



**PENGARUH VARIASI KECEPATAN SPINDEL DAN JUMLAH MATA  
PAHAT PADA PROSES *MILLING* TERHADAP KEKASARAN  
PERMUKAAN BAJA ST 60**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

*(S.T) Pada Program Studi Teknik Mesin*



Disusun Oleh :

**Khoirunniam Al Faiz**

**NPM.216.01.052.015**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

**MALANG**

**2022**

## ABSTRAK

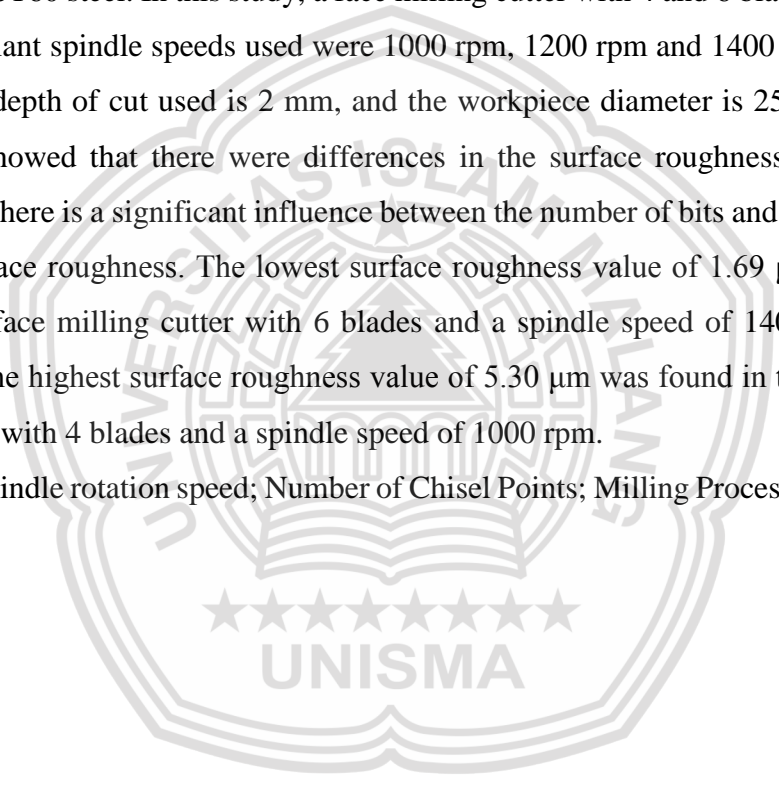
Mesin frais, yang dikenal juga sebagai milling machine, ialah merupakan salah satu jenis dari mesin perkakas konvensional yang fungsi yang digunakan alat untuk meratakan permukaan sebuah material. Mesin ini menggunakan pisau yang bergerak sementara benda kerja diam dijepit. Peran mesin frais dalam industri sangat penting karena mampu mengolah logam dalam skala besar. Mesin frais dapat membentuk benda dengan bentuk kubik, seperti pembuatan roda gigi dan pembuatan alur pada poros. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh variasi jenis pahat dan kecepatan spindel terhadap kekasaran permukaan baja ST60. Dalam penelitian ini, digunakan jenis pahat face milling cutter dengan 4 dan 6 mata pahat. Kecepatan spindel varian yang digunakan adalah 1000 rpm, 1200 rpm, dan 1400 rpm. Selain itu, kedalaman potong yang digunakan adalah 2 mm, dan diameter benda kerja sebesar 25,8 mm. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan kekasaran permukaan pada benda kerja. Terdapat pengaruh signifikan antara jumlah mata pahat dan kecepatan spindel terhadap kekasaran permukaan. Nilai kekasaran permukaan terendah sebesar 1,69  $\mu\text{m}$  terdapat pada jenis pahat face milling cutter dengan 6 mata pahat dan kecepatan spindel 1400 rpm. Sedangkan nilai kekasaran permukaan tertinggi sebesar 5,30  $\mu\text{m}$  terdapat pada jenis pahat face milling cutter dengan 4 mata pahat dan kecepatan spindel 1000 rpm.

Kata Kunci: Kecepatan putaran Spindle; Jumlah Mata Pahat; Proses Milling; Baja ST60.

