

## ANALISIS PENGARUH KONDISI PEMOTONGAN TERHADAP KONSUMSI ENERGI LISTRIK PADA MESIN FREIS HERCUS 7264

Febrima Sikano Londong, Rudy Poeng, Yan Tondok

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado

### ABSTRAK

Mesin freis adalah mesin yang membuat perubahan atau memperbaharui permukaan benda kerja dengan menggunakan alat potong (*milling cutter*) yang berputar tegak lurus pada sumbunya. Proses freis juga merupakan mesin perkakas yang menghasilkan geram sama dengan mesin perkakas potong lainnya, sehingga dalam proses pemotongannya membutuhkan konsumsi energi listrik. (Rochim, 2007)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh kondisi pemotongan terhadap konsumsi energi listrik pada mesin freis HERCUS 7264. Penelitian ini adalah penelitian eksperimen, yaitu dengan melakukan pengujian pada mesin freis dengan bervariasi 12 putaran mesin freis untuk mendapatkan data arus listrik pada setiap putaran. Jenis metode penelitian ini metode kuantitatif yang digunakan untuk mendapatkan pengaruh variabel bebas satu variabel berupa kecepatan potong terhadap variabel terikat berupa konsumsi energi listrik pada mesin freis HERCUS 7264.

Hasil dari penelitian ini adalah menunjukkan bahwa bahwa secara aktual terjadi hubungan kecepatan potong terhadap konsumsi energi listrik turun naik, yaitu dengan bertambahnya kecepatan potong, maka konsumsi energi listrik, pada mesin freis HERCUS 7264, cenderung melandai. Dari hasil analisis statistik diperoleh persamaan garis regresi  $\hat{y} = 8440,594 + 1,773x$  yang memprediksi bahwa setiap bertambahnya kecepatan potong 1 m/menit, maka konsumsi energi listrik pada mesin freis HERCUS 7264, akan bertambah sebesar Rp. 1,773 J. Dari hasil uji signifikan menunjukkan bahwa kondisi pemotongan berupa kecepatan potong tidak berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi listrik hasil proses freis HERCUS 7264 yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Unsrat.

Kata kunci: Kecepatan Potong, Konsumsi energi listrik, mesin freis HERCUS 7264

### ABSTRACT

*Milling machine is a machine that makes changes or renews the surface of the workpiece by using a cutting tool (milling cutter) that rotates perpendicular to its axis. The milling process is also a machine tool that produces the same chips as other cutting machine tools, so that the cutting process requires electricity consumption. (Rochim, 2007)*

*The purpose of this study was to analyze the effect of cutting conditions on the consumption of electrical energy in the HERCUS 7264 milling machine. This research is an experimental research, namely by conducting tests on the milling machine by varying 12 milling machine revolutions to obtain electric current data for each rotation. This type of research method is a quantitative method used to obtain the effect of one independent variable in the form of cutting speed on the dependent variable in the form of electrical energy consumption in the HERCUS 7264 milling machine.*

*The results of this study indicate that actually there is a relationship between cutting speed and electrical energy consumption fluctuating, that is, with increasing cutting speed, the consumption of electrical energy on the HERCUS 7264 milling machine tends to be sloping. From the results of statistical analysis, the regression line equation  $y = 8440.594 + 1.773x$  predicts that for every 1 m/min increase in cutting speed, the electrical energy consumption in the HERCUS 7264 milling machine will increase by Rp. 1.773 J. The significant test results show that the cutting conditions in the form of cutting speed do not significantly affect the consumption of electrical energy resulting from the HERCUS 7264 milling process in the Unsrat Mechanical Engineering Laboratory.*

*Keywords: Cutting speed, electrical energy consumption, HERCUS 7264 milling machine*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Sektor industri hingga saat ini merupakan sektor yang mendominasi konsumsi energi di Indonesia, di mana persentasenya mencapai 49,4 persen dari total konsumsi Energi Nasional. Industri di Indonesia yang menggunakan energi sebagian besarnya merupakan industri yang berbasis manufaktur. Beberapa tahun terakhir konsumsi energi khususnya industri manufaktur

menjadi hal yang ramai dibicarakan seiring meningkatnya total biaya produksi.

