



**PENGARUH VARIASI CAMPURAN CAIRAN PENDINGIN  
TERHADAP KONSUMSI ENERGI DAN KEKASARAN  
PERMUKAAN A1 6061 PADA PROSES  
BUBUT KASAR**

**SKRIPSI**

Oleh  
**Luki Agung Prayitno**  
**NIM 1119101013**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**



**PENGARUH VARIASI CAMPURAN CAIRAN PENDINGIN  
TERHADAP KONSUMSI ENERGI DAN KEKASARAN  
PERMUKAAN A1 6061 PADA PROSES  
BUBUT KASAR**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Mesin (S1)  
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh  
**Luki Agung Prayitno**  
**NIM 111910101013**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

## **PERSEMBAHAN**

Dengan mengucap puji syukur kepada Allah SWT dengan segala kerendahan hati skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Keluargaku, Ayahanda tercinta Suyanto dan Ibunda tercinta Siti Kalimah atas segala do'a, dukungan semangat dan kasih syangnya. Saudaraku tersayang Nevi Mivchal Nurvianti dan Nanda Yusi Rohmahita atas semangat serta motivasi yang mereka berikan selama saya menyelesaikan skripsi. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta membalas semua kebaikan yang telah kalian lakukan.
2. Semua guruku dari Sekolah Dasar sampai Perguruan Tinggi yang saya hormati, yang telah memberikan ilmu, mendidik, dan membimbingku dengan penuh rasa sabar.
3. Almamaterku Universitas Jember yang aku cintai dan aku banggakan;

**MOTTO**

“Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan shalatmu sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

(Al-Baqarah: 153)

“Apabila kamu di waktu sore, jangan menunggu pagi, jika kamu di waktu pagi jangan menunggu sore, pergunakanlah kesehatanmu untuk persiapan sakitmu dan pergunakanlah hidupmu untuk persiapan matimu”

(H.R. Bukhari)

“Tidak ada baiknya kebaikan yang tidak terus, sedangkan keburukan yang tidak terus lebih baik dari pada kebaikan yang tidak terus”

(KH. Musthofa Bisri)

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Luki Agung Prayitno

NIM : 111910101013

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul: “**Pengaruh Variasi Campuran Cairan Pendingin Terhadap Konsumsi Energi dan Kekasaran Permukaan Al 6061 Pada Proses Bubut Kasar**“ adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 20 Oktober 2015

Yang menyatakan,

Luki Agung Prayitno

NIM 111910101013

**SKRIPSI**

**PENGARUH VARIASI CAMPURAN CAIRAN PENDINGIN  
TERHADAP KONSUMSI ENERGI DAN KEKASARAN  
PERMUKAAN AI 6061 PADA PROSES  
BUBUT KASAR**

Oleh

Luki Agung Prayitno  
NIM. 111910101013

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Ahmad Syuhri, M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Dedi Dwilaksana, S.T.,M.T



**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Pengaruh Variasi Campuran Cairan Pendingin Terhadap Konsumsi Energi dan Kekasaran Permukaan Al 6061 Pada Proses Bubut Kasar” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : Jum’at 20 Oktober 2015

Tempat : Ruang Ujian Dekanat Fakultas Teknik

Tim Penguji

Ketua,

Sekretaris,

Ir. Ahmad Syuhri, M.T.  
NIP 19670123 199702 1 001

Dedi Dwi Laksana, S.T.,M.T.  
NIP 19700807 200212 1 001

Anggota I,

Anggota II,

Hari Arbiantara B, S.T. M.T.  
NIP 19670924 199412 1 001

Ahmad Adib Rosyadi, S.T.,M.T.  
NIP 19850117 201212 1 001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Jember,

Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP 19610414 19802 1 001

## RINGKASAN

**Pengaruh Variasi Campuran Cairan Pendingin Terhadap Konsumsi Energi Dan Kekasaran Permukaan Al 6061 Pada Proses Bubut Kasar;** Luki Agung Prayitno, 111910101013; 2015: 43 Halaman: Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Satu pertimbangan penting dalam hal produksi adalah pengurangan konsumsi energi. Dengan mengurangi konsumsi energi pada proses permesinan akan memberikan kontribusi dalam pengurangan konsumsi energi pada proses produksi. Disisi lain, pada proses produksi harus memperhatikan dalam hal kualitas produk. Kualitas produk dipengaruhi beberapa faktor penentu, salah satunya yaitu cairan pendingin (*coolant*). Cairan pendingin mempunyai kegunaan khusus dalam proses permesinan. Selain untuk memperpanjang umur pahat, cairan pendingin juga terbukti dapat memperhalus permukaan benda kerja hasil produksi.

Dalam penelitian ini meneliti tentang pengaruh variasi cairan pendingin terhadap konsumsi energi dan kekasaran permukaan Al 6061. Cairan pendingin yang digunakan yaitu cairan emulsi minyak goreng curah dengan perbandingan 1:20, 1:30, 1:40 dan cairan pembersih dromus perbandingan 1:30. Penelitian dilakukan di Laboratorium Permesinan dan Laboratorium Uji Bahan fakultas teknik Universitas Jember.

Dari hasil penelitian didapat bahwa semakin banyak nilai volume minyak didalam air yaitu pada perbandingan emulsi minyak goreng 1:20 menghasilkan nilai konsumsi energi dan kekasaran permukaan paling rendah. Hal ini disebabkan karena perbandingan 1:20 memiliki viskositas cairan paling tinggi yang mengakibatkan penurunan gaya gesek dan gaya potong sehingga konsumsi energi dan kekasaran permukaan menurun. Nilai konsumsi energi paling rendah yaitu 14,308 kW dan nilai kekasaran permukaan terendah 0,584  $\mu\text{m}$ .



## SUMMARY

**The Influences Of Coolant Liquid Mixture Variety To The Wear A Consumption Energy And Roughness Surface Al 6061 On The Process Of Roughing;** Luki Agung Prayitno, 111910101013; 2015; 69 Pages; Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

One important consideration in terms of production is the reduction of energy consumption. By reducing energy consumption in the machining process will contribute to the reduction of energy consumption in the production process. On the other hand, the production process should pay attention in terms of product quality. The quality of the products affected by several determinants, one of which is the coolant (coolant). The coolant has a special use in the machining process. In addition to extending tool life, coolant also proven to smooth the surface of the workpiece production.

In this study examines the effect of variations of coolant on energy consumption and the surface roughness of Al 6061. coolant used is liquid cooking oil emulsion with perbandingan 1:20, 1:30, 1:40 and 1:30 of liquid benchmark comparisons dromus. The study was conducted at the Laboratory of Machinery and Materials Testing Laboratory engineering faculty of the University of Jember.

The result is that the more the value of the volume of oil in the water that is in the ratio of 1:20 produces cooking oil emulsion energy consumption and the value of most low surface roughness. This is because the ratio of 1:20 has the highest viscosity fluids which resulted in a decrease in frictional force and cutting force so that the energy consumption and decreasing surface roughness. The value of the lowest energy consumption is 14.308 kW and low surface roughness value of 0.584  $\mu\text{m}$ .

## PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ Pengaruh Variasi Campuran Cairan Pendingin Terhadap Konsumsi Energi dan Kekasaran Penukaran Al 6061 pada Proses Bubut Kasar”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Bapak Hari Arbiantara, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember;
3. Bapak Hary Sutjahjono, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember;
4. Bapak Mahros Darsin, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan pengarahan selama masa kuliah;
5. Bapak Ir. Ahmad Syuhri, M.T. selaku Dosen Pembimbing I, yang telah banyak membantu proses terselesaikannya penulisan skripsi;
6. Bapak Dedi Dwi Laksana, S. T., M. T. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah banyak membantu proses terselesaikannya penulisan skripsi;
7. Bapak Hari Arbiyantara, S.T.,M.T. selaku Dosen Penguji I, yang telah banyak membantu proses terselesaikannya penulisan skripsi;
8. Bapak Ahmad Adib Rosyadi, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II, yang telah banyak membantu proses terselesaikannya penulisan skripsi;

9. Mbak Halimah yang selalu sabar dalam membantu penyelesaian administrasi selama penyelesaian skripsi;
10. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember;
11. Kedua Orangtuaku, ayahanda Suyanto dan Ibunda Siti Kalimah serta kakak tercinta Nevi Mivchal Nurvianti dan adik tercinta Nanda Yusi Rohmahita;
12. Seluruh teman-teman teknik mesin 2011 Mbah Tito, Arip Ngipret, Pak Wo, mar'iy, Sofyan Hadi, Bangkit, Pak Ketan Ihsan dan dulur-dulur bedebah lainnya yang tidak bisa disebutkan satu persatu;
13. Keluarga besar mafia sholat jember Mas Isnani, Mbah Firman, Dimas, Nandex, Dhofar, Peno, Danang, Mas Abel, Giant dan semuanya yang telah memberikan motivasi dan semangat selama penyelesaian skripsi.
14. Dulur kontrakan Wendy, Ega, Fandi, Dio yang selalu memberikan dorongan serta keceriaan selama penyusunan sekripsi;
15. Sahabatku Teguh Ari Cahyono, S.T. yang senantiasa sabar dalam mendengarkan keluh kesahku serta memberikan semangat selama penyusunan sekripsi;
16. Teman-teman beserta seluruh pihak yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam pelaksanaan skripsi ini.

Skripsi ini disusun berdasarkan data-data yang diperoleh dari studi pustakan dan studi lapang serta uji coba yang dilakukan, walaupun ada kekurangan itu diluar kemampuan saya sebagai penulis. Oleh karena itu penulis senantiasa terbuka untuk menerima kritik dan saran dalam upaya penyempurnaan skripsi ini.

Jember, 20 Oktober 2015

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>SUMMARY</b> .....	ix
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	2
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Proses Permesinan</b> .....	4
<b>2.2 Mesin Bubut</b> .....	4
2.2.1 Bagian Utama Mesin Bubut.....	4
2.2.2 Proses Bubut .....	5
<b>2.3 Karakteristik Pahat Bubut</b> .....	10
<b>2.4 Cairan Pendingin</b> .....	11
2.4.1 Jenis Cairan Pendingin .....	12

2.4.2 Metode Pendinginan.....	14
<b>2.5 Minyak Goreng Curah .....</b>	<b>15</b>
<b>2.6 Material Aluminium .....</b>	<b>15</b>
2.6.1 Pengertian Aluminium.....	16
2.6.2 Aluminium 6061 .....	16
<b>2.7 Kekasaran Permukaan .....</b>	<b>17</b>
2.7.1 Kekasaran Permukaan.....	17
2.7.2 Parameter Kekasaran Permukaan .....	17
<b>2.8 Hipotesis .....</b>	<b>20</b>
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Metode Penelitian.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Tempat dan Waktu .....</b>	<b>21</b>
<b>3.3 Alat dan Bahan .....</b>	<b>21</b>
3.1.1 Alat.....	21
3.1.2 Bahan.....	22
<b>3.4 Variabel Pengukuran.....</b>	<b>23</b>
3.4.1 Variabel Bebas .....	23
3.4.2 Variabel Terikat .....	23
<b>3.5 Pelaksanaan Penelitian .....</b>	<b>23</b>
3.5.1 Prosedur Proses Bubut.....	23
3.5.2 Pengambilan Data Konsumsi Energi.....	24
3.5.3 Pengujian Kekasaran .....	25
3.5.4 Penyimpanan Data.....	26
<b>3.6 Metode Pengolahan Data.....</b>	<b>27</b>
3.6.1 Analisa Data.....	27
<b>3.7 Flowchart Penelitian .....</b>	<b>28</b>
<b>3.8 Rencana Jadwal Penelitian.....</b>	<b>29</b>
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1 Hasil Konsumsi Energi.....</b>	<b>30</b>



<b>4.2 Analisis dan Pembahasan Konsumsi Energi .....</b>	<b>32</b>
4.2.1 Analisis Konsumsi Energi .....	32
4.2.2 Pembahasan Konsumsi Energi .....	32
<b>4.3 Hasil Kekasaran Permukaan .....</b>	<b>34</b>
<b>4.4 Analisis dan Kekasaran Permukaan.....</b>	<b>36</b>
4.4.1 Analisis Kekasaran Permukaan .....	36
4.4.2 Pembahasan Kekasaran Permukaan .....	37
<b>BAB 5. PENUTUP .....</b>	<b>40</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>40</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>41</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Kecepatan Potong Yang Dianjurkan Untuk Pahat HSS .....	9
2.2 Kecepatan Pemakanan Pahat HSS .....	10
2.3 Standarisasi Simbol Nilai Kekasaran .....	19
2.4 Tingkat Kekasaran Rata-Rata Permukaan Menurut Proses Pengerjaannya .....	20
3.1 Pengukuran Konsumsi Energi .....	26
3.2 Pengukuran Kekasaran Permukaan.....	26
3.3 Rencana Jadwal Penelitian .....	29
4.1 Daya Listrik .....	31
4.2 Nilai Konsumsi Energi .....	31
4.3 Hasil Analisis ANOVA Konsumsi Energi .....	32
4.4 Data Pengujian Kekasaran Permukaan .....	35
4.5 Nilai Rata-rata Kekasaran Permukaan .....	36
4.6 Analisis Kekasaran Permukaan .....	36

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Mesin Bubut ( <i>Lathe</i> ) .....	5
2.2 Eretan ( <i>Carige</i> ) .....	5
2.3 Penjepit Pahat ( <i>Tool Post</i> ) .....	6
2.4 Kran Pendingin .....	7
2.5 Proses Bubut .....	9
2.6 Posisi Cairan Berada Antara Benda Kerja Dan Pahat .....	15
2.7 Profil Permukaan.....	18
3.1 Pahat Tipe HSS .....	22
3.2 Benda Kerja .....	22
3.3 Gambar Benda Kerja Setelah diproses Bubut.....	24
3.4 <i>Power Analyzer</i> .....	24
3.5 <i>TR220 Portable Roughness Tester</i> .....	25
3.6 Pengujian Kekasaran Permukaan.....	26
4.1 Pemasangan <i>Power Analyzer</i> Pada Sumber Listrik Mesin Bubut .....	30
4.2 Grafik Hubungan Antara Variasi Campuran Cairan Pendingin dengan Konsumsi Energi .....	33
4.3 Posisi Pengambilan Data Kekasaran Permukaan.....	34
4.4 Proses Pengambilan Data Kekasaran Permukaan .....	34
4.5 Grafik Variasi Campuran Cairan Pendingin Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan ( $R_a$ ) .....	38
4.6 Bram Hasil Pembubutan yang Melilit Pada Permukaan Benda Kerja .....	39

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan IPTEK menuntut industri manufaktur harus mampu bersaing dalam beberapa faktor penting, seperti peningkatan kualitas produk, kecepatan proses manufaktur, penurunan biaya produksi, produksi yang aman dan ramah lingkungan, (Nugroho *et al.*, 2012).