## ABSTRACT

A milling machine, also known as a milling machine, is a type of conventional machine tool whose function is used to flatten the surface of a material. This machine uses a blade that moves while the workpiece is still clamped. The role of the milling machine in industry is very important because it is capable of processing metal on a large scale. Milling machines can shape objects with cubic shapes, such as making gears and making grooves on shafts. This study aims to examine the effect of variations in tool type and spindle speed on the surface roughness of ST60 steel. In this study, a face milling cutter with 4 and 6 blades was used. The variant spindle speeds used were 1000 rpm, 1200 rpm and 1400 rpm. In addition, the depth of cut used is 2 mm, and the workpiece diameter is 25.8 mm. The results showed that there were differences in the surface roughness of the workpieces. There is a significant influence between the number of bits and spindle speed on surface roughness. The lowest surface roughness value of 1.69  $\mu\text{m}$  was found in the face milling cutter with 6 blades and a spindle speed of 1400 rpm. Meanwhile, the highest surface roughness value of 5.30  $\mu\text{m}$  was found in the face milling cutter with 4 blades and a spindle speed of 1000 rpm.

Keywords: Spindle rotation speed; Number of Chisel Points; Milling Process; ST60 steel



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangan zaman teknologi didunia ini semakin maju entah di teknologi ataupun pendidikan, salah satunya teknologi produksi yaitu di tuntut untuk mendapatkan produk dengan hasil produksi yang sesuai dengan standart internasional, baik itu dilihat dari bentuk profilnya, kepresisian ukuran, kekasaran permukaan, dan banyak hal yang lain yang harus sesuai dengan standar internasional yang diberlakukan. Hal ini menuntut perlunya dikembangkan ilmu produksi yang berkaitan dengan ilmu merancang, ilmu bahan, ilmu pemesinan [1].

Terdapatnya mesin teknologi yang mempermudah atau meringankan manusia untuk bekerja terutama dalam pembuatan komponen-komponen mesin, kebutuhan teknologi, bangunan dan lain-lain. Contoh mesin tersebut yaitu adalah Mesin Bubut (*turning machine*), Mesin Frais (*milling machine*), Mesin Bor (*drilling machine*), Mesin Skrap (*shaping machine*), Mesin Las (*welding*), Mesin Grinda (*grinding machine*), CNC, dan lain-lain. Sehingga adanya mesin-mesin tersebut menjadi mempermudah manusia dan menuai hasil produksi semakin efisien dan lebih presisi dengan ketelitian yang tinggi salah satunya adalah mesin frais yang termasuk dalam mesin perkakas.

Mesin Frais (*milling machine*) merupakan salah satu mesin perkakas konvensional yang mampu digunakan untuk meratakan, mesin ini menggunakan pisau yang bergerak sedangkan benda kerja diam di cekam. Mesin frais mempunyai peran di dalam dunia industri yang amat sangat penting karena mampu bekerja logam-logam besar dan berproduksi dengan skala besar. Mesin frais dapat mengerjakan dan membentuk benda-benda berbentuk kubistis yang mempunyai contoh seperti pembuatan roda gigi, membuat alur di poros, dan sebagainya. Mesin frais sendiri merupakan suatu proses pemakanan (*feeding*) benda kerja yang sayatannya dilakukan dengan cara

memutar pahat kemudian dicenterkan kebenda kerja yang digerakan menggunakan meja cekam dengan sumbu x, y, z.

Pemotongan dalam proses milling yang mempengaruhi kekasaran yaitu kecepatan putar spindle dan kecepatan potong. Kesesuaian kedua parameter pemotongan tersebut diukur berdasarkan indikator kualitas permukaan, yakni tingkat kekasaran permukaan benda kerja setelah dipotong dengan mesin frais [2].

Kecepatan pemotongan merupakan salah satu parameter juga dalam proses permesinan yang berguna dalam proses pengefraisan agar benda kerja menjadi rata. Kerataan dan kekasaran permukaan adalah suatu hal yang mutlak diperhatikan dalam proses pemmesinan, karena dapat mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan.

Tidak ratanya permukaan yang tinggi yang terdapat pada komponen-komponen rangkaian mesin dapat menyebabkan kerusakan salah satunya yaitu keausan yang mengakibatkan proses pengerjaan atau proses jalannya mesin akan terhambat. Oleh sebabnya tingkat kerataan dan kekasaran permukaan yang di hasilkan dari proses pengefraisan amat sangat diperhatikan agar supaya hasil dari proses pengefraisan kerataan dan kekasaran yang rendah [3].