Besarnya nilai konsumsi energi dalam industri manufaktur dikarenakan proses pembuatan produk manufaktur untuk dapat beroperasi dilakukan dengan bantuan peralatan dan mesin yang memerlukan energi. Sedangkan hampir seluruh proses produksi pembuatan produk manufaktur melakukan proses pemesinan. Proses pemesinan (*Machining process*) merupakan proses

pembentukan suatu produk melalui pemotongan dengan cara membuang bagian benda kerja yang tidak digunakan menjadi geram (*chips*), sehingga terbentuk benda kerja yang diinginkan. (Dimas, 2016)

Proses pemesinan dengan menggunakan prinsip pemotongan logam salah satunya menggunakan mesin perkakas. Lebih dari 50% energi global dikonsumsi oleh mesin perkakas untuk memproduksi berbagai jenis komponen dalam sebuah industri manufaktur. Konsumsi energi tersebut dapat semakin meningkat seiring produksi yang terus menerus dilakukan mesin perkakas. Mesin freis adalah mesin yang membuat perubahan atau memperbaharui permukaan benda kerja dengan menggunakan alat potong (*milling cutter*) yang berputar tegak lurus pada sumbuinya. Proses freis juga merupakan mesin perkakas yang menghasilkan geram sama dengan mesin perkakas potong lainnya, sehingga dalam proses pemotongannya membutuhkan konsumsi energi listrik. (Rochim, 2007) Penelitian yang berhubungan dengan penelitian ini seperti pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Peneliti Sebelumnya

No	Peneliti	Uraian Singkat
1	Marshall, 2015	Pengukuran Gaya dan Perhitungan Daya Pemotongan pada Proses Bubut Material Baja ST 37, hasil penelitiannya bahwa nilai gaya potong spesifik adalah konstan dengan nilai 823 N/mm <sup>2</sup> . Sedangkan daya potong untuk beberapa <i>cutting speed</i> diketahui berharga di bawah harga daya yang tersedia. Selanjutnya, gerak makan diketahui memiliki kontribusi yang dominan dalam mempengaruhi nilai gaya potong spesifik. Dimana hal ini menggambarkan fungsi parameter ini dalam menentukan gaya potong secara empiris.
2	Tintingon, 2022	Analisis Variasi Media Pendingin Terhadap Konsumsi Energi Listrik pada Mesin <i>Bench Drill</i> IXION BT 25, hasil penelitiannya menunjukkan bahwa dengan bertambahnya viskositas media pendingin akan menaikkan konsumsi energi listrik pada mesin <i>bench drill</i> IXION BT 25, akan tetapi tidak signifikan.

Sedangkan penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya, sebab dalam penelitian ini menfokuskan pada variabel terikat konsumsi energi listrik dengan obyek penelitian pada mesin freis HERCUS 7264.

### 1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana mengetahui pengaruh kondisi pemotongan terhadap konsumsi energi listrik pada mesin freis HERCUS 7264.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh kondisi pemotongan terhadap konsumsi energi listrik pada mesin freis HERCUS 7264.

### 1.4 Batasan Masalah

- Mesin freis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mesin freis datar (*Slab milling*) dengan arah pemakanan mengfreia naik (*Up milling*).

- Bahan yang digunakan sebagai benda uji dalam proses freis, yaitu baja karbon rendah berbentuk poros.
- Kondisi pemotongan mesin freis yang dianalisis yaitu berupa kecepatan potong dengan bervariasi putaran mesin freis, sedangkan kedalaman potong konstan dan gerak makan.
- Proses freis tanpa menggunakan cairan pendingin.
- Alat ukur yang digunakan untuk mengukur arus listrik pada mesin freis yaitu tang amper.
- Analisis statistik yang digunakan yaitu analisis regresi linear dan uji signifikansi untuk memprediksi pengaruh kecepatan potong terhadap konsumsi energi listrik pada mesin freis HERCUS 7264.
- Asumsi bahwa pahat freis sangat tajam sehingga tidak menggosok atau menggaruk benda kerja dan keausan pahat tersebut tidak diteliti.