Satu pertimbangan penting dalam hal produksi adalah pengurangan konsumsi energi. Dengan mengurangi konsumsi energi pada proses permesinan akan memberikan kontribusi dalam pengurangan konsumsi energi pada proses produksi. Sebuah syarat dalam menargetkan pengurangan energi dalam proses permesinan adalah dengan menentukan total energi yang digunakan selama mesin beroperasi. (Munir, 2013)

Disisi lain, pada proses produksi harus memperhatikan dalam hal kualitas produk. Kualitas produk dipengaruhi beberapa faktor penentu, salah satunya yaitu cairan pendingin (*coolant*). Cairan pendingin mempunyai kegunaan khusus dalam proses permesinan. Selain untuk memperpanjang umur pahat, cairan pendingin juga terbukti dapat memperhalus permukaan benda kerja hasil produksi. Seperti halnya yang disampaikan Nuret *et al.*(2008) bahwa cairan pendingin pada proses permesinan sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan benda kerja sehingga dapat meningkatkan kualitas produk. Juga Rochim (2007) menyatakan bahwa dalam beberapa kasus, cairan pendingin juga dapat berfungsi sebagai pelumas untuk mengurangi gaya potong dan memperhalus permukaan. Salah satu cairan pendingin yang biasa digunakan yaitu cairan emulsi, campuran dari air dan minyak. Cairan pendingin dari minyak (dan kombinasi/turunannya) mempunyai daya lumas dan daya

lindung terhadap korosi yang paling tinggi dibandingkan dengan cairan pendingin lainnya.

Cairan pendingin yang sering digunakan dalam proses produksi, baik skala besar maupun kecil yaitu salah satunya cairan dromus. Cairan dromus merupakan cairan yang berasal dari bahan mineral yang sifatnya tidak dapat diperbaharui. Semakin tinggi tingkat pemakaiannya maka akan semakin cepat habis juga akan ketersediaannya. Oleh karena itu dibutuhkan cairan alternatif yang dapat diperbaharui, seperti halnya cairan pendingin yang berasal dari minyak nabati yang minimalnya memiliki kualitas setara dengan cairan komersil yang sudah ada (dromus) dengan cara menguji kualitas cairan pendingin pengaruhnya terhadap konsumsi energi dan kekasaran permukaan Al 6061 pada pengerjakan bubut kasar (*roughing*).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh variasi campuran cairan pendingin (cairan emulsi minyak goreng curah) terhadap konsumsi energi dan kekasaran permukaan aluminium 6061 pada proses bubut kasar.

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak membahas reaksi kimia yang terjadi pada cairan pendingin.
2. Pengamatan pada benda kerja dilakukan sebatas pada kekasaran permukaan dan konsumsi energi pada proses permesinan.
3. Tidak mengamati proses terjadinya geram.
4. Debit cairan pendingin yang digunakan konstan, sebesar 0,01 L/s.
5. Tidak mengamati getaran selama proses permesinan.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian kali ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi campuran cairan pendingin terhadap konsumsi energi dan kekasaran permukaan Aluminium 6061 pada proses bubut kasar.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, diantaranya adalah:

1. Memberikan alternatif cairan pendingin yang lebih mudah untuk didapatkan,
2. dapat memberikan informasi penting kepada pelaku industri khususnya industri rekayasa manufaktur,
3. diharapkan dapat memberi kontribusi pada pendidikan berupa informasi dari hasil penelitian yang dapat dijadikan bahan rujukan.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Proses Permesinan

Poses permesinan merupakan proses pembentukan dengan menggunakan pahat yang bergerak relatif terhadap benda kerja. Pahat bekerja dengan cara menyayat permukaan benda kerja secara perlahan yang menghasilkan geram dan akan terbentuk menjadi komponen atau bentuk yang dikehendaki. Proses pemotongan untuk membentuk suatu produk dengan ukuran tertentu, dapat diartikan sebagai proses pemotongan dengan memilih *tool* yang disesuaikan dengan jenis pemotongan dari suatu ukuran tertentu menjadi ukuran yang dikehendaki. *Tool* yang digunakan dipasang pada suatu jenis mesin perkakas dan dapat merupakan salah satu dari jenis pahat/ perkakas potong disesuaikan dengan cara pemotongan dan bentuk akhir produk.

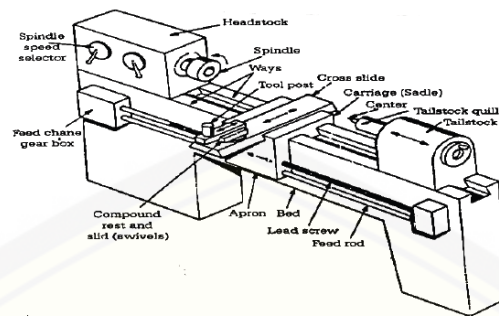
Pemotongan benda kerja menimbulkan gesekan antara kontak benda kerja dengan pahat. Semakin besar nilai gesekan yang dihasilkan akan mempengaruhi gaya potong yang terjadi. Dengan ini dibutuhkan media pelumas untuk menurunkan angka gesekan agar gaya potong yang terjadi dapat diturunkan. Media yang digunakan berupa cairan pendingin yang memiliki fungsi sebagai pendingin dan pelumas (Rochim, 2007).

### 2.2 Mesin Bubut

#### 2.2.1 Bagian Utama Mesin Bubut

Mesin bubut (*turning machine*) adalah suatu jenis mesin perkakas yang dalam proses kerjanya bergerak memutar benda kerja dan menggunakan mata potong pahat sebagai alat untuk menyayat benda kerja tersebut. Mesin bubut merupakan salah satu mesin proses produksi yang dipakai untuk membentuk benda kerja yang berbentuk silinder. Prinsipnya mesin bubut bekerja dengan cara benda kerja berputar, pahat menyayat bagian permukaan yang akan dilakukan pengurangan diameter dengan cara berputar.





Gambar 2.1 Mesin Bubut (*Lathe*)  
(Rochim, 2007:12)

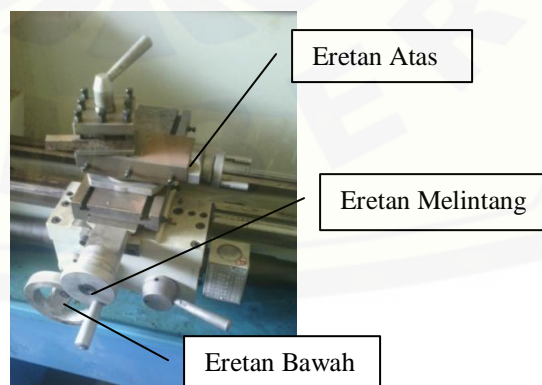
Adapun bagian-bagian dari mesin bubut konvensional adalah sebagai berikut:

1. Motor utama

Motor utama merupakan sumber penggerak dari mesin bubut yang berfungsi untuk memutar benda kerja. Motor yang biasa digunakan adalah jenis motor arus searah (DC) dengan kecepatan putar yang variabel.

2. Eretan

Eretan (*carriage*) terdiri atas eretan memanjang (*longitudinal carriage*) yang bergerak ke arah sepanjang alas mesin, eretan melintang (*cross carriage*) yang arah geraknya melintang terhadap alas mesin dan eretan atas (*top carriage*), eretan yang bergerak sesuai dengan posisi penyetulan diatas yang mana dapat digerakan membentuk arah sudut yang dikehendaki.



Gambar 2.2 Eretan (*carrige*)

### 3. Cekam (*Chuck*)

Cekam adalah sebuah alat yang digunakan untuk menjepit benda kerja. Terdapat beberapa jenis cekam diantaranya cekam dengan tiga rahang sepusat dan ada juga cekam dengan tiga dan empat rahang yang tidak terpusat. Cekam dengan rahang terpusat digunakan untuk benda-benda silindris, dimana gerak dari ketiga rahang secara bersamaan pada saat dikencangkan maupun dibuka. Sedangkan cekam dengan rahang yang tidak terpusat biasa digunakan untuk benda-benda yang tidak silindris, atau biasa digunakan untuk pembuatan bentuk eksentrik. Cekam ini setiap rahang bergerak secara sendiri-sendiri pada saat dikencangkan atau dibuka.

### 4. Kepala lepas

Kepala lepas adalah bagian yang biasanya digunakan untuk penyangga pada pembubutan benda yang memiliki dimensi yang panjang, atau juga biasanya digunakan sebagai pemasangan mata bor pada saat proses drill pada mesin bubut.

### 5. Penjepit pahat (*tool post*)

Penjepit pahat merupakan bagian dimana pahat diletakan. Fungsinya sebagai pemegang pahat, yang bentuknya ada beberapa macam diantaranya seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3. jenis ini sangat praktis dan dapat menjepit 4 pahat sekaligus dalam suatu pengerjaan yang membutuhkan 4 jenis pahat potong.



Gambar 2.3 Penjepit Pahat (*Tool Post*)

## 6. Kran pendingin

Kran pendingin digunakan untuk menyalurkan cairan pendingin (*callant*) kepada benda kerja yang sedang dibubut dengan tujuan untuk mendinginkan pahat dan melumasi gesekan antara benda kerja dan pahat.



Gambar 2.4 Kran Pendingin

### 2.2.2 Proses Bubut

Proses bubut (*turning*) merupakan salah satu proses permesinan konvensional dengan prinsip kerja, benda berputar/dirotasi dengan kecepatan tertentu bersamaan dengan dilakukannya proses pemakanan oleh pahat yang digerakkan secara translasi sejajar dengan sumbu putar dari benda kerja. Gerakan putar dari benda kerja disebut gerak potong relatif dan gerakan translasi dari pahat disebut gerak umpan (*feeding*) (Wijayanto dan Estriyanto, 2005).

Sebab-sebab yang paling memegang peranan digunakannya mesin bubut :

- 1) Banyak bagian konstruksi mesin (poros, sumbu, pasak, tabung, badan roda, sekrup dan sebagainya) dan juga perkakas (alat meraut, bor, kikir, pembenam dan sebagainya) menurut bentuk dasarnya merupakan benda putar (benda rotasi). Untuk membuat benda kerja ini sering digunakan cara pembubutan.
- 2) Perkakas bubut relatif sederhana dan karenanya juga murah.
- 3) Proses pembubutan menelusup serpih secara tak terputus sehingga daya sayat yang baik dapat dicapai.

Proses bubut merupakan suatu proses pembentukan benda kerja dengan mengerjakan permukaan luar yang silindris, permukaan konis, permukaan dalam silindris ataupun konis. Harga putaran poros utama ( $n$ ) dan gerak makan ( $f$ ) dapat

dipilih dan umumnya dibuat bertingkat, dengan aturan yang telah distandarkan. Untuk mesin bubut dengan putaran motor variabel, ataupun dengan sistem transmisi variabel, kecepatan putaran poros utama tidak lagi bertingkat melainkan berkesinambungan. Untuk itu perlu dipahami lima elemen dasar proses permesinan (Rochim, 2007:11), yaitu:

- a. Kecepatan potong (*cutting speed*) :  $v$  (m/min)
- b. Kecepatan makan (*feeding speed*) :  $vf$  (mm/min)
- c. Kedalaman potong (*depth of cut*) :  $a$  (mm)
- d. Waktu pemotongan (*cutting time*) :  $tc$  (min)
- e. Kecepatan penghasil geram (*rate of metal removal*) :  $Z$  (cm<sup>3</sup>/min)

Elemen proses pemesinan tersebut dihitung berdasarkan dimensi benda kerja dan jenis pahat yang digunakan serta besaran mesin perkakas.

Elemen dasar dari proses bubut dapat diketahui atau dihitung dengan persamaan-persamaan sebagai berikut (Rochim, 2007:13):

1. kecepatan potong

$$v = \frac{\pi dn}{1000} \text{ (m/min)}$$

$$\text{Dimana : } d = \frac{d_o + d_m}{2} \text{ (mm)}$$

2. kecepatan makan

$$vf = f.n \text{ (mm/min)}$$

3. Waktu pemotongan

$$tc = lt/vf \text{ (min)}$$

4. Kecepatan penghasil geram

$$Z = A. v \text{ (cm}^3\text{/min)}$$

$$\text{Dimana, penampang geram sebelum terpotong } A = f.a \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$\text{Maka, } Z = f. a \text{ (cm}^3\text{/min)}$$

Dimana:

$$f = \text{gerak makan (mm/rev)}$$

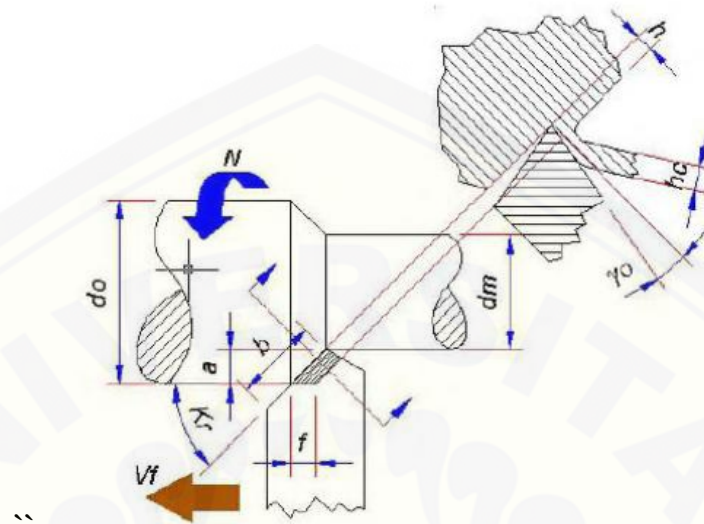
$$n = \text{putaran spindel (rpm)}$$

$$a = \text{kedalaman potong (mm)}$$



$d$  = diameter rata-rata (mm)

$l_t$  = panjang pemotongan (mm)



Gambar 2.5 Proses Bubut (*Turning*)

(Rochim, 2007:12)

Dari beberapa rumus di atas, dalam menentukan besarnya putaran spindle pada proses bubut mengacu pada standart kecepatan potong yang ditentukan dari jenis pahat dan material yang digunakan. Adapun tabel kecepatan potong adalah sebagai berikut:

Tabel 2.1 kecepatan potong yang dianjurkan untuk pahat HSS

KECEPATAN POTONG YANG DIANJURKAN UNTUK PAHAT HSS						
MATERIAL	PEMBUBUTAN DAN PENGEBORAN				PENGULIRAN	
	PEKERJAAN KASAR		PEKERJAAN PENYELESAIAN		m/min	ft/min
	m/m enit	ft/mi n	m/mi n	ft/min		
Baja mesin	27	90	30	100	11	35
Baja perkakas	21	70	27	90	9	30
Besi tuang	18	60	24	80	8	25
Perunggu	27	90	30	100	8	25
Aluminium	61	200	93	300	18	60

Sumber: Efendi

Tabel 2.2 Kecepatan Pemakanan Pahat HSS

Pemakanan yang disarankan untuk pahat HSS				
Material	Pekerjaan kasar		Pekerjaan penyelesaian	
	Milimeter permenit	Inch permenit	milimeter permenit	inch permenit
Baja mesin	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Baja perkakas	0,25-0,50	0,010-0,020	0,07-0,25	0,003-0,010
Besi tuang	0,40-0,65	0,015-0,025	0,13-0,30	0,005-0,012
Perunggu	0,40-0,65	0,015-0,025	0,07-0,25	0,003-0,010
Aluminium	0,40-0,75	0,015-0,030	0,13-0,25	0,005-0,010

Sumber: Efendi

### 2.3 Karakteristik Pahat Bubut

Pahat bubut adalah salah satu alat yang berfungsi untuk memotong atau menyayat (removal) benda kerja yang terpasang terhadap bentuk yang diinginkan. Berbagai bentuk penyayatan ini ditentukan oleh jenis, bahan dan bentuk pahat. Untuk menjamin proses berlangsungnya penyayatan diperlukan material pahat yang lebih unggul daripada material benda kerja. Keunggulan yang dimaksud meliputi:

1. Kekerasan; yang cukup tinggi melebihi kekerasan benda kerja tidak saja pada temperatur ruang melainkan juga pada temperatur tinggi,
2. Keuletan; yang cukup besar untuk menahan beban kejut yang terjadi sewaktu permesinan,
3. Ketahanan beban kejut termal; diperlukan bila terjadi perubahan temperatur yang cukup besar secara berkala,
4. Sifat adhesi yang rendah; untuk mengurangi afinitas benda kerja terhadap pahat, mengurangi laju keausan, serta penurunan gaya pemotongan,
5. Daya larut elemen/komponen material pahat yang rendah; dibutuhkan untuk mengurangi laju keausan akibat dari mekanisme difusi.