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan bahan benda kerja untuk dijadikan komponen-komponen pada mesin dan industri, antara lain pertimbangan fungsi, pembebanan, dan kemudahan dalam pencarian di pasaran. Mempertimbangkan hal tersebut, maka bahan yang digunakan untuk ini proses pengerjaan pemotongan menggunakan bahan yang paling sesuai untuk material baja ST 60 dengan komposisi karbon pada besi sebesar 0,3% C – 0,59% C dengan titik didih 1550<sup>0</sup>C dan titik lebur 2900<sup>0</sup>C [4].

[5], Melakukan penelitian yang berjudul “Pengaruh jenis pahat, kecepatan spindle, dan kedalaman pemakanan terhadap tingkat kekasaran permukaan dan bentuk geram baja ST 41 pada mesin frais konvensional dengan metode analisis data untuk mengetahui proses pengefraisan dengan memvariasi pahat HSS Japan, HSS JCK, HSS Sutton, dengan kedalaman 0,2 mm, 0,4 mm, 0,6 mm. Kecepatan putaran selama proses pengefraisan menggunakan

kecepatan yaitu 540 rpm 910 rpm dan 1500 rpm. Kemudian yaitu menilai hasil setiap proses pengefraisan pada kekasaran benda kerja baja St 60 dengan menggunakan alat *surface taster*.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis berkeinginan untuk melakukan penelitian mengenai variasi jenis pahat, kecepatan spindle dan kekasaran dengan judul **“PENGARUH VARIASI KECEPATAN SPINDEL DAN JUMLAH MATA PAHAT PADA PROSES MILLING TERHADAP KEKASARAN PERMUKAAN BAJA ST 60”**.

### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh variasi pahat *face milling cutter* 4 gigi pahat dan 6 gigi pahat terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja dengan variasi kecepatan *spindel* mesin 1000 rpm, 1200 rpm, dan 1400 rpm?
2. Hasil manakah yang menghasilkan nilai kekasaran optimal pada *face milling cutter* 4 gigi pahat dan 6 gigi pahat dengan variasi kecepatan *spindel* mesin 1000 rpm, 1200 rpm, dan 1400 rpm?

### 1.3 Batasan Masalah

Mengingat ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai kekasaran permukaan benda kerja , maka penelitian ini dibatasi pada :

1. Permasalahan yang diteliti hanya pada faktor pengaruh variasi gigi pahat dan kecepatan mesin terhadap tingkat kekasaran benda kerja.
2. Jenis pahat yang digunakan yaitu *face milling cutter* 4 gigi pahat 6 gigi pahat.
3. Bahan yang digunakan sebagai material yaitu baja ST 60.
4. Mesin yang digunakan yaitu mesin frais konvensional.
5. Cairan pendingin yang digunakan adalah *coolend*.
6. Putaran mesin 1000 rpm, 1200 rpm, dan 1400 rpm.
7. Kedalaman potong 2 mm dengan 2 kali jalan.
8. Alat untuk mengukur tingkat kekasaran menggunakan *surface tester*.

9. Benda kerja dengan diameter 25,8 mm atau 1”.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi gigi pahat dan kecepatan spindle mesin terhadap tingkat kekasaran permukaan benda kerja.
2. Untuk mengetahui parameter manakah yang menghasilkan nilai kekasaran paling optimal pada variasi gigi pahat dan kecepatan spindle mesin.
3. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh pada nilai kekasaran setelah dilakukannya pengujian.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan memberikan pengetahuan tentang pengaruh variasi mata pahat dan kecepatan mesin pada proses permesinan frais terhadap tingkat kekasaran benda kerja.
2. Dapat memberikan informasi sebagai referensi tambahan yang ingin melakukan riset secara khusus di bidang manufaktur.
3. Sebagai pemenuhan syarat untuk memperoleh gelar S1 pada program studi Teknik Mesin Universitas Islam Malang.

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan dalam memahami isi keseluruhan dari penelitian ini maka sistematika penulisannya adalah sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan mengenai latar belakang dibuatnya penelitian, perumusan pokok masalah, batasan permasalahan, tujuan yang akan dicapai, manfaat yang dapat dihasilkan, dan metodologi yang digunakan serta sistematika dari penulisan skripsi ini.

## **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan tentang teori-teori yang berkaitan dengan penelitian, guna mendukung, melandasi dan memperkuat penelitian yang didapat dari buku, jurnal ilmiah, literatur serta penelitian terdahulu.

## **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ketiga membahas mengenai langkah-langkah sistematis yang ditempuh dalam mengerjakan penelitian ini. Hal ini bertujuan supaya dalam metode pengambilan data, pengumpulan data, diagram alur penelitian dan pengolahan data hasil dari eksperimen ini menjadi lebih terarah sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

## **BAB IV : ANALISIS DATA**

Dalam bab ini merupakan laporan hasil dari fenomena-fenomena pelaksanaan penelitian dan membahas mengenai analisis data yang telah diperoleh.

## **BAB V : PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan pokok dari penelitian sesuai tujuan yang ingin dicapai, serta saran untuk penelitian selanjutnya. Setelah adanya bab ini dilanjutkan dengan daftar pustaka dan lampiran-lampiran.



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian di atas analisis perbandingan kekasaran permukaan pada proses pengefraisan di permukaan Baja ST 60 menggunakan pahat *face milling cutter* dengan 4 mata pahat dan Pahat *face milling cutter* dengan 6 mata pahat dengan variasi kecepatan putaran *spindle* sebesar 1000, 1200, dan 1400 rpm dan menggunakan pahat jenis HSS (*High Speed Steel*) pada proses pengefraisan (*milling*). Maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Didalam penelitian ini terdapat sedikit perbedaan kekasaran permukaan benda kerja, terdapat pengaruh kekasaran yang signifikan terhadap nilai kekasaran permukaan dari jumlah mata pahat dan kecepatan *spindle* mesin.
2. Nilai kekasaran terendah adalah 1,69  $\mu\text{m}$  terdapat pada jenis pahat *face milling cutter* 6 mata pahat dengan kecepatan 1400 rpm. Nilai kekasaran tertinggi adalah 5,30  $\mu\text{m}$  terdapat pada jenis pahat *face milling cutter* 4 mata pahat dengan kecepatan 1000 rpm.
3. Ditinjau dari perhitungan manual analisa uji t didapatkan hasil :
  - Perbandingan kekasaran permukaan dalam proses pengefraisan antara pahat *face milling cutter* 4 mata pahat dengan pahat *face milling cutter* 6 mata pahat dengan kecepatan 1000 rpm didapatkan hasil  $t_{hitung} > t_{tabel} = 8,014 > 2,132$  maka  $H_0$  ditolak, berarti nilai kekasaran pada baja ST 60 dengan perlakuan pengefraisan kecepatan *spindle* 1000 rpm dengan variasi 4 mata pahat kekasaran rata-rata 5,14  $\mu\text{m}$  sedangkan yang 6 mata pahat 2,92  $\mu\text{m}$ .
  - Perbandingan kekasaran permukaan dalam proses pengefraisan antara pahat *face milling cutter* 4 mata pahat dengan pahat *face milling cutter* 6 mata pahat dengan kecepatan 1200 rpm didapatkan hasil  $t_{hitung} > t_{tabel} = 7,192 > 2,132$  maka  $H_0$  ditolak, berarti nilai kekasaran pada baja ST 60 dengan perlakuan pengefraisan kecepatan *spindle* 1200 dengan variasi mata pahat 4 kekasaran rata-rata 4,30  $\mu\text{m}$  sedangkan yang 6 mata pahat 2,43  $\mu\text{m}$ .

- Perbandingan kekasaran permukaan dalam proses pengefraisan antara pahat *face milling cutter* 4 mata pahat dengan pahat *face milling cutter* 6 mata pahat dengan kecepatan 1400 rpm didapatkan hasil  $t_{hitung} > t_{tabel} = 3,819 > 2,132$  maka  $H_0$  ditolak, berarti nilai kekasaran pada baja ST 60 dengan perlakuan pengefraisan kecepatan spindle 4 mata pahat 4 kekasaran rata-rata  $3,41 \mu\text{m}$  sedangkan yang 6 mata pahat  $1,98 \mu\text{m}$ .
4. Ditinjau dari perhitungan manual analisa uji f *two way analysis of variance* didapatkan hasil :
- Antar jenis pahat  
F hitung  $< f \text{ table } \alpha = 0,05$  ( $-10,283 < 5,59$ ) artinya  $h_0$  diterima dan  $h_1$  ditolak bahwa tidak ada perbedaan hasil variasi jenis mata pahat terhadap kekasaran permukaan.
  - Antar kecepatan putaran spindle  
F hitung  $> f \text{ table } \alpha = 0,05$  ( $59,29 > 4,74$ ) artinya  $h_0$  ditolak bahwa ada perbedaan hasil variasi putaran spindle mesin terhadap kekasaran permukaan.
  - Antar interaksi  
F hitung  $< f \text{ table } (-5,035 < 4,74)$  artinya  $h_0$  di terima bahwa tidak ada interaksi antara variasi jenis mata pahat dan variasi putaran spindle mesin terhadap kekasaran permukaan.

## 5.2 Saran

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan penelitian adalah:

1. Untuk melakukan penelitian diharapkan jangan ada rasa takut, tidak percaya diri dengan data yang diperoleh dari hasil penelitian.
2. Sebelum penelitian harus memperhitungkan baik-baik harga dari setiap material atau bahan baku dan lain-lain agar dapat meminim biaya pengeluaran.
3. Mempersiapkan bahan atau alat-alat uji dengan baik sebaiknya jauh hari sebelum hari dimulainya penelitian sehingga didapatkan suatu hasil yang memuaskan dan juga meminim waktu.

4. Janganlah tergesa-gesa disaat saat melakukan penelitian agar nantinya didapatkan hasil yang baik serta bermanfaat untuk para peneliti berikutnya
5. Mempersiapkan diri jangan takut melangkah lakukan dengan hati dan mental yang siap jangan memikirkan sesuatu yang menghambat jalannya penelitian fokus untuk menjalankan penelitian.
6. Pada kesimpulan dari hasil penelitian tidak ada suatu kegagalan. Ada atau tidaknya pengaruh terhadap hasil pengujian, berupa data apapun merupakan suatu data referensi bagi pelaksana pada penelitian berikutnya agar dapat mendukung bagi pengembangan teknologi manufaktur terutama dibidang produksi selanjutnya.



## Daftar Pustaka

- [1] S. Pratama, “Pengaruh Feedrate dan Jumlah Mata Sayat Pisau Frais terhadap Nilai Kekasaran Permukaan Baja EMS 45,” 2017.
- [2] D. Bangun, “Pengaruh Variasi Kecepatan dan Variabel Putaran Spindel Mesin Frais Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Frais MMC Matriks Kuningan Penguat Fly Ash,” pp. 15–22, 2012.
- [3] A. W. Hermawan and A. M. Sakti, “Pengaruh Kecepatan Putaran Spindle dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kerataan dan Kekasaran Permukaan Alumunium 6061 pada Mesin Frais CNC Headman,” *Jtm*, vol. 03, 2014.
- [4] Gusti R. F. Syahrillah, M. Firman, and M. A. Sugeng .P, “Analisa Uji Kekerasan pada Poros Baja ST 60 dengan Media Pendingin yang Berbeda,” *Al-Jazari J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 01, 2016.
- [5] A. A. Shiddieqy and A. M. Sakti, “Pengaruh Jenis Pahat, Kecepatan Spindel, dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan dan Bentuk Geram Baja ST.41 Pada Proses Milling Konvensional,” 2014.
- [6] A. M. Sakti and N. A. Assegaf, “Pengaruh Jenis Pahat, Kedalaman Pemakanan, Dan Jenis Cairan Pendingin Terhadap Tingkat Kekasaran Dan Kerataan Permukaan Baja St. 41 Pada Proses Milling Konvensional,” *JTM*, vol. 03, no. 01, pp. 40–48, 2014.
- [7] T. Rochim, *Teori dan Teknologi Teknik Pemesinan*. Bandung, 1993.
- [8] Paridawati, “Pengaruh Kecepatan Dan Sudut Potong Terhadap Kekasaran Benda Kerja Pada Mesin Bubut,” *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, 2015.
- [9] S. Jokosisworo, “Analisa Kekuatan Puntir, Lentur Putar Dan Kekerasan Baja St 60 Untuk Poros Propeller Setelah Diquenching,” 2009.
- [10] R. R. Putra, S. Jokosisworo, and A. W. Budi, “Analisa Kekuatan Puntir,

Kekuatan Tarik dan Kekerasan Baja ST 60 sebagai Bahan Poros Baling-baling Kapal (Propeller Shaft) setelah Proses Tempering,” *Tek.*

*Perkapalan*, 2017.

- [11] Y. Suntoyo, *Dasar-dasar statistika : dengan penekanan terapan bidang agrokomples, teknologi dan sosial / Suntoyo Yitnosumarto.*, Ed. 1, Cet. Jakarta: Jakarta : Rajawali Pers, 1990.