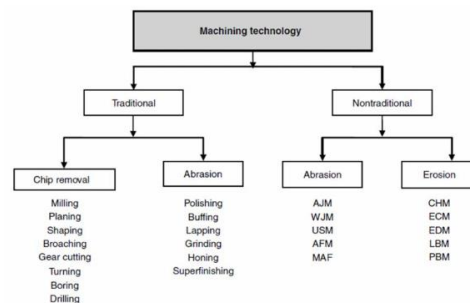
## 1.5 Manfaat Penelitian

- Sebagai masukan serta informasi dalam meningkatkan kualitas produk dari proses freis terkait dengan konsumsi energi listrik.
- Mengetahui prosedur pengukuran arus motor listrik pada mesin freis.
- Memberikan masukan kondisi mesin freis HERCUS 7264 yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Unsrat sehingga dapat dilakukan tindakan pemakaian dan pemeliharaan yang sesuai.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Proses Pemesinan

Pemesinan adalah suatu proses produksi dengan menggunakan mesin perkakas dengan memanfaatkan gerakan relatif antara pahat dengan benda kerja sehingga menghasilkan suatu produk sesuai dengan hasil geometri yang diinginkan. Pada proses ini terdapat sisa dari pengerjaan produk yang biasa disebut geram. Proses pemesinan dilakukan dengan berbagai mesin perkakas untuk tujuan umum pengerjaan yang melibatkan banyak operasi, termasuk pembuangan geram dan teknik abrasi dengan teknik tradisional maupun non tradisional. Gambar 2 merupakan klasifikasi teknologi proses pemesinan dalam manufaktur. (Widarto, 2008)



Gambar 2.1 Klasifikasi Proses Pemesinan

Proses pemesinan dapat diklasifikasikan dalam dua klasifikasi besar yaitu proses pemesinan untuk membentuk benda kerja silindris atau konis

dengan bendakerja atau pahat berputar, dan proses pemesian untuk membentuk benda kerja permukaan datar tanpa memutar benda kerja.

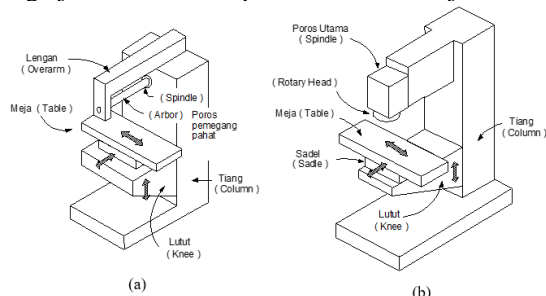
Gerak relatif pahat terhadap benda kerja dapat dipisahkan menjadi dua macam komponen gerakan yaitu gerak potong (*cutting movement*) dan gerak makan (*feeding movement*). Menurut jenis kombinasi dari gerak potong dan gerak makan maka proses pemesian dikelompokkan menjadi tujuh macam proses yang berlainan yaitu (lihat tabel 2.1). (Rochim, 2007)

Tabel 2.1 Proses pemesian

No	Jenis proses	Gerak potong	Gerak makan	Jenis Pahat
1	Bubut	Benda Kerja (Rotasi)	Pahat (Translasi)	Tunggal
2	Gurdi	Pahat (Translasi)	Pahat (Translasi)	Jamak
3	Freis	Pahat (Rotasi)	Benda Kerja (Translasi)	Jamak
4	Mesin Sekrap Sekrap Meja	Pahat (Translasi) Benda Kerja (Translasi)	Benda Kerja (Translasi) Pahat (Translasi)	Tunggal
5	Gergaji	Pahat (Translasi)	-	Jamak

## 2.2 Mein Freis

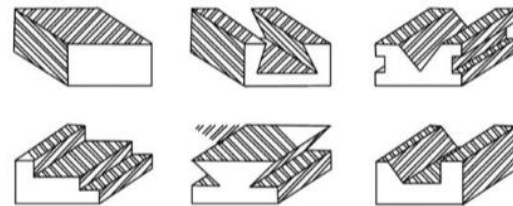
Mesin freis merupakan salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk pengerjaan proses pemesian. Secara umum mesin freis didefinisikan sebagai mesin perkakas yang berfungsi untuk pengerjaan datar atau perataan benda kerja.



Gambar 2.2 Mesin freis (a) Datar (b) Tegak

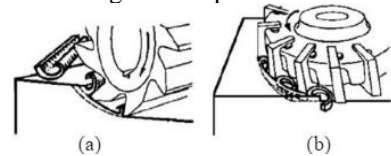
### 2.2.1 Proses Pemesian Freis

Proses pemesian freis (*milling*) adalah proses penyayatan benda kerja menggunakan alat potong dengan mata pisau (pahat) jamak yang berputar. Mata pisau jamak tersebut berputar pada kecepatan tinggi melawan benda kerja dan membuang logam (geram) sangat cepat dengan banyak variasi sudut pemotongan. Proses penyayatan dengan gigi potong yang banyak tersebut dapat menghasilkan proses pemesian yang lebih cepat, sehingga proses freis banyak di aplikasikan dalam proses produksi. Jenis komponen dan hasil pemesian freis ditunjukkan pada gambar 2.3.