Adapun jenis-jenis material pahat yang umum digunakan adalah salah satunya pahat HSS (*High Speed Steel*). HSS merupakan pahat baja potong cepat yang berdasarkan standard DIN 17007, AISI M41 pahat ini memiliki komposisi yaitu 0,92 % C, 4 % Cr, 5 % Mo, 1,8 V, 5 % Co, dan 6,5 % W dengan kekerasan berkisar antara 54 sampai dengan 56 HRC. Pahat ini umumnya digunakan untuk



pembubutan bahan yang berkadar karbon rendah sampai dengan sedang dan cocok untuk bahan-bahan yang bukan logam. (Sukandar dan Sukma, 2009).

#### 2.4 Cairan Pendingin

Cairan pendingin mempunyai kegunaan yang khusus dalam proses pemesinan. Selain untuk memperpanjang umur pahat, cairan pendingin dalam beberapa kasus mampu menurunkan gaya potong dan memperhalus permukaan produk hasil pemesinan. Selain itu, cairan pendingin juga berfungsi sebagai pembersih/pembawa geram dan melumasi elemen pembimbing (*ways*) mesin perkakas serta melindungi benda kerja dan komponen mesin dari korosi. Bagaimana cairan pendingin itu bekerja pada daerah kontak antara geram dengan pahat, sebenarnya belumlah diketahui secara pasti mekanismenya. Secara umum dapat dikatakan bahwa peran utama cairan pendingin adalah untuk mendinginkan dan melumasi. (Rochim,2007)

Proses mekanisme pembentukan geram, beberapa jenis cairan pendingin mampu menurunkan rasio penempatan tebal geram yang mengakibatkan penurunan gaya potong. Pada daerah kontak antara geram dan bidang pahat terjadi gesekan yang cukup besar, sehingga adanya cairan pendingin dengan gaya lumas tertentu akan mampu menurunkan gaya potong. Proses penyayatan, kecepatan potong yang rendah memerlukan cairan pendingin dengan daya lumas tinggi sementara pada kecepatan potong tinggi memerlukan cairan pendingin dengan daya pendingin yang besar (*high heat absorptivity*). Pada beberapa kasus, penambahan unsur tertentu dalam cairan pendingin akan menurunkan gaya potong, karena bisa menyebabkan terjadinya reaksi kimiawi yang berpengaruh dalam bidang geser (*share plane*) sewaktu geram terbentuk. (Rochim, 2007)

Beberapa peneliti menganggap bahwa sulfur (S) atau karbon tetraklorida (CCl<sub>4</sub>) pada daerah kontak (di daerah kontak mikro) dengan temperatur dan tekanan tinggi akan bereaksi dengan besi (benda kerja) membentuk FeS atau FeCl<sub>3</sub> pada batas butir sehingga mempermudah proses penggeseran metal menjadi geram. Pada proses gerinda, cairan pendingin mampu membantu pembersihan geram yang menempel di rongga antara serbuk abrasif, sehingga

mempermudah kelangsungan proses pembentukan geram. Dengan cairan pendingin temperatur tinggi yang terjadi di lapisan luar benda kerja bisa dikurangi, sehingga tidak merusak struktur *metalografi* benda kerja.

Pendingin mutlak diperlukan untuk memperkecil keausan pahat potong. Keuntungan lain dari cairan pendingin sewaktu proses pemotongan adalah:

1. Mengurangi kenaikan temperatur kerja yang berlebihan
2. Menghindari terjadinya korosi
3. Memperpanjang umur pahat
4. Menghasilkan gaya potong yang rendah
5. Memperhalus permukaan benda kerja

#### 2.4.1 Jenis Cairan Pendingin

Cairan pendingin yang sering dipakai dalam proses permesinan dapat dikategorikan kedalam empat jenis utama, yaitu:

- 1) Cairan Sintetik (*Shyntetic Fluids, Chemical Fluids*); Cairan ini merupakan larutan murni (*true solutions*) atau larutan permukaan aktif (*surface active*). Pada larutan murni, unsur yang dilarutkan tersebar di antara molekul air dan tegangan permukaannya (*surface tension*) hampir tidak berubah. Larutan murni ini tidak bersifat melumasi dan biasanya dipakai untuk sifat penyerapan panas yang tinggi dan melindungi terhadap korosi. Sementara itu dengan penambahan unsur lain yang mampu membentuk kumpulan molekul akan mengurangi tegangan permukaan menjadi jenis cairan permukaan aktif sehingga mudah membasahi dan daya lumasnya naik.
- 2) Cairan Emulsi (*Emulsion, Water Miscible Fluids, Water Soluble Oils, Emulsifiable Cutting Fluids*); Air yang mengandung partikel minyak (5 s.d. 20  $\mu\text{m}$ ). Unsur pengemulsi ditambahkan dalam minyak yang kemudian dilarutkan dalam air. Penambahan jenis minyak jenuh atau unsure lain (EP; *Extreme Pressure Additives*) dapat menaikkan daya lumas.

3) Cairan Semi Sintetik (*Semi Synthetic Fluids*); Merupakan perpaduan antara jenis 1 dan 2 diatas yang mempunyai karakteristik sebagai berikut:

- Kandungan minyaknya lebih sedikit (10% s.d. 45% tipe 2),
- Kandungan pengemulsinya (molekul penurun tegangan permukaan) lebih banyak dari daripada tipe 1,

Partikel minyaknya lebih kecil dan lebih tersebar. Dapat berupa jenis dengan minyak yang sangat jenuh (*super-fatted*) atau jenis EP (*Extreme Pressure*).

4) Minyak (*Cutting Oils*) adalah minyak yang tidak dapat diemulsikan dan digunakan pada proses pemesinan dalam bentuk sudah diencerkan. Minyak murni ini berasal salah satu atau kombinasi dari minyak bumi (*naphthenic, paraffinic*), minyak binatang, minyak ikan atau minyak nabati. Viskositasnya dapat bermacam-macam dari yang encer sampai yang kental tergantung dari pemakaian. Pencampuran antara minyak bumi dengan minyak hewani atau nabati menaikkan daya pembasahan (*wetting action*) sehingga memperbaiki daya lumas. Penambahan unsur lain seperti sulfur, klor atau fosfor (*EP additives*) menaikkan daya lumas pada temperatur dan tekanan tinggi.

Jenis cairan emulsi digunakan pada penelitian ini. Dalam hal ini cairan pendingin akan berfungsi menurunkan gaya pemotongan dan gaya gesekan yang terjadi antara pahat dengan benda kerja yang akan bekerja, dikarenakan gaya pemotongan dan gaya gesek yang tinggi menyebabkan kerja motor yang tinggi pula. Maka dibutuhkan cairan pendinginyang dapat berfungsi sebagai pelumas pada saat proses pemotongan untuk menurunkan gaya potong dan gesekan.

Salah satu jenis minyak nabati yang sudah diteliti dan dikaji sebagai bahan dasar pelumas adalah minyak jarak pagar (*Jatropha Curcas L*). Minyak jarak pagar memiliki titik tuang (*pour point*) yang rendah, ketahanan beban (keausan) serta indeks viskositas yang lebih baik dibandingkan dengan *super refined mineral oil* (SRMO) yang merupakan bahan dasar pelumas. Hal tersebut memungkinkan minyak jarak pagar digunakan sebagai variasi bahan dasar pelumas.

#### 2.4.2 Metode Pendinginan

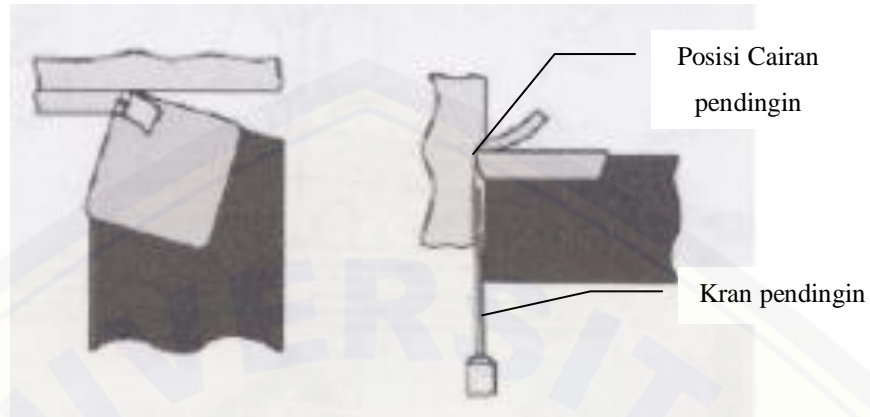
Cairan pendingin dalam penggunaannya dapat dilakukan dengan beberapa cara. Pemilihan cara penggunaan cairan pendingin berpengaruh terhadap pahat ataupun hasil benda dari proses bubut. Adapun cara penggunaan cairan pendingin yang banyak digunakan adalah sebagai berikut (Rochim, 2007:118):

1. Manual; bila mesin perkakas tidak dilengkapi dengan sistem cairan pendingin, maka cairan pendingin digunakan secara manual. Misalnya, memakai kuas untuk memerciki pahat dengan cairan pendingin.
2. Dikururkan/dibanjirkan; cairan pendingin dikururkan/dibanjirkan pada bidang aktif pemotongan dengan menggunakan nozzle. Cairan pendingin dipompa dari tangki penampungan.
3. Dikabutkan; cairan pendingin yang disemprotkan pada bidang aktif pemotongan berupa kabut.
4. Ditekan lewat saluran pada pahat; cairan pendingin dialirkan dengan tekanan tinggi melewati saluran pada pahat.
5. Cairan pendingin bertekanan tinggi; suatu metode pendinginan pahat dimana cairan pendingin yang disemprotkan oleh nozzle dengan tekanan tinggi. Cairan pendingin disemprotkan dalam bentuk jet langsung pada titik terpanas pahat yaitu pada bidang aktif pemotongan. Tekanan yang diberikan adalah 400 kN/m<sup>2</sup> sampai 13.000 kN/m<sup>2</sup> atau 4 Bar sampai 130 Bar.

Penggunaan pendingin secara dikururkan masih tetap digunakan pada proses pembubutan, sekalipun trend memotong dalam keadaan kering telah mulai berkembang pesat. Akan tetapi banyak material seperti baja campuran dan titanium tidak dapat dipotong secara efektif tanpa adanya pendingin. Penelitian-penelitian pada masa lalu telah membuktikan potensial menggunakan pendingin bertekanan tinggi lebih baik daripada pendinginan konvensional. Jet digunakan untuk memisahkan geram terhadap permukaan atas mata pahat bubut. Keuntungan utama mengarahkan jet pada permukaan mata pahat yaitu memungkinkan mengendalikan arah aliran geram dan dikombinasikan dengan



menurunkan temperatur mata pahat. Dengan demikian, pendinginan bertekanan tinggi dapat dikatakan sebagai pendinginan yang efektif.



Gambar 2.6 Posisi cairan berada antara benda kerja dan pahat  
(Kramar, 2009)

## 2.5 Minyak Goreng Curah

Secara alami minyak sawit mengandung dua macam kadar asam, yaitu asam stearat yang banyak mengandung gugus asam jenuh yang mudah beku dan asam palmitat yang mengandung banyak kadar asam tak jenuh yang sukar membeku. Kedua bagian ini kemudian dipisahkan sehingga minyak goreng akan sedikit mengandung asam stearat. Minyak goreng yang sedikit mengandung asam stearat ini akan lebih sukar membeku di temperatur yang dingin. Sisa dari pemisahan ini adalah minyak goreng curah yang sudah jelas mengandung banyak lemak atau asam stearat. (Sipayung, 2012)

Dari segi pengolahannya, minyak goreng curah diperoleh dari proses penyaringan yang hanya dilakukan satu kali sehingga menyebabkan minyak goreng curah memiliki warna lebih kearah kuning keruh. Hal ini disebabkan karena minyak goreng curah memiliki kadar lemak yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak goreng ber merk. (Sipayung, 2012)

Dalam hal penggunaan sebagai cairan pendingin pada proses permesinan, minyak goreng curah memiliki keunggulan sebagai berikut:

1. Sifatnya yang mudah terurai oleh alam
2. Tidak beracun



3. Sumber dayanya yang melimpah
4. Memiliki kadar lemak yang tinggi yang mampu berfungsi sebagai pelumas yang baik
5. Dapat diperbaharui karena berasal dari minyak nabati

## 2.6 Material Aluminium

### 2.6.1 Pengertian Aluminium

Aluminium adalah logam yang paling banyak terdapat di kerak bumi, dan unsur ketiga terbanyak setelah oksigen dan silikon. Aluminium terdapat di kerak bumi sebanyak kira-kira 8,07% hingga 8,23% dari seluruh massa padat dari kerak bumi, dengan produksi tahunan dunia sekitar 30 juta ton pertahun dalam bentuk bauksit dan bebatuan lain (*corundum, gibbsite, boehmite, diaspore*, dan lain-lain) (USGS). Sulit menemukan aluminium murni di alam karena aluminium merupakan logam yang cukup reaktif. Aluminium tahan terhadap korosi karena fenomena pasivasi.

