aluminum | 50–100 | 0.7 | 100,000 | 0.25 |
| Aluminum alloys | 100–150 | 0.8 | 120,000 | 0.3 |
| Brass | 100–150 | 2.2 | 320,000 | 0.8 |
| Bronze | 100–150 | 2.2 | 320,000 | 0.8 |
| Magnesium alloys | 50–100 | 0.4 | 60,000 | 0.15 |

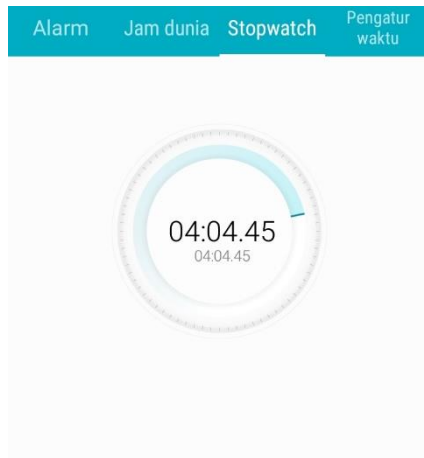
Lampiran 3 Waktu Pemotongan kedalaman potong 0,4 mm dengan beban 500 gram.



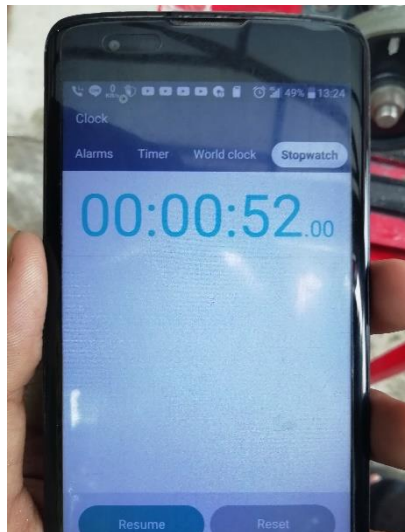
Lampiran 4 Waktu Pemotongan kedalaman potong 0,6 mm dengan beban 500 gram.



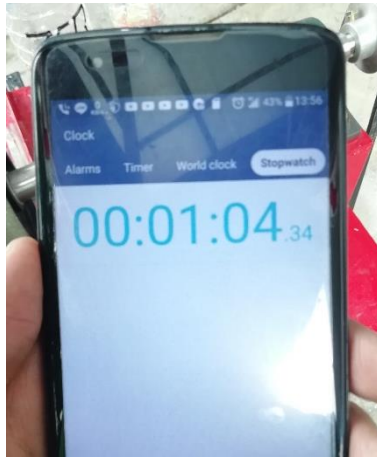
Lampiran 5 Waktu Pemotongan kedalaman potong 0,8 mm dengan beban 500 gram.



Lampiran 6 Waktu Pemotongan kedalaman potong 0,4 mm dengan beban 750 gram.



Lampiran 7 Waktu Pemotongan kedalaman potong 0,6 mm dengan beban 750 gram.



Lampiran 8 Waktu Pemotongan kedalaman potong 0,8 mm dengan beban 750 gram.



Lampiran 9 Massa beban 500 gram yang digunakan diukur dengan timbangan



Lampiran 10 Massa beban 750 gram yang digunakan diukur dengan timbangan



Lampiran 11 Hasil benda kerja setelah pengerindaan



Lampiran 12 Hasil benda kerja setelah penggerindaan



(halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Surabaya pada tanggal 3 Maret 1997 dengan nama Hendryan Sandwityanto, anak kedua dari tiga bersaudara. Pendidikan formal yang telah ditempuh yaitu SD Santo Carolus, SMP Santo Carolus, SMA Santo Carolus, kemudian melanjutkan studinya di Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Penulis juga pernah melaksanakan Kerja Praktik di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang, yang bergerak dalam bidang pembuatan pupuk.

Penulis aktif diberbagai kegiatan dalam kampus di Departemen Teknik Mesin Industri. Pernah mengikuti Pelatihan Karya Tulis Ilmiah 2015 dan Pelatihan Pra-TD (Tingkat Dasar) 2016. Selain itu banyak pula pelatihan dan event – event dalam lingkup jurusan, fakultas, institut yang diikutinya baik event akademis maupun non-akademis selama menjadi mahasiswa aktif di lingkungan ITS.