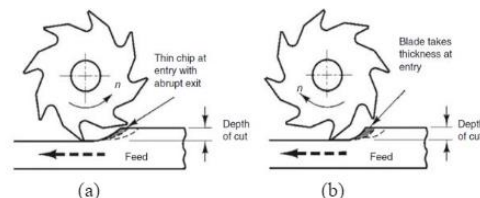
Gambar 2.3 Komponen Hasil Pemesian Freis

Dua jenis utama pahat freis (*milling cutter*) adalah pahat freis selubung/mantel (*slab milling cutter*) dan pahat freis muka (*face milling cutter*), lihat gambar 2.4. Pahat freis termasuk pahat bermata potong jamak dengan jumlah mata potong sama dengan jumlah gigi freis (*z*). Sesuai dengan jenis pahat yang digunakan dikenal dua macam cara yaitu mengefreis datar (*slab milling*) dengan sumbu putaran pahat freis selubung sejajar permukaan benda kerja, dan mengefreis tegak (*face milling*) dengan sumbu putaran pahat freis muka tegak lurus permukaan benda kerja.



Gambar 2.4 Proses freis (a) Datar (b) Tegak

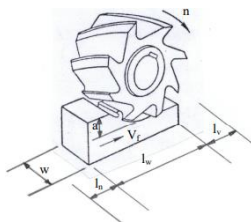
Proses freis turun akan menyebabkan benda kerja lebih tertekan ke meja dan meja terdorong oleh pahat yang mungkin suatu saat (secara periodik) gaya dorongnya akan melebihi gaya dorong ulir/roda gigi penggerak meja. Apabila sistem kompensasi “keterlambatan gerak balik” (*back lash compensator*) tidak begitu baik maka mengefreis turun dapat menimbulkan getaran bahkan kerusakan. Proses freis naik lebih banyak dipilih karena alasan di atas sehingga dinamakan cara konvensional. Akan tetapi, mengefreis naik akan mempercepat keausan pahat karena mata potong lebih banyak mengesek benda kerja yaitu pada saat mulai memotong (dimulai dengan ketebalan geram nol) dan selain itu permukaan benda akan lebih kasar. Selanjutnya mengefreis datar dibedakan menjadi dua macam cara yaitu, mengefreis naik (*up milling/conventional milling*) dan mengefreis turun (*down milling*).



Gambar 2.4 (a) Freis naik (b) Freis turun

Berbeda dengan proses pemesian yang lain, proses freis tidak menghasilkan geram dengan tebal yang tetap melainkan berbentuk koma. Tebal geram tersebut dipengaruhi gerak makan pergigi ( $f_z$ ) dan sudut posisi yang pada setiap saat berubah harganya

karena perubahan posisi mata potong (gigi pahat freis). Elemen dasar proses freis datar dirumuskan berdasarkan Gambar 3.5, diantaranya: (Rochim, 2007)



Gambar 2.5 Proses Freis Datar

- Kecepatan potong

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n_z}{1000} \text{ (m/menit)} \quad (2.1)$$

Dimana,

$d$  = diameter pahat freis (mm)

$n_z$  = putaran mesin freis (rpm).

- Kecepatan makan

$$V_f = f_z \cdot z \cdot n_z \text{ (mm/menit)} \quad (2.2)$$

dimana,

$f_z$  = gerak makan per gigi (mm/r)

$z$  = jumlah mata potong (gigi)

- Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{L_t}{V_f \cdot 60} \text{ (jam)} \quad (2.3)$$

dimana,

$L_t$  = panjang pemotongan total (mm)

=  $l_v + l_w + l_n$

$l_v$  = panjang pengawalan (mm)

Untuk freis datar  $l_v = 1$  mm.

$l_w$  = panjang pemotongan benda kerja (mm)

$l_n$  = panjang pengakhiran (mm)

Untuk freis datar  $l_n = 0$ .

### 2.2.2 Komponen Utama Mesin Frais

Bagian mesin freis sangat bervariasi dan masing-masing bagiannya mempunyai peranan atau fungsi yang sangat penting. Bagian mesin freis adalah komponen-komponen yang mendukung mesin perkakas ini sehingga gerak utamanya bisa berputar dan alat potongnya bisa bergerak dengan benar. Dengan begitu, mesin freis pun bisa menyayat berbagai benda kerja sehingga tercipta sebuah bentuk tertentu. Berikut ini adalah daftar komponen mesin freis dari bagian bawah hingga bagian paling atas. Setiap komponen dirancang dengan fungsi utama yang berbeda dari komponen lain. (Rochim, 2007)

#### 1. *Base*

*Base* merupakan pondasi yang menopang badan/tiang serta seluruh komponen mesin freis. Pada beberapa mesin, base memiliki rongga sebagai tempat fluida pemotongan.