Pasivasi adalah pembentukan lapisan pelindung akibat reaksi logam terhadap komponen udara sehingga lapisan tersebut melindungi lapisan dalam logam dari korosi. Selama 50 tahun terakhir, aluminium telah menjadi logam yang luas penggunaannya setelah baja. Perkembangan ini didasarkan pada sifat-sifatnya yang ringan, tahan korosi, kekuatan dan ductility yang cukup baik (aluminium paduan), mudah diproduksi dan cukup ekonomis (aluminium daur ulang). Yang paling terkenal adalah penggunaan aluminium sebagai bahan pembuat pesawat terbang, yang memanfaatkan sifat ringan dan kuatnya (Setyawan, 2011).

### 2.6.2 Aluminium 6061

Aluminium 6061 termasuk dalam kelompok paduan aluminium magnesium silikon (AlMgSi) yang memiliki kekuatan dan mampu lasan baik serta ketahanan korosi cukup baik. Paduan AlMgSi dapat digolongkan menjadi tiga kelompok. Kelompok pertama, yaitu meliputi paduan logam dengan jumlah yang seimbang antara unsur Si dengan Mg antara 0,8% dan 1,2% berat dan dapat

diekstrusi. Kelompok kedua, mengandung Mg dan Si lebih dari 1,4%. Paduan ini dapat didinginkan cepat (*quenching*) untuk meningkatkan keku-atan setelah proses ekstrusi.

Dalam diagram fasa biner pada Gambar 2.15, kelarutan maksimum  $Mg_2Si$  berada pada komposisi 1,85% berat dan setelah melampaui batas kelarutan akan membentuk fasa beta ( $Mg_2Si$ ). Apabila di dalam paduan AlMgSi tidak terdapat unsur Mn atau Cr tetapi terdapat unsur Fe maka akan terbentuk fasa  $Fe_3SiAl_{12}$ ,  $Fe_2Si_2Al_9$ , atau campuran magnesium, silikon dan besi. Unsur Mn dan Cr menstabilkan fasa  $(Fe, Mn, Cr)_3SiAl_{12}$  apabila ditambahkan ke dalam paduan tersebut seperti Al 6063. Paduan AlMgSi seri 6061 biasanya mempunyai kelebihan  $Mg_2Si$  pada temperatur kelarutan-nya dan bila didinginkan lambat membentuk struktur *Widmanstätten* (Masrukan *et al*, 2009).

## 2.7 Kekasaran Permukaan

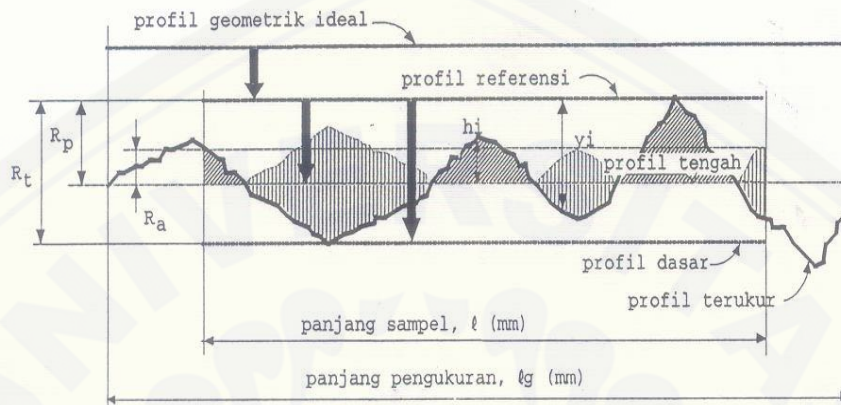
### 2.7.1 Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan merupakan ketidakraturan konfigurasi dan penyimpangan karakteristik permukaan berupa guratan yang nantinya akan terlihat pada profil permukaan. Adapun penyebabnya beberapa macam faktor, diantaranya yaitu; mekanisme parameter pemotongan, geometri dan dimensi pahat, cacat pada material benda kerja dan kerusakan pada aliran geram. Kualitas suatu produk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kekasaran permukaan benda kerja. Kekasaran permukaan dapat dinyatakan dengan menganggap jarak antara puncak tertinggi dan lembah terdalam sebagai ukuran dari kekasaran permukaan. Dapat juga dinyatakan dengan jarak rata-rata dari profil ke garis tengah. (Rochim, 2007)

### 2.7.2 Parameter kekasaran permukaan

Untuk mereproduksi profil suatu permukaan, maka sensor alat ukur harus digerakkan mengikuti lintasan yang berupa garis lurus dengan jarak yang telah

ditentukan. Sesaat setelah jarum bergerak dan sesaat sebelumnya, alat ukur melakukan perhitungan berdasarkan data yang dideteksi oleh jarum peraba.



Gambar 2.7 Profil permukaan

(Sumber: Rochim, 2007 )

Berdasarkan Gambar 2.3 dapat didefinisikan beberapa parameter permukaan yang berhubungan dengan dimensi pada arah tegak dan arah melintang. Untuk arah tegak dikenal beberapa parameter:

1. Kekasaran total  $R_t$  ( $\mu\text{m}$ ) adalah jarak antara profil referensi dengan profil alas.
2. Kekasaran perataan  $R_p$  ( $\mu\text{m}$ ) adalah jarak rata-rata profil referensi dengan profil terukur.
3. Kekasaran rata-rata aritmatik  $R_a$  ( $\mu\text{m}$ ) adalah harga rata-rata aritmatik dari harga absolut jarak antara profil terukur dengan profil tengah.
4. Kekasaran rata-rata kuadratik  $R_g$  ( $\mu\text{m}$ ) adalah akar dari jarak kuadrat rata-rata antara profil terukur dengan profil tengah.
5. Kekasaran total rata-rata  $R_z$  ( $\mu\text{m}$ ), merupakan jarak antara profil alas ke profil terukur pada lima puncak tertinggi dikurangi jarak rata-rata profil alas ke profil terukur pada lima lembah terendah.

Harga kekasaran rata-rata ( $R_a$ ) maksimal yang diijinkan ditulis diatas simbol segitiga. Satuan yang digunakan harus sesuai dengan satuan panjang yang digunakan dalam gambar teknik (metrik atau inchi). Jika angka kekasaran  $R_a$  minimum diperlukan, dapat dituliskan dibawah angka kekasaran maksimum. Angka kekasaran dapat di klarifikasikan menjadi 12 angka kelas kekasaran seperti yang terlihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Standarisasi simbol nilai kekasaran

Harga kekasaran, $R_a$ ( $\mu\text{m}$ )	Angka kekasaran	Panjang sample
50	N12	8
25	N11	
12,5	N10	2,5
6,3	N9	
3,2	N8	0,8
1,6	N7	
0,8	N6	
0,4	N5	
0,2	N4	0,25
0,1	N3	
0,005	N2	
0,025	N1	0,08

(Sumber: Tri Adi Prasetya, Pengaruh Gerak Pemakanan Dan Media Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Logam Hasil Pembubutan Pada Material Baja HQ 760, Bab 2: 43)

Angka kekasaran (ISO number) dimaksudkan untuk menghindari terjadinya kesalahan atas satuan harga kekasaran. Jadi spesifikasi kekasaran dapat langsung dituliskan nilainya atau dengan menuliskan angka kekasaran ISO. Panjang sampel pengukuran disesuaikan dengan angka kekasaran yang dimiliki oleh suatu permukaan. (Rochim, 2007: 55-63)

Toleransi harga kekasaran rata-rata,  $R_a$  dari suatu permukaan tergantung pada proses pengerjaannya. Hasil penyelesaian permukaan dengan menggunakan mesin gerinda sudah tentu lebih halus dari pada dengan menggunakan mesin bubut. Tabel 2.4 berikut ini memberikan contoh harga kelas kekasaran rata-rata menurut proses pengerjaannya.

Tabel 2.4 Tingkat kekasaran rata-rata permukaan menurut proses pengerjaannya

Proses pengerjaan	Selang (N)	Harga $R_a$
<i>Flat and cylindrical lapping, Superfinishing Diamond turning</i>	$N_1 - N_4$ $N_1 - N_6$	0.025 – 0.2 0.025 – 0.8
<i>Flat cylindrical grinding Finishing</i>	$N_1 - N_8$ $N_4 - N_8$	0.025 – 3.2 0.1 – 3.2
<i>Face and cylindrical turning, milling and reaming Drilling</i>	$N_5 - N_{12}$ $N_7 - N_{10}$	0.4 – 50.0 1.6 – 12.5
<i>Shapping, planing, horizontal milling Sandcasting and forging</i>	$N_6 - N_{12}$ $N_{10} - N_{11}$	0.8 – 50.0 12.5 – 25.0
<i>Extruding, cold rolling, drawing Die casting</i>	$N_6 - N_8$ $N_6 - N_7$	0.8 – 3.2 0.8 – 1.6

(Sumber: Dasar-Dasar Metrologi Industri Bab VII – Pengukuran Kekasaran Permukaan: 230)

## 2.8 Hipotesis

Hipotesis yang dibuat dalam penelitian ini yaitu semakin besar nilai volume minyak goreng curah di dalam air, maka pelumasannya semakin tinggi. Sehingga gaya gesek menurun dan menyebabkan nilai konsumsi energi dan kekasaran permukaan benda kerja menurun.



### **BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu metode yang digunakan untuk menguji dengan menambahkan beberapa perlakuan variasi, sehingga nanti akan di dapatkan data besarnya konsumsi energi dan nilai kekasaran setiap penambahan variabel yang diujikan.

#### **3.2 Tempat dan Waktu**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Permesinan Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember, sedangkan penelitian uji kekasaran akan dilaksanakan di Laboratorium Desain dan Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember. Waktu penelitian berlangsung mulai dari bulan Mei 2015 sampai selesai.

#### **3.3 Alat dan Bahan**

##### **3.3.1 Alat**

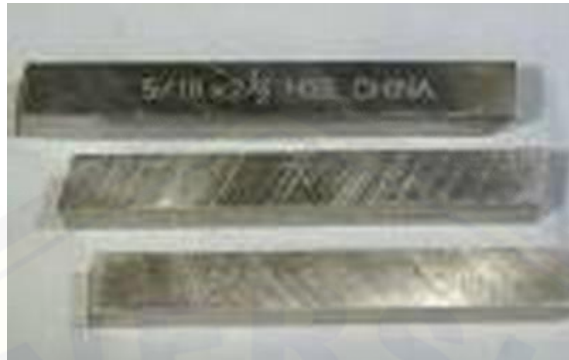
Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Mesin Bubut (*Turning*) dengan spesifikasi sebagai berikut:

Merk	: Aciera Machine Tool
Spindle RPM	: 1800 rpm
Jenis Motor	: Three Phase Electric Motor
Daya Motor	: 3 kW

2. Pahat

Pahat yang digunakan adalah pahat HSS (*High Speed Steel*) dengan dimensi 110,6 x 12,7 x 12,7 mm dengan sudut potong utama sebesar 60°.

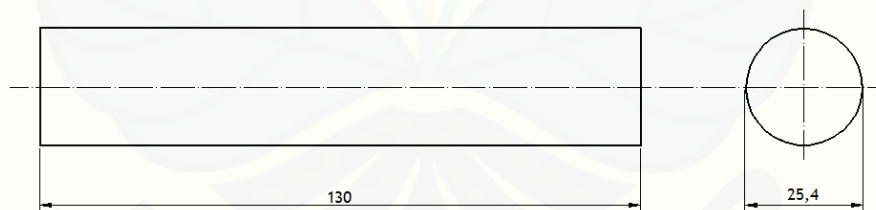


Gambar 3.1 Pahat tipe HSS

3. Alat ukur kekasaran permukaan benda (*Surface Roughnes Tester*)
4. Alat ukur konsumsi energi listrik (*Power Analyzer*)
5. Pompa air aquarium
6. Gelas ukur
7. Jangka sorong
8. *stopwatch*

### 3.3.2 Bahan

1. Material atau benda kerja yang digunakan adalah Al 6061 silinder pejal dengan diameter ( $\emptyset$ ) = 25,4 mm panjang 130 mm.



Gambar 3.2 Benda Kerja

2. Cairan pendingin
  - a. Dromus 1:30 dengan viskositas (2,00 mPa.s)
  - b. Minyak goreng curah dengan air 1:20 dengan viskositas (2,20 mPa.s)
  - c. Minyak goreng curah dengan air 1:30 dengan viskositas (1,95 mPa.s)
  - d. Minyak goreng curah dengan air 1:40 dengan viskositas (1,80 mPa.s)

3. Zat pengemulsi (*emulgator*) yang digunakan adalah sabun cuci cair sebesar 5 ml pada campuran emulsi minyak goreng 1 liter.

### 3.4 Variabel Pengukuran

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah variable bebas dan variable terikat.

#### 3.4.1 Variable Bebas

Variable bebas adalah variable yang bebas ditentukan oleh peneliti. Variabel yang akan digunakan adalah Variasi jenis campuran cairan pendingin emulsi minyak goreng curah dan air dengan komposisi 1:20, 1:30 dan 1:40.

#### 3.4.2 Variable Terikat

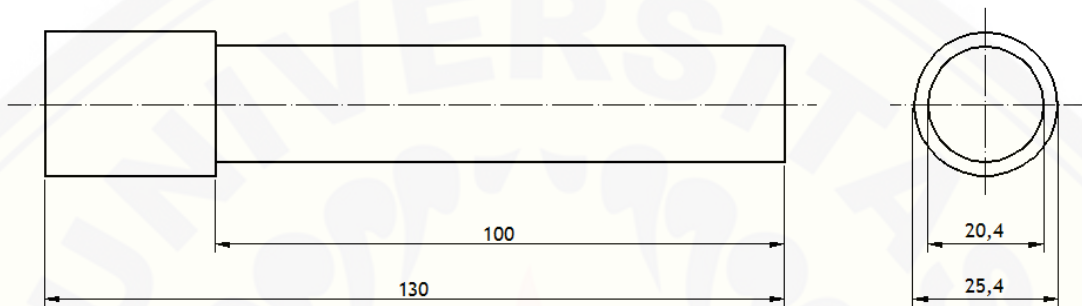
Variabel terikat yaitu variable yang faktornya diamati dan diukur untuk menentukan pengaruh yang disebabkan oleh variable bebas. Variable terikat dalam penelitian ini adalah konsumsi energi pembubutan dan kekasaran permukaan benda kerja setelah proses pemesinan.