#### 2. *Column* (Tiang)

*Column* merupakan dudukan utama atau badan mesin dimana komponen mesin freis yang terpasang secara vertikal dari *base* sekaligus rumah dari mekanisme penggerak

untuk *spindle* dan *table feed*. *Column* membentuk bagian utama dari mesin freis, memberikan dukungan untuk bagian lain seperti *knee*, *saddle* dan meja.

#### 3. *Knee*

Merupakan bagian mesin untuk menopang/menahan meja yang memiliki mekanisme gerak pemakanan (*feed*) mesin. *Knee* terpasang di depan *Column* dan dirancang untuk dapat dipindahkan ke atas atau bawah dengan cara digeser melalui sebuah sekrup.

#### 4. *Saddle*

*Saddle* terletak diatas *knee* dan dapat bergeser 90° dari *column* yang berfungsi sebagai jalur gerak meja.

#### 5. *Table* (Meja)

Meja melekat di bagian atas *saddle*. Meja dapat dipindahkan dari kiri ke kanan, maju dan mundur. Pada mesin frais universal, meja jugadapat berputar 45° ke kiri atau kanan. Meja digunakan untuk memegang benda kerja saat sedang dilakukan proses pemesinan. Benda kerja dapat dijepit langsung ke permukaan meja atau dengan menggunakan perangkat lain yang telah melekat pada meja. Pada permukaan meja *adatee-slotyang* digunakan untuk menjepit perangkat penggenggam benda kerja, seperti *fixtures*, kepala pembagi dan sebagainya. Meja terbuat dari besi cor.

#### 6. *Spindle*

*Spindle* digunakan untuk menahan, dan mendorong pahat atau benda kerja serta memiliki kekakuan, akurasi rotasi, dan ketahanan aus tingkat tinggi. Baja karbon sedang mengandung 0,5% C digunakan untuk membuat *spindle* dengan kekerasan permukaan sekitar 40 *Rockwell* (HRC). *Spindle* biasanya dibuat berongga dan dilengkapi dengan *internal* lancip di ujung untuk mengakomodasi pusat dari pahat.

#### 7. Motor Penggerak

Motor berfungsi menggerakkan sistem penggerak seperti *spindle* utama, meja (*feeding*) dan pompa pendingin (*cooling*). Pada mesin freis manual sedikitnya terdapat 3 buah motor.

#### 8. Transmisi

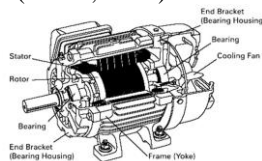
Merupakan bagian mesin yang menghubungkan motor penggerak dengan yang digerakkan. Berdasarkan bagian yang digerakkan dibedakan menjadi dua macam yaitu transmisi *spindle* utama dan transmisi *feeding*. Berdasarkan sistem tranmisinya dibedakan menjadi dua macam yaitu transmisi *gear box* dan transmisi *v-belt*.

#### 9. Sistem Kendali

Merupakan pengatur dari bagian-bagian mesin yang bergerak. Ada dua sistem panel kendali yaitu mekanik dan elektrik.

### 2.3 Konsumsi Energi Listrik

Mesin penggerak adalah suatu mesin yang amat vital dalam proses permesinan yang berhubungan dengan gaya mekanik yang bertujuan untuk mendapat efek gerakan pada suatu komponen yang diam dengan adanya mesin penggerak maka komponen itu berkerja dengan semestinya. Ada pun secara umum pengklasifikasi mesin penggerak yaitu ada 2 mesin penggerak listrik dan motor bakar. Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektro magnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan, misalnya memutar poros spindel mesin bubut. Motor listrik digunakan juga di rumah (mixer, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja”nya industri. Diperkirakan motor-motor menggunakan sekitar 70% total energi listrik di industri. Motor induksi tiga fasa banyak digunakan oleh dunia industri karena memiliki beberapa keuntungan. Rumus daya listrik dibagi menjadi daya listrik 1 phase dan daya listrik 3 phase. Rumus daya listrik 1 phase sedikit berbeda dengan daya listrik 3 phase, perbedaan ini hanya terletak pada penambahan akar tiga pada daya listrik 3 phase. (Hasan, 2015)



Gambar 2.6 Potongan konstruksi motor listrik

- Rumus Daya Listrik 1 Phase

$$P = \frac{V \cdot I \cdot \cos \varphi}{1000} \text{ (kW)} \quad (2.5)$$

- Rumus Daya Listrik 3 Phase

$$P = \left( \frac{\sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi}{1000} \right) \text{ (kW)} \quad (2.6)$$

dimana,

$V$  = tegangan listrik (volt)  
 untuk 3 phase 380 volt  
 untuk 1 phase 220 volt

$I$  = arus listrik (Ampere)

$\cos \varphi$  =faktor daya.

Energi listrik adalah energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik/energi yang tersimpan dalam arus listrik dengan satuan amper (A) dan tegangan listrik dengan satuan Volt (V) dengan ketentuan kebutuhan konsumsi daya listrik dengan satuan Watt (W) untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan ataupun untuk menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain.

Agar peralatan listrik dan alat elektronik dapat digunakan, tentunya diperlukan energi tegangan listrik yang sesuai dengan kebutuhan alat tersebut. Karena apabila Energi listrik tidak sesuai

dengan kebutuhan peralatan listrik dan alat elektronik dapat berdampak pada alat tersebut misalnya tidak dapat beroperasi, beroperasi tidak maksimal, atau bahkan alat tersebut bisa rusak. Kesesuaian energi listrik tersebut mencakup tipe tegangan atau arus yang diperlukan ( AC atau DC ), besar kecilnya tegangan yang diperlukan, serta arus minimal atau terendah yang dibutuhkan. Pemakaian daya listrik atau energi listrik dalam proses pemotongan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan, (Hasan, 2015)

$$W = P \cdot t_c \cdot 3600000 \text{ (J)} \quad (2.7)$$

dimana,  $P$  = daya motor listrik (kW)

$t_c$  = waktu pemotongan (Jam).

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Unsrat ruangan Kelompok Dosen Keahlian (KDK) Manufaktur dan Otomasi. Dan waktu pelaksanaan November 2022 sampai April 2023.

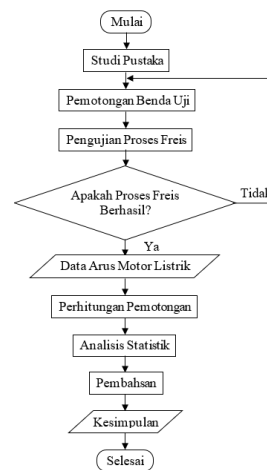
### 3.2 Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian yaitu baja karon rendah berbentuk poros. Sedangkan peralatan yang digunakan dalam penelitian:

- 1) Mesin HERCUS 7264 dan perlengkapannya
- 2) Gerinda tangan dan perlengkapannya
- 3) Sigmat dan mistar baja
- 4) Tang ampere.

### 3.1 Prosedur Penelitian

Penelitian ini adalah metode penelitian eksperimen, termasuk jenis metode penelitian kuantitatif yang digunakan untuk mendapatkan pengaruh variabel bebas kondisi pemotongan berupa kecepatan potong terhadap variabel terikat berupa konsumsi energi listrik pada mesin freis.

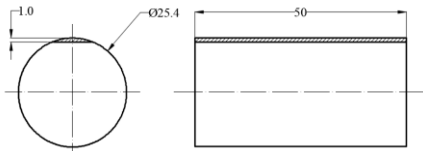


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.3 Pengolahan Data

#### 3.3.1 Pengujian Proses Freis

- Benda Uji  
 Bahan : Baja karbon rendah berbentuk poros  
 Panjang : 50 mm  
 Diameter : 25,4 mm.



Gambar 3.2 Benda Uji

- Mesin Freis  
 Merek : HERCUS  
 Tipe : CF 7264  
 Sudut potong utama ( $\chi_r$ ) : 90<sup>0</sup>  
 Jenis pahat : HSS  
 Diameter pahat freis : 50 mm  
 Jumlah gigi : 8 buah.