### 3.5 Pelaksanaan Penelitian

#### 3.5.1 Prosedur Proses Bubut

1. Menyiapkan benda kerja yang akan diproses bubut,
2. Memotong benda kerja sesuai ukuran,
3. Menyiapkan alat-alat yang diperlukan untuk melakukan proses bubut,
4. Menyiapkan pahat yang akan digunakan adalah pahat HSS (*High Speed Steel*),
5. Memasang pahat pada *tool post*,
6. Memasang benda kerja pada *chuck*, kemudian dikencangkan,
7. Melakukan seting mesin berupa:
  - a) Putaran Spindel (n) : 800 rpm
  - b) Kecepatan Potong (Vc) : 61 m/menit

- c) Kecepatan Pemakanan(f) : 0,75 mm/menit
  - d) Kedalaman Pemakanan (a) : 2,5 mm
8. Menghidupkan mesin dan melakukan proses bubut dengan variabel yang telah ditentukan hingga selesai,
  9. Membubut dengan dimensi sebagai berikut:



Gambar 3.3 Gambar Benda Kerja Setelah diproses Bubut

10. Setelah proses permesinan selesai, mesin bubut dimatikan dan dibersihkan.

### 3.5.2 Pengambilan data konsumsi energi

Perhitungan konsumsi energi digunakan alat bantu digital *Power Analyzer*, yaitu dengan mengukur tegangan dan arus yang digunakan oleh mesin selama proses pembubutan.



Gambar 3.4 *Power Analyzer*

Spesifikasi *Power Analyzer*:

*Measurement line type* : Single-phase 3-wire, three phase 3-wire

*Voltage Range* : 15/30/60/150/300/600/1500 V

*Frequency range* : 0.5Hz – 5kHz

Langkah pengujian konsumsi energi yaitu pertama memasang komponen kabel *power analyzer* pada sumber listrik yang terhubung pada mesin bubut dengan mengatur rangkaian seri. Saat mesin dihidupkan daya listrik yang dibutuhkan akan muncul pada *display power analyzer*. Daya yang muncul pada alat ukur adalah daya 1 phase yang selanjutnya dikonversi ke daya 3 phase dengan cara mengalikan  $\sqrt{3} \times \text{Daya 1Phase}$ . Nilai daya listrik 3 phase dikalikan dengan waktu selama proses pembubutan berlangsung yang menghasilkan nilai konsumsi energi.

### 3.5.3 Pengujian Kekasaran

Alat yang digunakan adalah *TR220 Portable roughness Tester*. Alat ini memiliki sistem desain modular pengukur permukaan secara portabel yang terdiri dari komponen-komponen berupa *traverse unit*, *Pick up* yang dilengkapi dengan transducer dan dilengkapi dengan *thermal printer*. *Traverse unit* merupakan sistem utama dari alat *Roughness Tester*. Komponen ini berfungsi sebagai unit pengolah data. *Pick up* ialah suatu komponen penjelajah yang dilengkapi dengan *transducer* dengan jenis induktansi variabel, dengan pemegang (*holder*) yang akan dihubungkan dengan *traverse unit*. Pengolahan hasil pengukuran dengan menggunakan mikroprosesor yang hasilnya ditampilkan pada sebuah LCD dalam bentuk nilai numerik dari kekasaran. Dibawah ini adalah gambar 3.3 *TR220 Portable Roughness Tester*



Gambar 3.5 *TR220 Portable Roughness Tester*



Langkah pengujian kekasarannya adalah dengan cara benda kerja hasil proses bubut diletakan rata dengan arah horizontal mengikuti pergerakan *stylus*. Posisikan *stylus* sampai menyentuh permukaan benda kerja yang akan diukur kekasarannya dan memposisikan *pick holder* sejajar dengan permukaan benda kerja.



Gambar 3.6 Pengujian kekasaran permukaan

#### 3.5.4 Penyimpanan Data

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan percobaan variasi campuran cairan pendingin komersil (*dromus*) dan campuran emulsi minyak goreng curah masing-masing 1:20, 1:30, 1:40 pada kecepatan spindel 800 (Rpm). Data yang diperoleh tiap percobaan akan disajikan dalam Tabel 3.1 dan tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3.1 Pengukuran konsumsi energi

No	Jenis Campuran	Variasi Campuran (L)	E <sub>1</sub> (kWs)	E <sub>2</sub> (kWs)	E <sub>3</sub> (kWs)	E <sub>rata-rata</sub> (kWs)
1.	<i>Dromus</i>	1:30				
2.	Emulsi minyak goreng curah	1:20 1:30 1:40				

Tabel 3.2 Pengukuran kekasaran permukaan

No	Jenis Campuran	Variasi Campuran (L)	Ra <sub>1</sub> (μm)	Ra <sub>2</sub> (μm)	Ra <sub>3</sub> (μm)	Ra <sub>rata-rata</sub> (μm)
1.	<i>Dromus</i>	1:30				
2.	Emulsi Minyak goreng curah	1:20 1:30 1:40				

### 3.6 Metode Pengolahan Data

Analisa data dilakukan setelah diperoleh hasil pengujian variasi campuran cairan pendingin pada proses bubut *roughing* terhadap konsumsi energi dan pengaruhnya terhadap kekasaran permukaan.

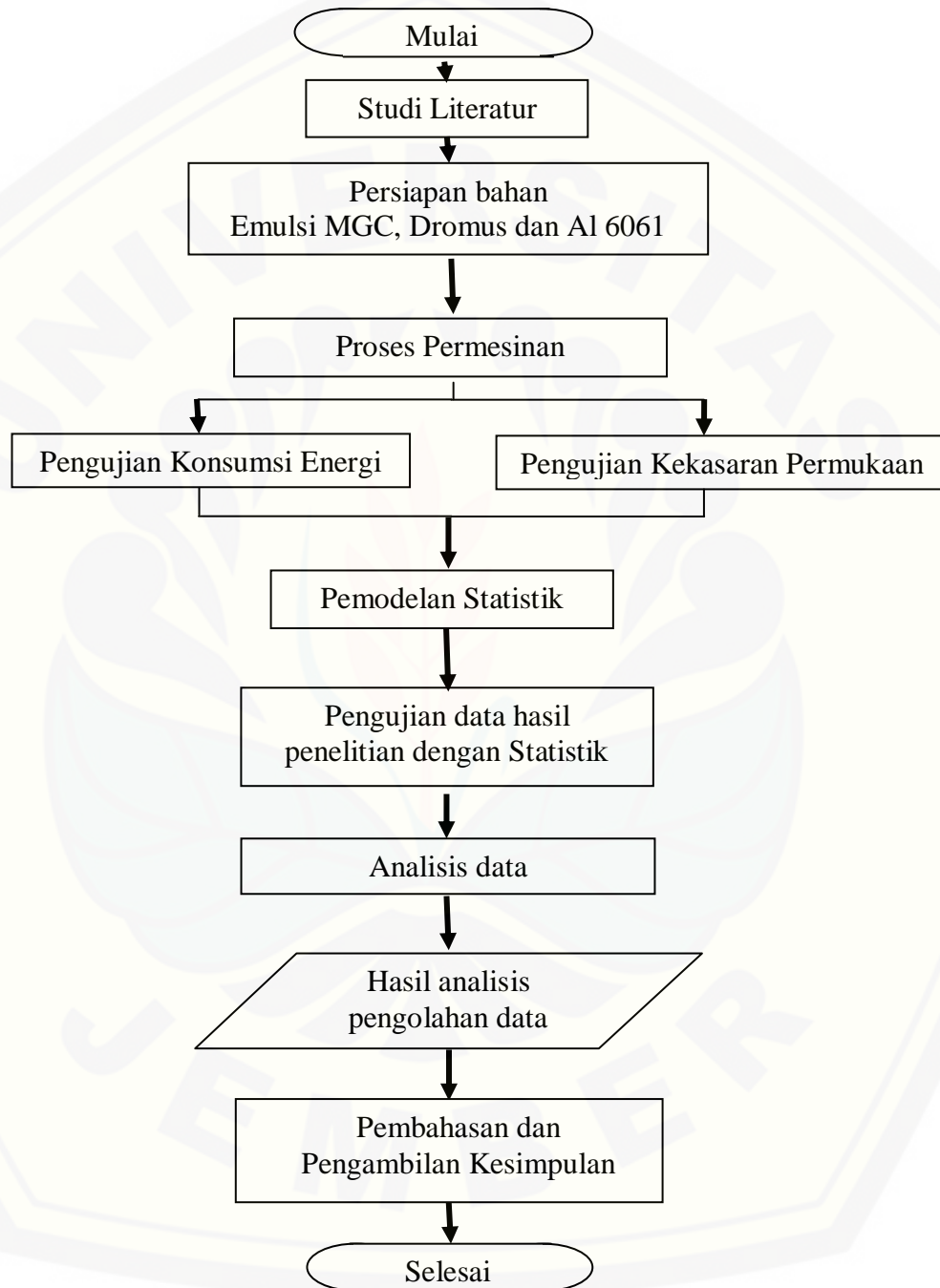
#### 3.8.1 Analisis Data

Data diambil dari hasil pengukuran nilai konsumsi energi dan nilai kekasaran permukaan sehingga data yang dihasilkan adalah data numerik. Semua analisis dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali dari masing-masing variasi campuran antara emulsi minyak goreng curah dan air dengan komposisi 1:20, 1:30, 1:40. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *One-Way* ANOVA jika data yang diperoleh homogen dan terdistribusi normal. Uji dilanjutkan dengan uji LSD (*least significant difference*) jika diperoleh hasil yang berbeda signifikan. Hasil uji Anova dan LSD signifikan bila didapat harga  $p < 0,05$  dengan tingkat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Namun jika diperoleh hasil yang tidak homogen dan tidak terdistribusi secara normal digunakan uji Kruskal–Wallis, bila didapatkan hasil yang berbeda signifikan maka dapat diteruskan pada uji Mann-Whitney. (dahlan, 2004)

Analisis data pada penelitian kali ini dilakukan untuk menguji ada atau tidak pengaruh campuran cairan pendingin terhadap nilai yang diamati berupa nilai konsumsi energi dan kekasaran permukaan aluminium 6061 pada bubut kasar (*roughing*).

### 3.7 Flowchart Penelitian

Proses dalam penelitian ini dapat digambarkan pada *flow chart* sebagai berikut:



Gambar 3.5 Flowchart penelitian

### 3.8 Rencana Jadwal Penelitian

Adapun rencana jadwal penelitian dapat dilihat pada table 3.3 di bawah ini:

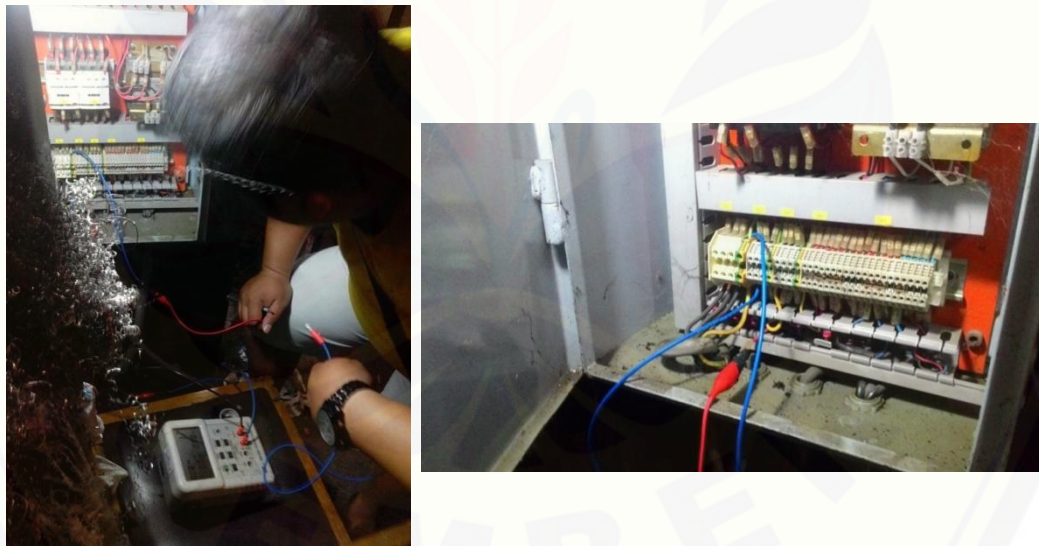
Tabel 3.3 Rencana Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan ke					
		Mei	Juni	Juli	Agustus	Sept.	Oktober
1	Studi Pustaka	■					
2	Pembuatan Proposal	■	■				
3	Persiapan Pengujian		■	■			
4	Pengujian				■	■	
5	Analisa				■	■	
6	Seminar hasil dan Sidang						■

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Konsumsi Energi

Pengujian konsumsi energi merupakan pengujian yang dilakukan dengan mengukur kebutuhan energi listrik selama proses pembubutan yang menghasilkan total daya dikalikan satuan waktu. Pengujian dilakukan dengan memasang komponen kabel *power analyzer* pada sumber listrik yang terhubung pada mesin bubut dengan mengatur rangkaian seri. Saat mesin dihidupkan daya listrik yang dibutuhkan akan muncul pada *display power analyzer*. Daya listrik yang dibutuhkan dikalikan dengan waktu selama proses pembubutan berlangsung yang menghasilkan nilai konsumsi energi. Data konsumsi energi diambil tepat pada saat pahat potong melakukan proses pemotongan sampai pada panjang yang sudah ditentukan yaitu sepanjang 100 mm.



Gambar 4.1 Pemasangan *Power Analyzer* Pada Sumber Listrik Mesin Bubut



Data yang diperoleh dari hasil pengukuran berupa daya listrik 1 *phase* yang selanjutnya dikonversikan ke daya 3 *phase* dengan cara mengalikan  $\sqrt{3} \times \text{Daya 1Phase}$  sehingga didapatkan hasil seperti tampak pada Tabel 4.1 di bawah.

Tabel 4.1 Daya Listrik

No	Jenis Campuran	Variasi Campuran (L)	Pengulangan		
			Daya <sub>1</sub> (kW)	Daya <sub>2</sub> (kW)	Daya <sub>3</sub> (kW)
1.	<i>Dromus</i>	1:30	0,219	0,215	0,217
2.	Emulsi minyak goreng curah	1:20	0,217	0,218	0,216
		1:30	0,219	0,218	0,216
		1:40	0,220	0,216	0,219

Besarnya nilai konsumsi energi diperoleh dari perkalian antara daya dengan total waktu yang dibutuhkan selama proses pemotongan. Waktu yang dibutuhkan selama proses pemotongan sepanjang 100 mm yaitu sebesar 66 detik. Jadi didapatkan besarnya nilai konsumsi energi seperti pada Tabel 4.2 di bawah.

Tabel 4.2 Nilai Konsumsi Energi

No	Jenis Campuran	Variasi Campuran (L)	Pengulangan			E <sub>rata-rata</sub> (kWs)
			E <sub>1</sub> (kWs)	E <sub>2</sub> (kWs)	E <sub>3</sub> (kWs)	
1.	<i>Dromus</i>	1:30	14,460	14,203	14,318	14,327
2.	Emulsi minyak goreng curah	1:20	14,318	14,375	14,232	14,308
		1:30	14,432	14,375	14,260	14,356
		1:40	14,546	14,260	14,432	14,413

## 4.2 Analisis dan Pembahasan Konsumsi Energi

### 4.2.1 Analisis Konsumsi Energi

Analisis data dilakukan setelah diperoleh hasil pengujian variasi campuran pendingin pengaruhnya terhadap konsumsi energi. Data hasil pengukuran nilai konsumsi energi dianalisis menggunakan PASW Statistics 18 metode *One-Way* ANOVA dengan level tingkat kepercayaan sebesar 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Dari proses analisis didapatkan tabel ANOVA sebagai berikut:

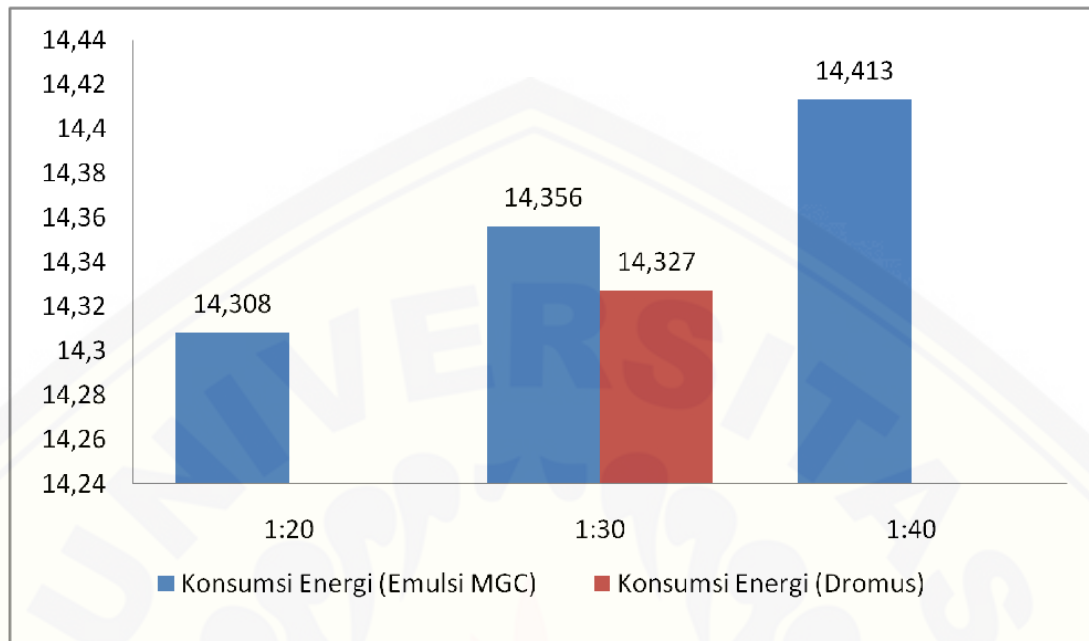
Tabel 4.3 Hasil Analisis ANOVA Konsumsi Energi

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,009	2	,005	,460	,652
Within Groups	,059	6	,010		
Total	,068	8			

Berdasarkan tabel 4.3 hasil analisis ANOVA konsumsi energi didapatkan nilai signifikansinya sebesar 0,652. Sedangkan syarat diterimanya uji ANOVA, nilai signifikansinya harus  $<0,05$  ( $\alpha = 0,05$ ). Jadi hasil analisis pengujian konsumsi energi dinyatakan variasi campuran cairan pendingin tidak berpengaruh secara signifikan ( $0,652 > 0,05$ ) atau terima  $H_0$  dan tolak  $H_1$ .

### 4.2.2 Pembahasan Konsumsi Energi

Konsumsi energi adalah total daya yang dibutuhkan suatu alat selama proses pengerjaan dalam hal ini yaitu mesin bubut. Pada tabel 4.2 dapat kita lihat hubungan antara variasi campuran cairan pendingin dengan nilai konsumsi energi sehingga didapatkan grafik hubungan keduanya sebagai berikut.



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Antara Variasi Campuran Cairan Pendingin dengan Konsumsi Energi

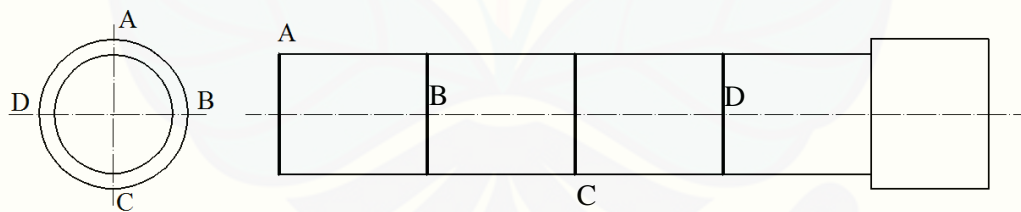
Pada gambar 4.2 grafik hubungan antara variasi campuran cairan pendingin dengan konsumsi energi terlihat nilai konsumsi energi terendah sebesar 14,308 kW pada proses permesinan dengan pencampuran nilai perbandingan cairan emulsi minyak goreng curah sebesar 1:20. Pada perbandingan ini volume minyak goreng adalah yang paling tinggi. Nilai konsumsi energi lebih baik daripada cairan dromus 1:30 dengan nilai konsumsi energi sebesar 14,327 kW. Sedangkan nilai terbesar yaitu pada campuran emulsi minyak goreng curah 1:40 dengan nilai konsumsi energi sebesar 14,413 kW.

Komposisi perbandingan campuran minyak goreng curah sangat mempengaruhi hasil dari nilai konsumsi energi, karena cairan minyak memiliki sifat yang berfungsi sebagai media pelumas. Perbandingan cairan emulsi minyak goreng curah dengan kadar minyak yang lebih besar yaitu sebesar 1:20 akan menghasilkan nilai konsumsi energi yang paling rendah. Berbeda dengan perbandingan 1:40 yang

menghasilkan nilai konsumsi energi tertinggi karena kadar minyak goreng curah yang berada dalam air lebih sedikit dibanding perbandingan yang lain yang mengakibatkan berkurangnya nilai pelumasannya. Seperti yang disampaikan Rochim (2007) dalam bukunya, semakin besar nilai gaya pemotongan dan gaya gesek yang terjadi antara pahat dan benda kerja akan menyebabkan kerja motor semakin berat. Maka dengan itu dibutuhkan cairan pendingin yang memiliki daya lumas yang tinggi untuk menurunkan gaya potong dan gesekan. Daya lumas sendiri dipengaruhi oleh nilai viskositas cairan pendingin yang digunakan, semakin tinggi nilai viskositas cairan pendingin maka nilai pelumasannya semakin tinggi pula. Dalam variasi yang digunakan cairan pendingin emulsi minyak goreng curah memiliki viskositas paling tinggi yaitu sebesar 2,20 mPa.s.

### 4.3 Hasil Kekasaran Permukaan

Pada pengujian kekasaran permukaan ini dilakukan dengan pengambilan data sebanyak 4 kali pengukuran di empat sisi permukaan benda kerja. Data yang diperoleh dirata-rata sehingga menghasilkan data nilai kekasaran permukaan dari setiap benda kerja



Gambar 4.3 Posisi Pengambilan Data Kekasaran Permukaan



Gambar 4.4 Proses Pengambilan Data Kekasaran Permukaan

Data hasil pengujian kekasaran ditampilkan pada tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.4 Data Pengujian Kekasaran Permukaan

NO	Jenis Cairan Pendingin	Pengulangan ke	Harga Kekasaran ( $\mu\text{m}$ )				Rata-rata Kekasaran (Ra)
			A	B	C	D	
1.		Ra <sub>1</sub>	0,615	0,613	0,462	0,554	0,561
2.	Dromus (1:30)	Ra <sub>2</sub>	0,725	0,556	0,511	0,553	0,586
3.		Ra <sub>3</sub>	0,613	0,741	0,568	0,436	0,590
4.	Emulsi minyak	Ra <sub>1</sub>	0,781	0,542	0,460	0,409	0,548
5.	goreng curah	Ra <sub>2</sub>	0,614	0,785	0,488	0,404	0,573
6.	(1:20)	Ra <sub>3</sub>	0,729	0,767	0,576	0,450	0,631
7.	Emulsi minyak	Ra <sub>1</sub>	0,746	0,694	0,713	0,522	0,669
8.	goreng curah	Ra <sub>2</sub>	0,647	0,554	0,635	0,469	0,576



9.	(1:30)	Ra <sub>3</sub>	0,761	0,587	0,675	0,469	0,623
10.	Emulsi minyak	Ra <sub>1</sub>	1,597	1,185	0,561	0,340	0,955
11.	goreng curah	Ra <sub>2</sub>	1,150	0,673	0,500	0,513	0,709
12.	(1:40)	Ra <sub>3</sub>	0,708	0,548	0,455	0,478	0,513

Tabel 4.5 Nilai Rata-rata Kekasaran Permukaan

No	Jenis Campuran	Variasi Campuran (L)	Ra <sub>1</sub> ( $\mu\text{m}$ )	Ra <sub>2</sub> ( $\mu\text{m}$ )	Ra <sub>3</sub> ( $\mu\text{m}$ )	Ra <sub>rata-rata</sub> ( $\mu\text{m}$ )
1.	<i>Dromus</i>	1:30	0,561	0,586	0,590	0,579
2.	Emulsi Minyak goreng curah	1:20	0,548	0,573	0,631	0,584
		1:30	0,669	0,576	0,623	0,623
		1:40	0,955	0,709	0,513	0,726

#### 4.4 Analisis dan Pembahasan Kekasaran Permukaan

##### 4.4.1 Analisis Kekasaran Permukaan

Analisis data dilakukan setelah diperoleh hasil pengujian variasi campuran pendingin pengaruhnya terhadap kekasaran permukaan. Data hasil pengukuran nilai kekasaran permukaan dianalisis menggunakan PASW Statistics 18 metode *One-Way ANOVA* dengan level tingkat kepercayaan sebesar 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Dari proses analisis didapatkan tabel ANOVA sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil Analisis ANOVA Kekasaran Permukaan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0,032	2	0,016	0,910	0,452
Within Groups	0,106	6	0,018		
Total	0,138	8			

Berdasarkan tabel 4.6 hasil analisis ANOVA kekasaran permukaan didapatkan nilai signifikansinya sebesar 0,452. Sedangkan syarat diterimanya uji ANOVA, nilai signifikansinya harus  $<0,05$  ( $\alpha = 0,05$ ). Jadi hasil analisis pengujian konsumsi energi dinyatakan variasi campuran cairan pendingin tidak berpengaruh secara signifikan ( $0,452 > 0,05$ ) atau terima  $H_0$  dan tolak  $H_1$ .

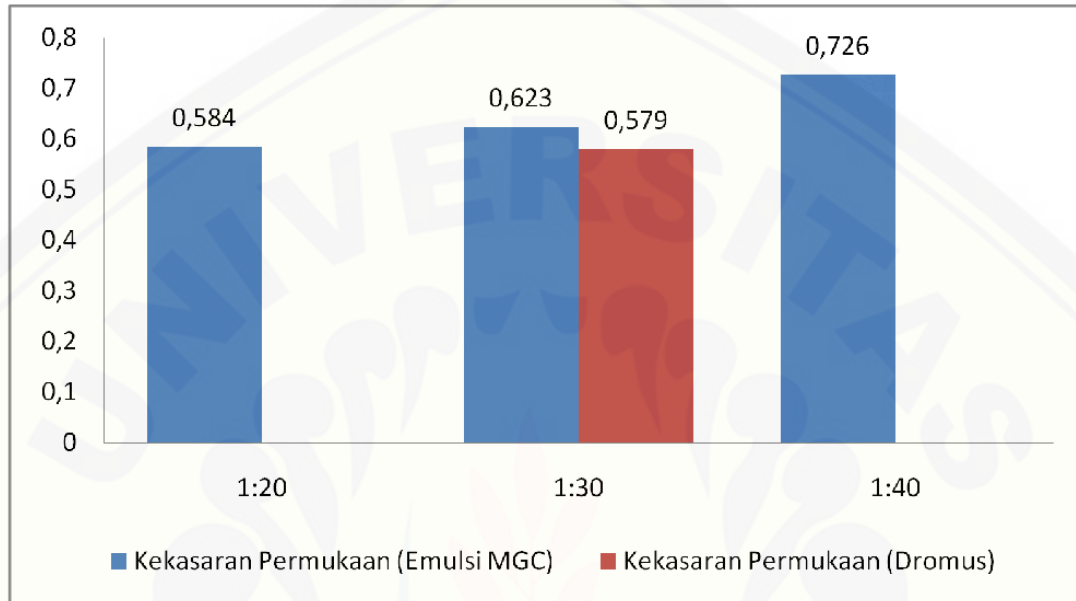
#### 4.4.2 Pembahasan Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan merupakan ketidakraturan konfigurasi dan penyimpangan karakteristik permukaan berupa guratan yang nantinya akan terlihat pada profil permukaan. Kekasaran permukaan dapat dinyatakan dengan menganggap jarak antara puncak tertinggi dan lembah terdalam sebagai ukuran dari kekasaran permukaan. Dapat juga dinyatakan dengan jarak rata-rata dari profil ke garis tengah. (Rochim, 2007).

Sesuai dengan ISO atau angka standart kekasaran proses bubut memiliki harga kekasaran rata-rata ( $R_a$ ) sebesar  $0,4 - 50,0 \mu\text{m}$  dengan tingkat kekasaran N5 - N12. Angkat kekasaran (ISO *number*) dimaksudkan untuk menghindari terjadinya kesalahan atas harga satuan kekasaran. Panjang sampel pengukuran disesuaikan dengan angka kekasaran yang dimiliki oleh suatu permukaan. Proses bubut menggunakan panjang sampel pengukuran sebesar  $0,8 \text{ mm}$ ,  $2,5 \text{ mm}$  atau  $8 \text{ mm}$ . Pada penelitian yang telah dilakukan, panjang sampel yang digunakan sebesar  $0,8 \text{ mm}$  dengan rentang nilai kekasaran permukaan sebesar  $0,579-0,726 \mu\text{m}$ .

Nilai kekasaran permukaan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu cairan pendingin. Seperti halnya yang disampaikan oleh Nuret *et al* (2008) bahwa cairan pendingin pada proses permesinan sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan benda kerja sehingga dapat meningkatkan kualitas produk. Juga Rochim (2007) menyatakan bahwa pada cairan pendingin yang memiliki daya lumas tertentu akan dapat mengurangi gaya potong dan memperhalus permukaan.

Dari hasil data pada tabel 4.5 dapat kita lihat hubungan antara variasi campuran cairan pendingin terhadap tingkat kekasaran permukaan ( $R_a$ ), sehingga diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 4.5 Grafik Variasi Campuran Cairan Pendingin Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan ( $R_a$ )

Gambar 4.5 grafik hubungan variasi campuran cairan pendingin terhadap kekasaran permukaan ( $R_a$ ) menunjukkan bahwa nilai kekasaran terendah dari hasil pengujian variasi campuran cairan pendingin yaitu pada perbandingan emulsi minyak goreng curah 1:20 dengan nilai kekasaran permukaan sebesar 0,584  $\mu\text{m}$ . Nilai ini berbeda sedikit dengan nilai kekasaran permukaan dari cairan pembanding yang digunakan, yaitu cairan dromus yang memiliki nilai kekasaran permukaan sebesar 0,579  $\mu\text{m}$ . Sedangkan pada variasi campuran emulsi minyak goreng dan nilai terbesar pada perbandingan 1:40 dengan tingkat kekasaran mencapai 0,726. Sesuai dengan hipotesis, penelitian di atas menunjukkan variasi campuran emulsi minyak curah dengan kadar volume minyak terbesar yaitu pada perbandingan 1:20 memiliki tingkat kekasaran terendah. Hal ini juga didukung oleh nilai viskositas yang dimiliki emulsi

minyak goreng 1:20 memiliki nilai yang paling tinggi yang mengakibatkan nilai pelumasannya meningkat.

Sama dengan halnya konsumsi energi, kekasaran permukaan dipengaruhi oleh sifat cairan pendingin yang berfungsi sebagai pelumas. Hal ini disampaikan juga oleh Rochim (2007) dalam bukunya bahwa dalam beberapa kasus, cairan pendingin juga dapat berfungsi sebagai pelumas untuk mengurangi gaya potong dan memperhalus permukaan.

Akan tetapi sedikit berbeda dengan konsumsi energi, nilai kekasaran terendah pada proses pembubutan dengan menggunakan cairan pendingin dromus. Bukan pada penggunaan cairan pendingin emulsi minyak goreng curah dengan perbandingan 1:20 yang memiliki nilai viskositas yang paling tinggi. Hal ini disebabkan karena pada saat proses pembubutan menggunakan cairan emulsi minyak goreng curang 1:20 terdapat geram hasil pembubutan yang melilit pada permukaan benda kerja. Sehingga terjadi gesekan yang menyebabkan kekasaran permukaan meningkat.



Gambar 4.6 Geram Hasil Pembubutan Yang Melilit Pada Permukaan Benda Kerja



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

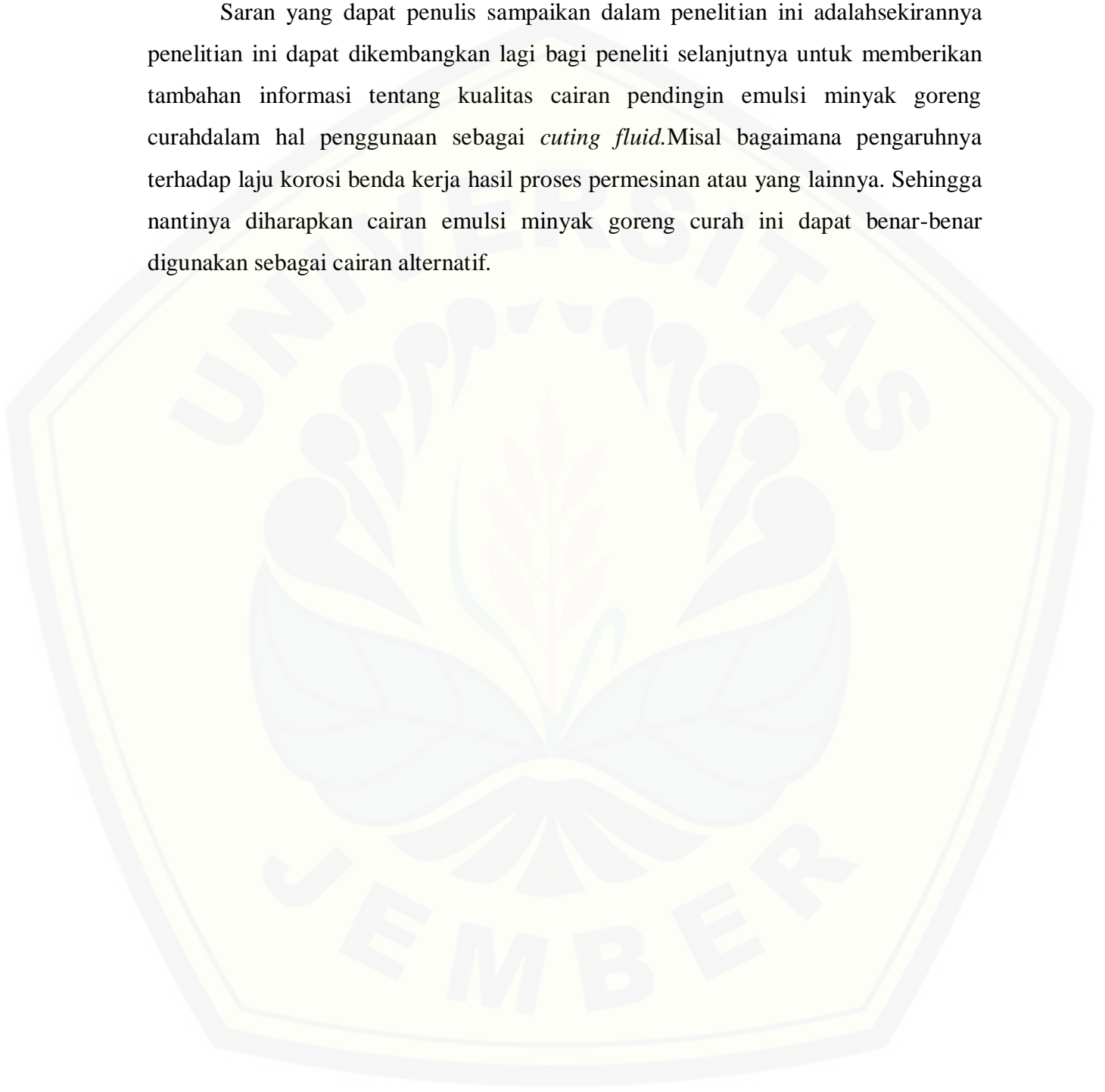
Dari hasil penelitian dan analisis pembahasan pada bab sebelumnya dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan cairan pendingin emulsi minyak goreng curah dan dromus berdasarkan analisis statistik menunjukkan tidak adanya pengaruh secara signifikan terhadap konsumsi energi dan kekasaran permukaan. Sedangkan melihat dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, terdapat perbedaan dari variasi campuran yaitu semakin besar volume minyak di dalam air maka nilai konsumsi energi dan kekasaran permukaan semakin menurun.
2. Dari hasil penelitian, nilai konsumsi energi yang paling rendah yaitu 14,308 kW dengan penggunaan cairan pendingin emulsi minyak goreng curah 1:20. Dan nilai tertinggi pada penggunaan cairan pendingin emulsi minyak goreng curah 1:40 dengan konsumsi energi 14,413 kW.
3. Dari hasil penelitian, perbandingan cairan emulsi minyak goreng curah 1:20 memiliki nilai kekasaran permukaan yang paling rendah yaitu 0,584  $\mu\text{m}$  yang berada sedikit dibawah penggunaan cairan dromus yang digunakan sebagai cairan pembanding. Dan nilai yang paling tertinggi pada penggunaan cairan pendingin emulsi minyak goreng curah 1:40 dengan nilai kekasaran permukaan 0,726  $\mu\text{m}$ .
4. Melihat dari hasil penelitian tentang penggunaan cairan emulsi minyak goreng curah, dapat disimpulkan bahwa cairan pendingin emulsi minyak goreng curah dengan perbandingan 1:20 merupakan cairan yang direkomendasikan untuk dapat digunakan sebagai cairan alternatif.



## 5.2 aram

Saran yang dapat penulis sampaikan dalam penelitian ini adalahsekirannya penelitian ini dapat dikembangkan lagi bagi peneliti selanjutnya untuk memberikan tambahan informasi tentang kualitas cairan pendingin emulsi minyak goreng curahdalam hal penggunaan sebagai *cuting fluid*.Misal bagaimana pengaruhnya terhadap laju korosi benda kerja hasil proses permesinan atau yang lainnya. Sehingga nantinya diharapkan cairan emulsi minyak goreng curah ini dapat benar-benar digunakan sebagai cairan alternatif.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Badan Penerbit Universitas Jember. 2013. *Pedoman Penulisan Karya Tulis Ilmiah, Edisi Keempat*. Jember: Badan Penerbit Universitas Jember.
- Dahlan, Sopiudin. 2010. *Statistika untuk Kedokteran dan Kesehatan*. Jakarta: PT Arkans.
- Efendi, Hoiri. *Mesin Bubut Konvensional*. Ngawi: Teknik Mesin SMK PGRI 1 Ngawi.
- Masrukan, Fatchatul, B., dan Chaerul. 2009. *Pemeriksaan Mikrostruktur, Komposisi Kimia Dan Kekerasan Hasil Pengelasan Paduan Al-606*, Pusat Teknologi Bahan Bakar Nuklir Batan Tangerang, Pusat Teknologi Nuklir dan Radiometri Batan Bandung.
- Munir, H., Leonard, J. dan Syam, R. 2013. *Pengaruh Parameter Pemotongan (Feeding, Cutting Speed, Depth Of Cut) Terhadap Konsumsi Energi Pada Permesinan Bubut*.
- Rochim, Taufiq. 2007. *Perkakas dan Sistem Perkakas (Umur Pahat, Cairan Pendingin Pemesinan)*. Bandung: ITB.
- Rochim, Taufiq. 1993. *Teori & Teknologi Proses Pemesinan*. Bandung: ITB.
- Setyawan, F., B. 2011. *Pengaruh Geometri Sudut Pahat High Speed Steel (Hss) Terhadap Umur Pahat Dan Penyusunan Standard Operating Procedure (SOP) Pengasahan Pahat Pada Proses Bubut Aluminium Paduan Rendah*. Solo: Jurusan Teknik Industri, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Sukandar, A. dan Suma, E., A. 2009. *Pengaruh Cairan Pendingin Emulsi Pada Keausan Pahat Bubut Jenis Hss*. Bandung: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, UPI.
- Wijayanto, D.S., dan Estriyanto, Y. 2005. *Teknologi Mekanik Mesin Perkakas*, Surakarta: UNS Press.

LAMPIRAN A. TABEL PENELITIAN

A.1 Data Hasil Percobaan Pengujian Pengaruh Variasi Campuran Cairan Pendingin Terhadap Konsumsi Energi Pada Proses Bubut Kasar Al 6061

A.1.1 Tabel Hasil Pengujian Daya Listrik

No	Jenis Cairan	Spesimen I				Spesimen II				Spesimen III			
		Daya 1Phase	Daya 3Phase	t (s)	E (kWs)	Daya 1Phase	Daya 3Phase	t (s)	E (kWs)	Daya 1Phase	Daya 3Phase	t (s)	E (kWs)
1	Dromus	0,124	0,215	66	14,175	0,119	0,206	66	13,6031	0,121	0,209	66	13,8318
		0,125	0,217		14,289	0,121	0,209		13,8318	0,125	0,217		14,289
		0,127	0,220		14,518	0,127	0,219		14,5176	0,127	0,219		14,5176
		0,130	0,225		14,861	0,130	0,225		14,8606	0,128	0,222		14,6319
<b>Rata-rata</b>		<b>0,219</b>		<b>14,460</b>	<b>0,215</b>		<b>14,203</b>	<b>0,217</b>		<b>14,318</b>			
2	MGC 1:20	0,120	0,208	66	13,717	0,122	0,211	66	13,9461	0,120	0,209	66	13,7174
		0,123	0,213		14,06	0,124	0,215		14,1747	0,124	0,215		14,1747
		0,127	0,219		14,518	0,127	0,219		14,5176	0,125	0,217		14,289
		0,131	0,226		14,975	0,130	0,225		14,8606	0,129	0,223		14,7462
<b>Rata-rata</b>		<b>0,217</b>		<b>14,318</b>	<b>0,218</b>		<b>14,375</b>	<b>0,216</b>		<b>14,232</b>			
3	MGC 1:30	0,122	0,211	66	13,946	0,121	0,209	66	13,8318	0,120	0,208	66	13,7174
		0,124	0,215		14,175	0,123	0,213		14,0604	0,123	0,213		14,0604
		0,126	0,218		14,403	0,128	0,221		14,6319	0,125	0,217		14,289
		0,133	0,230		15,203	0,131	0,226		14,9749	0,131	0,227		14,9749
<b>Rata-rata</b>		<b>0,219</b>		<b>14,432</b>	<b>0,218</b>		<b>14,375</b>	<b>0,216</b>		<b>14,260</b>			
4	MGC 1:40	0,121	0,209	66	13,832	0,121	0,209	66	13,8318	0,122	0,211	66	13,9461
		0,125	0,216		14,289	0,123	0,213		14,0604	0,125	0,217		14,289
		0,130	0,225		14,861	0,125	0,217		14,289	0,126	0,218		14,4033
		0,133	0,230		15,203	0,130	0,225		14,8606	0,132	0,227		15,0892
<b>Rata-rata</b>		<b>0,220</b>		<b>14,546</b>	<b>0,216</b>		<b>14,260</b>	<b>0,219</b>		<b>14,432</b>			

Keterangan A.1.1 :

Daya 1Phase : Daya hasil pengukuran dengan *Power Analyzer* (kW)

Daya 3Phase :  $\sqrt{3} \times \text{Daya 1Phase}$  (kW)

t : Lamanya waktu pembubutan (s)

E :  $t \times \text{Daya 3Phase}$  (kWs)

**A.2 Data Hasil Percobaan Pengujian Pengaruh Variasi Campuran Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Al 6061 Pada Proses Bubut Kasar**

**A.2.1 Tabel Data Pengujian Kekasaran Permukaan Al 6061**

NO	Jenis Cairan Pendingin	Pengulangan ke	Harga Kekasaran ( $\mu\text{m}$ )				Rata-rata Kekasaran (Ra)
			A	B	C	D	
1.		Ra <sub>1</sub>	0,615	0,613	0,462	0,554	0,561
2.	Dromus (1:30)	Ra <sub>2</sub>	0,725	0,556	0,511	0,553	0,586
3.		Ra <sub>3</sub>	0,613	0,741	0,568	0,436	0,590
4.	Emulsi minyak goreng curah (1:20)	Ra <sub>1</sub>	0,781	0,542	0,460	0,409	0,548
5.		Ra <sub>2</sub>	0,614	0,785	0,488	0,404	0,573
6.		Ra <sub>3</sub>	0,729	0,767	0,576	0,450	0,631
7.	Emulsi minyak goreng curah	Ra <sub>1</sub>	0,746	0,694	0,713	0,522	0,669
8.		Ra <sub>2</sub>	0,647	0,554	0,635	0,469	0,576

9.	(1:30)	Ra <sub>3</sub>	0,761	0,587	0,675	0,469	0,623
10.	Emulsi minyak	Ra <sub>1</sub>	1,597	1,185	0,561	0,340	0,955
11.	goreng curah	Ra <sub>2</sub>	1,150	0,673	0,500	0,513	0,709
12.	(1:40)	Ra <sub>3</sub>	0,708	0,548	0,455	0,478	0,513

### A.3 Data Spesifikasi Titik Nyala Bahan Bakar Menurut ISO TR 29662

Bahan bakar	Titik nyala	Suhu Nyala
Etanol (70%)	16,6 ° C (61,9 ° F) [2]	363 ° C (685 ° F) [2]
Bensin (bensin)	-43 ° C (-45 ° F) [3]	280 ° C (536 ° F) [4]
Diesel (2-D)	> 52 ° C (126 ° F) [3]	256 ° C (493 ° F) [4]
Bahan bakar jet (A/A-1)	> 38 ° C (100 ° F)	210 ° C (410 ° F)
Minyak tanah	> 38-72 ° C (100-162 ° F)	220 ° C (428 ° F)
Minyak sayur (canola)	327 ° C (621 ° F)	
Biodiesel	> 130 ° C (266 ° F)	

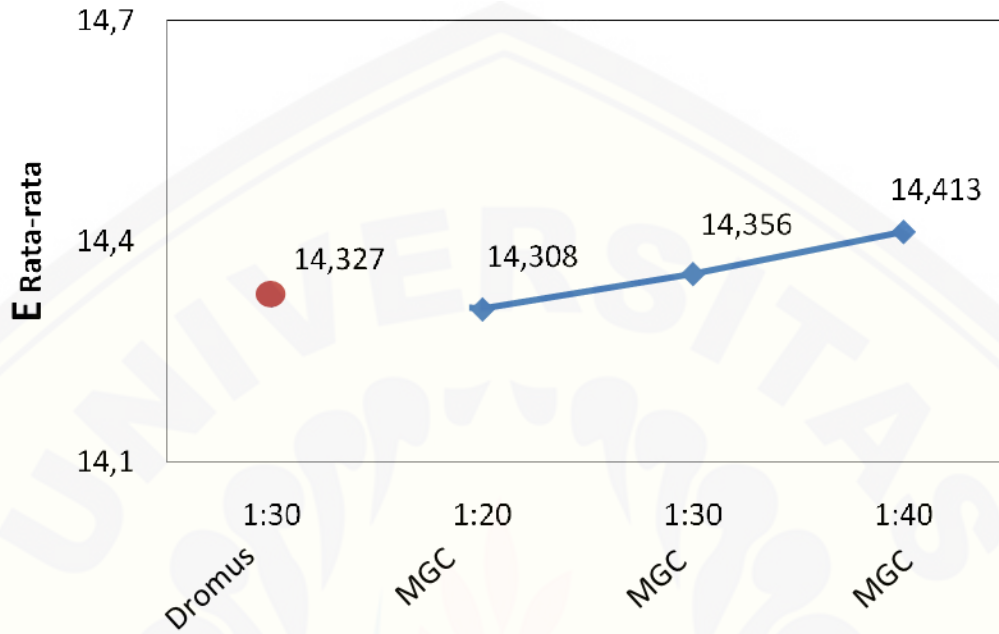
### A.4 Sifat Fisik *Cutting Fluid Soluble Oil*

Menurut Anindita, Sonief dan Sugiarto dalam jurnal “Pengaruh bio cutting fluid minyak jarak dan parameter pemotongan terhadap kekasaran permukaan dan formasi chip baja st-45”

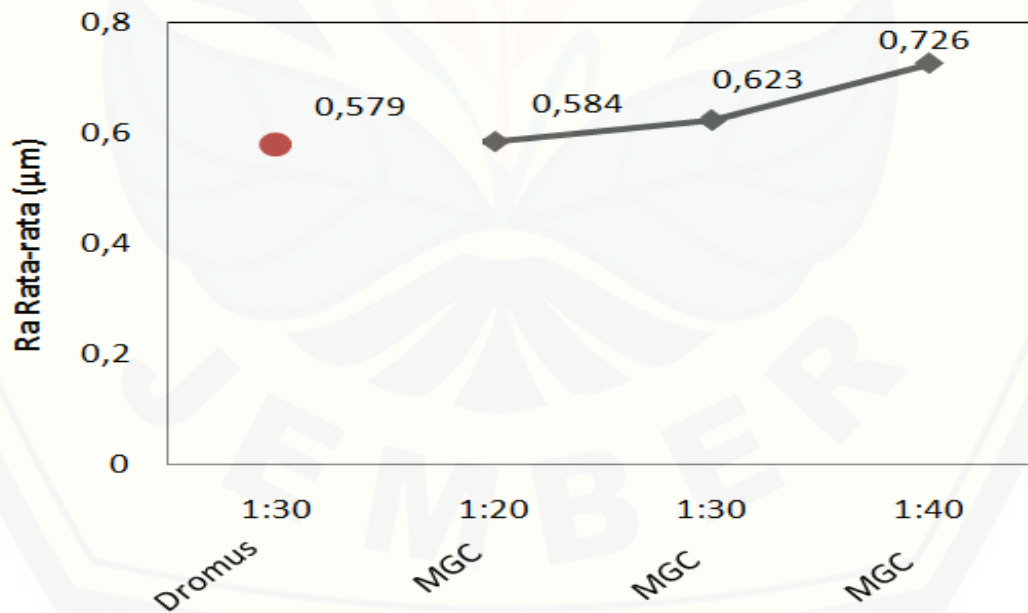
Sifat ( <i>Propertis</i> )	Nilai ( <i>Value</i> )
Kerapatan ( <i>Density</i> ), kg/m <sup>3</sup>	917
Titik Nyala, °C	177
Titik Tuang, °C	-20
Indeks Viskositas	162



LAMPIRAN B. FOTO PENELITIAN



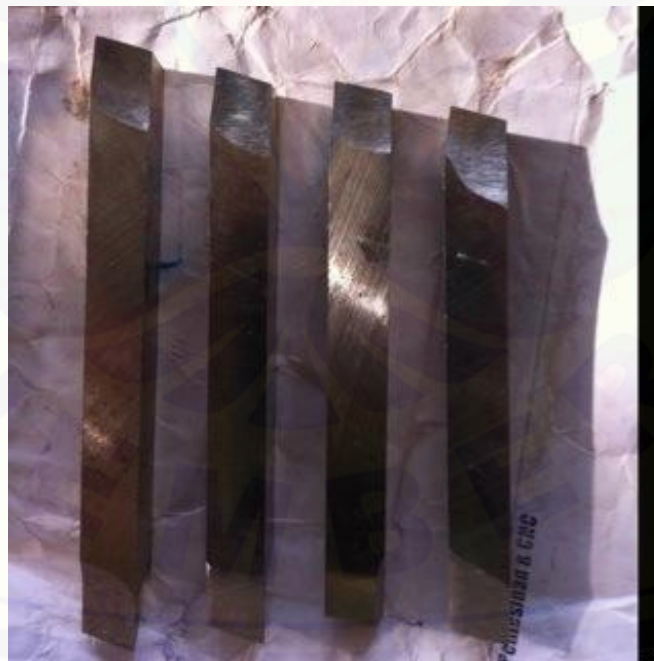
Gambar B.1 Grafik konsumsi energi



Gambar B.2 Grafik Kekasaran Permukaan



Gambar B.3 Benda Kerja

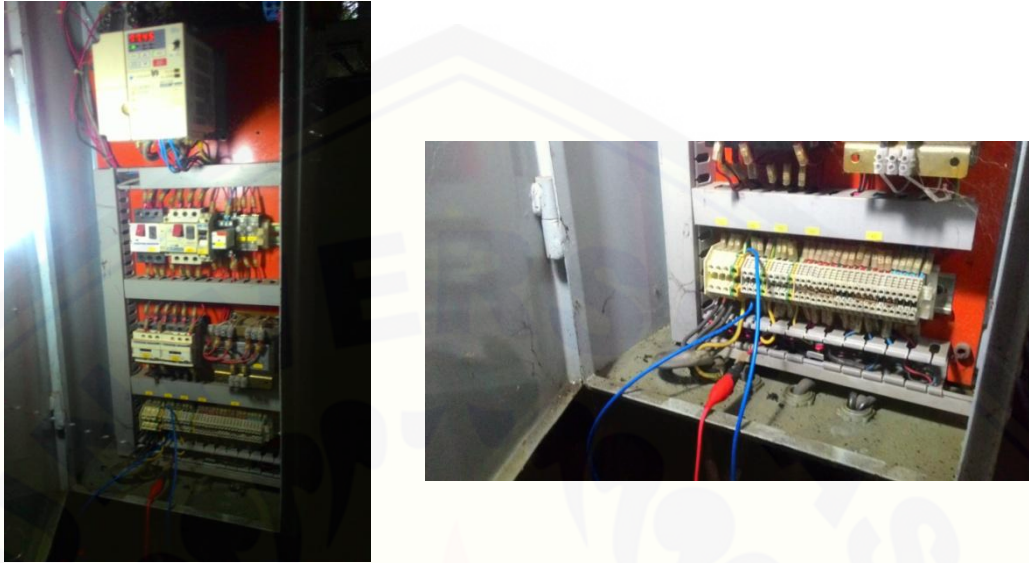


Gambar B.4 Pahat Potong



Gambar B.5 Cairan Pendingin





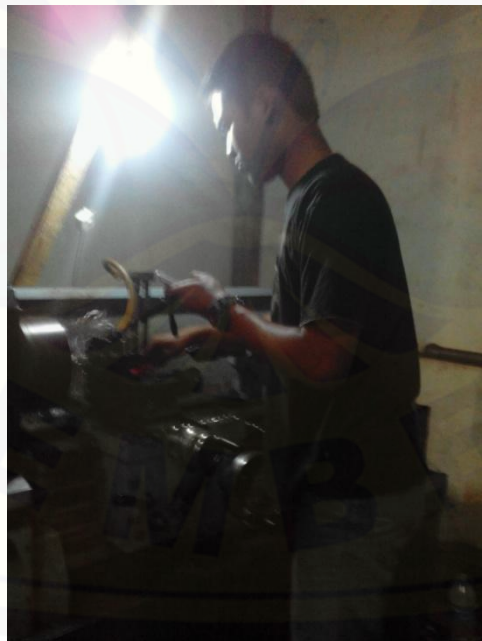
Gambar B.6 Pemasangan *Power Analyzer* Pada Sumber Listrik Mesin Bubut



Gambar B.7 Kalibrasi Alat Ukur *Power Analyzer*

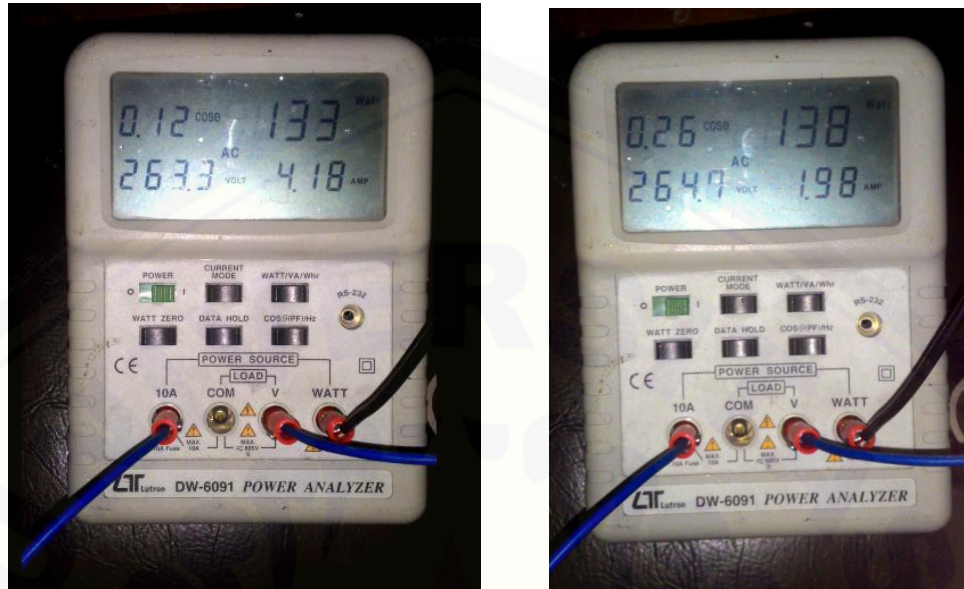


Gambar B.8 Proses Pembubutan



Gambar B.9 Pengukuran lama pembubutan

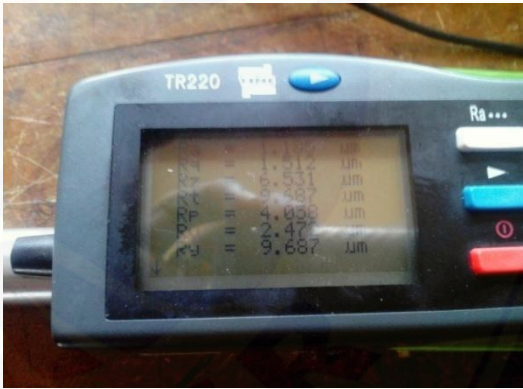




Gambar B.10 Pengukuran Daya Listrik



Gambar B.11 Hasil Proses Bubut



Gambar B.12 Pengukuran Kekasaran Permukaan



Gambar B.13 Pengukuran Viskositas Cairan Pendingin