Gambar 3.3 Mesin Freis HERCUS7264

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil Pengamatan

Hasil pengamatan dari penelitian ini berupa data arus listrik hasil pengukuran dari pengujian pada proses freis yang dilakukan. Data ini merupakan data primer yang diperoleh langsung dari pengukuran pada 12 benda uji. Hasilnya seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Arus Listrik Hasil Pengujian

No	Putaran; $n_z$ (rpm)	Kedalaman Potong; $a$ (mm)	Arus Listrik; $I$ (A)
1	85	1,0	3,8
2	120	1,0	3,6
3	165	1,0	3,8
4	190	1,0	3,6
5	240	1,0	3,7
6	260	1,0	3,6
7	375	1,0	4,0
8	460	1,0	4,1
9	660	1,0	3,9
10	715	1,0	3,8
11	895	1,0	3,7
12	1030	1,0	3,8

Tabel 4.1 memuat hasil banyaknya pengukuran arus listrik dengan menggunakan 12 variasi putaran mesin

freis. Dimana setiap data putaran yang digunakan sesuai dengan kondisi yang ada pada mesin HERCUS 7264 di Laboratorium Teknik Mesin Unsrat.

### 4.2 Hasil Pengolahan Data

Hasil perhitungan kecepatan potong, daya listrik dan konsumsi energi listrik pada mesin freis HERCUS 7264, diperlihatkan pada Tabel 4.2.

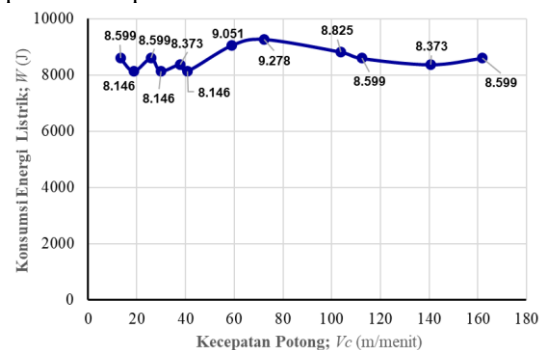
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan

No	Putaran; $n_z$ (rpm)	Kecepatan Potong; $V_c$ (m/menit)	Daya Listrik; $P$ (kW)	Konsumsi Energi Listrik; $W$ (J)
1	85	13,352	0,669	8.599
2	120	18,850	0,634	8.146
3	165	25,918	0,669	8.599
4	190	29,845	0,634	8.146
5	240	37,699	0,651	8.373
6	260	40,841	0,634	8.146
7	375	58,905	0,704	9.051
8	460	72,257	0,722	9.278
9	660	103,673	0,686	8.825
10	715	112,312	0,669	8.599
11	895	140,586	0,651	8.373
12	1030	161,792	0,669	8.599

### 4.3 Pembahasan

#### 4.3.1 Hubungan Kondisi Pemotongan Terhadap Konsumsi Energi Listrik

Berdasarkan hasil perhitungan kondisi pemotongan berupa kecepatan potong sebagai variabel bebas dan konsumsi energi daya listrik sebagai variabel terikat dalam penelitian ini, maka dapat dibuatkan grafik aktual hubungan tersebut, seperti diperlihatkan pada Gambar 4.1.



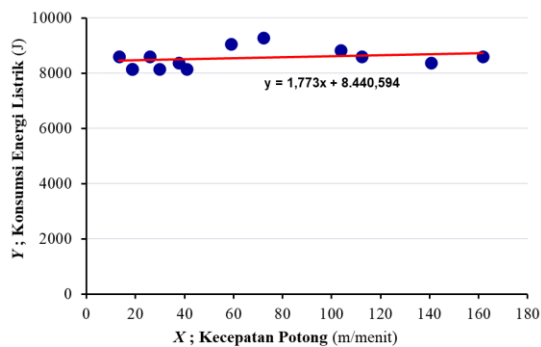
Gambar 4.1 Grafik Aktual Dengan Kecepatan potong Terhadap Konsumsi Energi Listrik

Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa dari 12 kali pengujian dengan variasi putaran sehingga diperoleh 12 variasi kecepatan potong terhadap konsumsi energi listrik. Terlihat bahwa secara aktual hubungan kecepatan potong terhadap konsumsi energi listrik turun naik, yaitu dengan bertambahnya kecepatan potong,  $V_c$ , maka konsumsi energi listrik,  $W$  pada mesin freis HERCUS 7264, cenderung melandai.

#### 4.3.2 Analisis Statistik

- Perhitungan Regresi Linear

Untuk memprediksi kondisi pemotongan berupa kecepatan potong terhadap pemakaian daya listrik dari hasil pengujian yang dilakukan pada mesin freis HERCUS 7264, dapat dilakukan dengan perhitungan regresi linear sederhana. Dalam perhitungan ini terdapat satuvariabel bebas (indenpenden)  $x$  adalah kecepatan potong dan variabel terikat (dependen)  $y$  adalah konsumsi energi listrik.



Gambar 4.2 Grafik Garis Regresi Linear

Gambar 4.2. Karena hasil persamaan garis regresi linear yang diperoleh dengan gradien positif, dapat diprediksi bahwa setiap bertambahnya kecepatan potong 1 m/menit, maka konsumsi energi listrik pada mesin freis HERCUS 7264, akan bertambah sebesar 1,773 J.

#### 4.3.3 Uji Signifikan

Untuk mengetahui apakah hubungan kondisi pemotongan berupa kecepatan potong terhadap pemakaian daya listrik berpengaruh secara signifikan, maka dapat dilakukan uji simultan secara statistik dengan melakukan uji F

Hasil uji F yang diperoleh  $F_{hitung} < F_{tabel}$  yaitu  $0,654 < 4,96$ , maka hipotesis nol  $H_0$  diterima. Artinya kondisi pemotongan berupa kecepatan potong tidak berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi listrik hasil proses freis HERCUS 7264 yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Unsrat.

## V. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Hasil analisis yang diperoleh dari penelitian ini adalah menunjukkan bahwa secara aktual terjadi hubungan kecepatan potong terhadap konsumsi energi listrik turun naik, yaitu dengan bertambahnya kecepatan potong, maka konsumsi energi listrik, pada mesin freis HERCUS 7264, cenderung melandai.

Dari hasil analisis statistik diperoleh persamaan garis regresi  $\hat{y} = 8440,594 + 1,773x$  yang memprediksi bahwa setiap bertambahnya kecepatan potong 1 m/menit, maka konsumsi energi listrik pada mesin freis HERCUS 7264, akan bertambah sebesar 1,773 J.

Dari hasil uji signifikan menunjukkan bahwa kondisi pemotongan berupa kecepatan potong tidak

berpengaruh signifikan terhadap konsumsi energi listrik hasil proses freis HERCUS 7264 yang ada di Laboratorium Teknik Mesin Unsrat.

### 5.2 Saran

1. Dapat dilakukan pengujian proses freis menggunakan cairan pendingin atau proses pemesinan basah.
2. Diharapkan penelitian ini dapat dikembangkan pada mesin perkakas lainnya.
3. Dapat dilakukan pegujian proses freis dengan bervariasi beberapa variabel kondisi pemotongan, sehingga dapat diketahui pengaruhnya terhadap pemakaian daya listrik lebih dari satu variabel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dimas, R, H, 2016. Analisis Konsumsi Energi Listrik Pada Mesinfrais Universal Milko 12 Dengan variasi Parameter Pemesinan, Fakultas Teknik universitas Lampungbandar Lampung. (<https://docplayer.info/31149870-Analisis-konsumsi-energi-listrik-pada-mesin-frais-universal-milko-12-dengan-variasi-parameter-pemesinan-dimas-rizky-hermanto.html>)
- Harinaldi, 2002. Prinsip-prinsip Statistik untuk Teknik dan Sains, Erlangga, Jakarta.
- Hasan, M, 2015. Makalah Tang Ampere (*Clamp Meter*), Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung.
- Marshal, Z, 2015. Pengukuran Gaya dan Perhitungan Daya Pemotongan pada Proses Bubut Material Baja ST 37. Diss. Universitas Andalas.
- Neyland, J, Rudy Poeng dan I Nyoman Gede, 2021. *Effect of Machining Parameter Variance toward Turning Machine Machinability, Iconic Research And Engineering Journals*. Vol.5. Issue 6.
- Rochim, T, 2007. Klasifikasi Proses Gaya dan Daya Pemesinan, Institut Teknologi Bandung.
- Tintingon, G, Rudy Poeng dan Romels Lumintang, 2022. Analisis Variasi Media Pendingin Terhadap Konsumsi Energi Listrik Pada Mesin Bench Drill IXION BT 25, *Jurnal Poros Teknik Mesin* 12.1.
- Ulaan, T, Rudy Poeng, Irvan Rondonuwu, 2022. Pengaruh Pemesinan Bubut Kering Terhadap Daya Motor Listrik Dengan Menvariasikan Putaran Spindel, *Jurnal Teknik Mesin Unsrat*, Vol.11. Nomor 2.
- Yuliara, I, M, 2016. Regresi Linear Berganda, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana.