

# **SKRIPSI**

## **ANALISIS PENGARUH JUMLAH MATA PAHAT (*FLUTE*) TERHADAP GETARAN PEMESINAN DAN KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES *SIDE MILLING***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**MUHAMMAD FADLI  
03051181520035**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**

**SKRIPSI**  
**ANALISIS PENGARUH JUMLAH MATA PAHAT**  
**(*FLUTE*) TERHADAP GETARAN PEMESINAN**  
**DAN KEKASARAN PERMUKAAN PADA**  
**PROSES *SIDE MILLING***

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana**  
**Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH:**  
**MUHAMMAD FADLI**  
**03051181520035**

**JURUSAN TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2019**

# HALAMAN PENGESAHAN

## ANALISIS PENGARUH JUMLAH MATA PAHAT (*FLUTE*) TERHADAP GETARAN PEMESINAN DAN KEKASARAN PERMUKAAN PADA *PROSES SIDE MILLING*

### SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

OLEH:  
MUHAMMAD FADLI  
03051181520035

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D  
NIP. 19711225 199702 1 001

Indralaya, November 2019  
Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Skripsi,



Muhammad Yanis, S.T, M.T  
NIP. 19700228 199412 1 001

JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

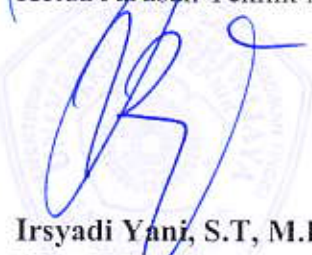
Agenda No. :  
Diterima Tanggal :  
Paraf :

---

## SKRIPSI

Nama : MUHAMMAD FADLI  
NIM : 03051181520035  
Jurusan : TEKNIK MESIN  
Judul Skripsi : ANALISIS PENGARUH JUMLAH MATA PAHAT  
(*FLUTE*) TERHADAP GETARAN PEMESINAN  
DAN KEKASARAN PERMUKAAN PADA  
PROSES SIDE MILLING  
Dibuat Tanggal : 11 APRIL 2019  
Selesai Tanggal : 12 NOVEMBER 2019

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D  
NIP. 19714225 199702 1 001

Indralaya, November 2019  
Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Skripsi,



Muhammad Yanis, S.T, M.T  
NIP. 19700228 199412 1 001

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “ANALISIS PENGARUH JUMLAH MATA PAHAT (*FLUTE*) TERHADAP GETARAN PEMESINAN DAN KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES *SIDE MILLING*” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 12 November 2019.

Indralaya, 12 November 2019

Tim penguji karya tulis ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D  
NIP. 19711225 199702 1 001

(.....)

Anggota :

2. Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D  
NIP. 19790927 200312 1 004

(.....)

3. M. A. Ade Saputra, S.T, M.T.  
NIP. 19871130 201903 1 006

(.....)

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Pembimbing Skripsi,

Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D  
NIP. 19711225 199702 1 001

Muhammad Yanis, S.T, M.T  
NIP. 19700228 199412 1 001

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Fadli

NIM : 030511815200035

Judul : Analisis Pengaruh Jumlah Mata Pahat (*Flute*) Terhadap Getaran Pemesinan dan Kekasaran Permukaan pada Proses *Side Milling*

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, November 2019



Muhammad Fadli  
NIM. 03051181520035



## HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Fadli

NIM : 030511815200035

Judul : Analisis Pengaruh Jumlah Mata Pahat (*Flute*) Terhadap Getaran Pemesinan dan Kekasaran Permukaan pada Proses *Side Milling*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik, apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (Corresponding author).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, November 2019



Muhammad Fadli  
NIM. 03051181520035

# KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena dengan rahmat dan karunia-Nya, skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Skripsi ini berjudul **“ANALISIS PENGARUH JUMLAH MATA PAHAT (*FLUTE*) TERHADAP GETARAN PEMESINAN DAN KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES *SIDE MILLING*”**.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis tidak berkerja sendirian, akan tetapi mendapat bantuan serta dukungan dari orang-orang secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak terkait, antara lain:

1. Bapak Irsyadi Yani, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Amir Arifin, S.T, M.Eng, Ph.D selaku Sekretaris Jurusan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Muhammad Yanis, S.T, M.T sebagai pembimbing saya yang telah membimbing, mendidik, memotivasi, dan meluangkan waktunya selama penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Ellyanie, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan wawasan, motivasi dan ilmunya serta memberi arahan dalam kegiatan perkuliahan.
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang telah membekali saya dengan ilmu yang bermanfaat sebelum menyusun proposal skripsi ini.
6. Orang Tua saya Sri Wahyuni yang selalu memberikan cinta kasih sayang, dukungan moral, doa yang tulus, dan materi serta telah mendidik, mengarahkan, dan memotivasi dari awal hingga selesainya skripsi ini.



Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat dan berkontribusi serta dapat menjadi bahan referensi pada dunia pendidikan dan industri manufaktur agar pengukuran getaran didapatkan dengan menggunakan sensor getaran dngan biaya yang minimum dalam proses pemesinan dan pengukuran kekasaran permukaan lebih efisiensi.

Indralaya, November 2019

Penulis

Muhammad Fadli

NIM. 03051181520035

# RINGKASAN

## ANALISIS PENGARUH JUMLAH MATA PAHAT (FLUTE) TERHADAP GETARAN PEMESINAN DAN KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES SIDE MILLING

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, 12 November 2019

Muhammad Fadli;

Dibimbing oleh Muhammad Yanis, S.T., M.T

## ANALYSIS OF THE EFFECT NUMBER CHISELS (FLUTE) ON MACHINING VIBRATIONS AND SURFACE ROUGHNESS ON THE SIDE MILLING PROCESS

xxiii + 65 Halaman, 10 tabel, 40 gambar, 15 lampiran

### RINGKASAN

Getaran yang terjadi pada saat proses pemesinan menimbulkan beberapa permasalahan diantaranya menyebabkan kesalahan dimensi dan kesalahan geometri. Getaran yang besar pada proses pemesinan menghasilkan defleksi yang mempengaruhi kekasaran permukaan benda kerja. Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jumlah mata pahat terhadap nilai getaran dan nilai kekasaran permukaan ( $R_a$ ) yang dihasilkan pada proses freis. Penelitian dilakukan dengan menggunakan dua parameter pemesinan yaitu kecepatan potong ( $V_c$ ), dan gerak makan per gigi ( $f_z$ ) menggunakan pahat HSS 4 *flute* dan 2 *flute*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *side milling* dengan arah pemakanan *down milling* dan tanpa menggunakan *cutting fluid* dengan total 18 kali pengujian. Sensor yang digunakan adalah MEMS digital *accelerometer* ADXL-345 berbasis arduino uno di program MATLAB untuk hasil analisis sinyal getaran dalam bentuk grafik domain waktu dan domain frekuensi. Dari hasil analisis pengukuran getaran didapatkan getaran terbesar berada pada sumbu Y karena merupakan gaya tangensial yang berhubungan dengan kecepatan putaran spindle. Pada perekaman getaran menggunakan pahat 4 *flute*, terlihat bahwa pada variasi kecepatan potong ( $V_c$ ) semakin besar nilai kecepatannya maka getaran yang didapatkan semakin besar pada setiap sumbunya. Hal ini dikarenakan putaran pada spindle yang semakin besar sehingga gesekan yang terjadi semakin besar pada benda kerja dan mendapatkan getaran yang semakin besar juga, dimana nilai getaran terbesar didapatkan pada  $V_c = 40,8$  m/min di sumbu Y senilai  $20,04$  m/s<sup>2</sup> pada

pengukuran berdasarkan time domain sedangkan untuk pengukuran berdasarkan FFT didapatkan nilai getaran sebesar  $0,0539 \text{ m/s}^2$ . Kemudian pada gerak makan per gigi ( $f_z$ ) hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa semakin besar nilai gerak makan per gigi maka semakin besar juga getaran yang didapatkan. Hal ini dikarenakan nilai kecepatan potong yang lambat sedangkan nilai gerak pemakanan yang tinggi menimbulkan gesekan lebih besar sehingga nilai getaran yang didapat semakin besar, dimana nilai getaran terbesar didapatkan pada  $f_z = 0,05 \text{ mm/tooth}$  di sumbu Y senilai  $20,04 \text{ m/s}^2$  pada pengukuran berdasarkan time domain sedangkan untuk pengukuran berdasarkan FFT didapatkan nilai getaran sebesar  $0,0539 \text{ m/s}^2$ . Pada perekaman getaran menggunakan pahat 2 *flute*, terlihat bahwa pada variasi kecepatan potong ( $V_c$ ) dimana nilai getaran terbesar didapatkan pada  $V_c = 40,8 \text{ m/min}$  di sumbu Y senilai  $20,00 \text{ m/s}^2$  pada pengukuran berdasarkan time domain sedangkan untuk pengukuran berdasarkan FFT didapatkan nilai getaran sebesar  $0,03184 \text{ m/s}^2$ . Kemudian pada gerak makan per gigi ( $f_z$ ) dimana nilai getaran terbesar didapatkan pada  $f_z = 0,05 \text{ mm/tooth}$  di sumbu Y senilai  $20,00 \text{ m/s}^2$  pada pengukuran berdasarkan time domain sedangkan untuk pengukuran berdasarkan FFT didapatkan nilai getaran sebesar  $0,03184 \text{ m/s}^2$ . Untuk nilai kekasaran permukaan yang telah diukur didapatkan bahwa pada bagian bawah permukaan jauh lebih halus dibandingkan bagian atas dan tengah permukaan. Pada pahat 4 *flute* menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang lebih halus dibandingkan 2 *flute* dimana untuk nilai Ra pada pahat 4 *flute* yaitu sebesar  $0,825 \mu\text{m}$  pada variasi  $V_c 40,8 \text{ m/min}$  dan  $f_z 0,05 \text{ mm/tooth}$  sedangkan pahat 2 *flute* mendapatkan nilai Ra sebesar  $1,432 \mu\text{m}$  pada variasi  $V_c 40,8 \text{ m/min}$  dan  $f_z 0,02 \text{ mm/tooth}$ . Dari hasil analisis diatas ditarik kesimpulan bahwa getaran pada pengukuran dengan menggunakan pahat 4 *flute* mendapatkan getaran yang lebih besar dibandingkan dengan proses yang menggunakan pahat 2 *flute* dan nilai kekasaran pada pahat 4 *flute* jauh lebih halus dibandingkan pahat 2 *flute*. Hal itu dikarenakan pada saat proses pemesinan berlangsung, jumlah gigi efektif pahat yang memakan benda kerja lebih banyak sehingga getaran yang dihasilkan pun lebih besar dan nilai kekasaran permukaan lebih kecil.

**Kata Kunci :** Mata pahat, getaran, kekasaran permukaan, ADXL345, arduino uno

# SUMMARY

## ANALYSIS OF THE EFFECT NUMBER CHISELS (FLUTE) ON MACHINING VIBRATIONS AND SURFACE ROUGHNESS ON THE SIDE MILLING PROCESS

Scientific Writing in the Form of Thesis, 12 November 2019

Muhammad Fadli;

Supervised by Muhammad Yanis, S.T., M.T.

## ANALISIS PENGARUH JUMLAH MATA PAHAT (FLUTE) TERHADAP GETARAN PEMESINAN DAN KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES SIDE MILLING

xxiii + 65 pages, 10 tables, 40 images, 15 attachments

### SUMMARY

Vibration that occurs during the machining process raises several problems including causing dimensional errors and geometry errors. Large vibrations in the machining process produce deflection that affects the surface roughness of the workpiece. This study aims to analyze the effect of the number of chisels on the vibration value and surface roughness value ( $R_a$ ) generated in the freis process. The study was conducted using two machining parameters namely cutting speed ( $V_c$ ), and feed motion per tooth ( $f_z$ ) using 4 flute and 2 flute HSS chisels. The method used in this research is side milling with down milling direction and without using cutting fluid with a total of 18 tests. The sensor used is MEMS digital accelerometer ADXL-345 based on Arduino UNO in the MATLAB program for the results of vibration signal analysis in the form of time domain and frequency domain graphs. From the analysis results of vibration measurements obtained the greatest vibration is on the Y axis because it is the tangential force associated with the spindle rotation speed. In recording the vibration using a 4 flute tool, it is seen that the variation in cutting speed ( $V_c$ ) the greater the value of the cutting speed, the greater the vibration obtained on each axis. This is because the rotation of the spindle is large so that the friction that occurs is greater in the workpiece and get a greater vibration too, where the greatest vibration value obtained at  $V_c = 40.8$  m/min on the Y axis is worth  $20.04$  m/s<sup>2</sup> in the measurement based on the time domain while for measurements based on the FFT obtained a vibration value of  $0.0539$  m/s<sup>2</sup>. Then in feeding motion per tooth ( $f_z$ ) the results obtained show that the greater the feed motion per tooth, the greater the vibration obtained. This is because

the slow cutting speed value while the high feed motion value causes greater friction so that the greater vibration value obtained, where the greatest vibration value is obtained at  $f_z = 0.05$  mm/tooth on the Y axis worth  $20.04$   $\text{m/s}^2$  in the measurement based on the time domain while for measurements based on the FFT obtained a vibration value of  $0.0539$   $\text{m/s}^2$ . In recording the vibration using 2 flute tools, it can be seen that the variation of cutting speed ( $V_c$ ) where the greatest vibration value is obtained at  $V_c = 40.8$  m/min on the Y axis worth  $20.00$   $\text{m/s}^2$  on measurements based on the time domain while for measurements based on FFT obtained vibration values of  $0.03184$   $\text{m/s}^2$ . Then in feed motion per tooth ( $f_z$ ) where the greatest vibration value is obtained at  $f_z = 0.05$  mm/tooth on the Y axis worth  $20.00$   $\text{m/s}^2$  on measurements based on the time domain while for measurements based on FFT the vibration value obtained is  $0.03184$   $\text{m/s}^2$ . For surface roughness values that have been measured it is found that at the bottom surface is much smoother than the top and middle surface. The 4 flute tool produces finer surface roughness values than the 2 flutes where for the Ra value on the 4 flute tool is  $0.825$   $\mu\text{m}$  at a variation of  $V_c$   $40.8$  m/min and  $f_z$   $0.05$  mm/tooth while the 2 flute tool gets the Ra value of  $1,432$   $\mu\text{m}$   $\mu\text{m}$  at variations of  $V_c$   $40.8$  m/min and  $f_z$   $0.02$  mm/tooth. From the results of the analysis above it can be concluded that the vibrations in measurements using 4 flute tools get greater vibration compared to processes that use 2 flute tools and the roughness value on 4 flute tools is much finer than 2 flute tools. That is because during the machining process, the number of effective teeth chisels that eat more workpieces so that the vibration produced is greater and the surface roughness value is smaller.

**Keywords:** Chisel eye, vibration, surface roughness, ADXL345, arduino uno

# DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	xix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xxi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xxiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1.    Latar Belakang.....	1
1.2.    Rumusan Masalah .....	3
1.3.    Batasan Masalah .....	3
1.4.    Tujuan Penelitian .....	3
1.5.    Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1.    Proses Pemesinan Freis (Milling).....	5
2.2.    Elemen Dasar Proses Pemesinan.....	7
2.3.    Benda Kerja .....	10
2.4.    Material Pahat.....	11
2.5.    Teori Dasar Getaran.....	13
2.5.1.    Gerakan Harmoni .....	14
2.5.2.    Parameter Getaran .....	15
2.6.    Pengolahan Data Getaran .....	18
2.7.    Fast Fourier Transform (FFT) .....	19
2.8.    Kekasaran Permukaan .....	20
2.8.1.    Profil Permukaan .....	21
2.8.2.    Parameter Kekasaran Permukaan .....	22
2.8.3.    Cara Pengukuran Permukaan.....	23
2.9.    Sensor Accelerometer .....	23
2.9.1.    MEMS Accelerometer .....	24
2.9.2.    MEMS Accelerometer ADXL 345 .....	24
2.10.    Arduino .....	26
2.11.    Arduino IDE .....	27
2.12.    MATLAB .....	28



2.13.	Penelitian-Penelitian Sebelumnya .....	28
-------	--	----

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

3.1.	Diagram Alir Penelitian .....	33
3.2.	Metode Pengumpulan Data .....	34
3.2.1.	Studi Literatur .....	34
3.2.2.	Persiapan Alat Pengujian .....	34
3.2.3.	Pengukuran Getaran.....	35
3.2.4.	Pengukuran Kekasaran Permukaan .....	35
3.3.	Alat Dan Bahan Penelitian .....	36
3.4.	Prosedur Penelitian .....	39
3.4.1.	Proses Pengambilan Data Getaran .....	39
3.4.2.	Desain Sensor Getaran.....	41
3.4.3.	Pemrograman Dengan Arduino IDE .....	42
3.4.4.	Pemrograman Serial Data Pada Matlab .....	43
3.4.5.	Pemrograman Fast Fourier Transform Pada Matlab .....	43
3.4.6.	Pengujian Sensor .....	43
3.4.7.	Proses Pengukuran Kekasaran Permukaan .....	44
3.6.	Perhitungan Jumlah Gigi Efektif Pahat Freis .....	46
3.7.	Nilai Variasi Pengujian.....	48

### **BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

4.1.	Data Hasil Pengukuran Getaran dan Kekasaran .....	49
4.1.1	Hasil Pengukuran Getaran .....	50
4.1.2	Identifikasi Data Getaran .....	54
4.1.3	Hasil Pengukuran Kekasaran Permukaan.....	60
4.1.4	Identifikasi Data Kekasaran.....	61

### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1.	Kesimpulan .....	65
5.2.	Saran .....	65

<b>DAFTAR RUJUKAN</b> .....	i
-----------------------------	---

<b>LAMPIRAN</b> .....	i
-----------------------	---

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Peripheral or plain milling and face miling .....	5
Gambar 2.2.	Slab milling, slotting, side milling .....	6
Gambar 2.3.	Conventional Face Milling, Partial Face Milling .....	7
Gambar 2.4.	Gambar skematis proses freis vertikal dan freis horizontal ....	7
Gambar 2.5.	Harmonic Motion .....	15
Gambar 2.6.	Perbandingan dua gelombang amplitudo yang berbeda .....	16
Gambar 2.7.	Hubungan fase dengan dua gelombang yang sama .....	17
Gambar 2.8.	Frekuensi, Amplitudo, Akselerasi .....	18
Gambar 2.9.	Grafik Pengolahan Sinyal .....	18
Gambar 2.10.	Bidang dan Profil Pada Penampang Permukaan .....	21
Gambar 2.11.	Profil suatu permukaan .....	22
Gambar 2.12.	Profil permukaan .....	22
Gambar 2.13.	Akselerometer ADXL345 .....	25
Gambar 2.14.	Arduino Uno .....	26
Gambar 2.15.	Tampilan Program IDE .....	27
Gambar 3.1.	Diagram alir penelitian .....	33
Gambar 3.2.	Skema Perancangan Alat Pengujian .....	34
Gambar 3.3.	Alur Proses Pengukuran Getaran .....	35
Gambar 3.4.	Alat Uji Kekasaran Permukaan .....	36
Gambar 3.5.	Alur Proses Pengukuran Kekasaran Permukaan .....	36
Gambar 3.6.	Mesin Freis DAHLIH DL-U2 .....	37
Gambar 3.7.	Pahat HSS 4 Flute dan 2 Flute.....	37
Gambar 3.8.	Benda Kerja Baja Karbon Rendah .....	38
Gambar 3.9.	Sensor Getaran .....	38
Gambar 3.10.	Proses Pengambilan Data Getaran.....	40
Gambar 3.11.	Proses Side Milling.....	40
Gambar 3.12.	Prototipe Sensor Getaran.....	41
Gambar 3.13.	Pemasangan Sensor Getaran pada Mesin Freis .....	42
Gambar 3.14.	Grafik (a) pada saat kondisi mesin mati.....	44

Gambar 3.15. Pengambilan Data Kekasaran .....	45
Gambar 3.16. Gerakan yang membuat lintasan sikloidal .....	46
Gambar 4.1. Arah Persumbuan Pada Mesin Freis.....	49
Gambar 4.2. Domain Waktu dan Output FFT .....	53
Gambar 4.3. Lanjutan dari Gambar 4.2 .....	54
Gambar 4.4. Grafik berdasarkan Time Domain Variasi Gerak Makan .....	55
Gambar 4.5. Grafik berdasarkan Time Domain Variasi Kecepatan Potong	56
Gambar 4.6. Grafik berdasarkan FFT dengan Variasi Gerak Makan .....	57
Gambar 4.7. Grafik berdasarkan FFT dengan Variasi Kecepatan Potong ...	58
Gambar 4.8. Grafik Kekasaran Permukaan Variasi Gerak Makan .....	62
Gambar 4.9. Grafik Kekasaran Permukaan Variasi Kecepatan Potong .....	63

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Spesifikasi arduino uno .....	26
Tabel 3.1.	Sambungan Koneksi 12C Arduino Uno Dengan ADXL 345 .....	41
Tabel 3.2.	Nilai Variasi Pengujian Pahat 4 Flute .....	48
Tabel 3.3.	Nilai Variasi Pengujian Pahat 2 Flute .....	48
Tabel 4.1.	Hasil Getaran Berdasarkan Time Domain Pahat HSS 4 Flute .....	50
Tabel 4.2.	Hasil Getaran Berdasarkan Time Domain Pahat HSS 2 Flute .....	51
Tabel 4.3.	Hasil Getaran Berdasarkan FFT Pahat HSS 4 Flute .....	51
Tabel 4.4.	Hasil Getaran Berdasarkan FFT Pahat HSS 2 Flute .....	52
Tabel 4.5.	Kekasaran Permukaan pada Pahat HSS 4 Flute .....	60
Tabel 4.6.	Kekasaran Permukaan pada Pahat HSS 2 Flute .....	61

# ANALISIS PENGARUH JUMLAH MATA PAHAT (*FLUTE*) TERHADAP GETARAN PEMESINAN DAN KEKASARAN PERMUKAAN PADA PROSES *SIDE MILLING*

Yanis, M.<sup>1</sup>, Fadli, M.<sup>2</sup>

(1,2) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
e-mail: yanis@unsri.ac.id  
e-mail: muhammadfadli1297@gmail.com

## Abstrak

Getaran yang terjadi pada saat proses pemesinan menimbulkan beberapa permasalahan diantaranya menyebabkan kesalahan dimensi dan kesalahan geometri. Getaran yang besar pada proses pemesinan menghasilkan defleksi yang mempengaruhi kekasaran permukaan benda kerja. Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jumlah mata pahat terhadap nilai getaran dan nilai kekasaran permukaan ( $R_a$ ) yang dihasilkan pada proses freis. Penelitian dilakukan dengan menggunakan dua parameter pemesinan yaitu kecepatan potong ( $V_c$ ), dan gerak makan per gigi ( $f_z$ ) menggunakan pahat HSS 4 *flute* dan 2 *flute*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *side milling* dengan arah pemakanan *down milling* dan tanpa menggunakan *cutting fluid* dengan total 18 kali pengujian. Sensor yang digunakan adalah MEMS digital *accelerometer* ADXL-345 berbasis arduino uno di program MATLAB untuk hasil analisis sinyal getaran dalam bentuk grafik domain waktu dan domain frekuensi. Dari hasil analisis pengukuran getaran didapatkan getaran terbesar berada pada sumbu Y karena merupakan gaya tangensial yang berhubungan dengan kecepatan putaran spindle. Pengaruh dari kecepatan potong ( $V_c$ ), dan gerak makan per gigi ( $f_z$ ) terhadap getaran mengalami peningkatan dengan persentase rata-rata getaran pada proses freis dengan menggunakan pahat 4 *flute* sebesar 35,5% sedangkan pada pahat 2 *flute* sebesar 11,5% untuk variasi kecepatan potong. Pada variasi gerak makan per gigi ( $f_z$ ) mendapatkan hasil persentase dengan menggunakan pahat 4 *flute* sebesar 12% sedangkan pada pahat 2 *flute* sebesar 7,5%. Untuk nilai kekasaran permukaan yang dihasilkan pada variasi kecepatan potong dengan menggunakan pahat 4 *flute* mendapatkan peningkatan persentase kekasaran sebesar 16,25% sedangkan pada pahat 2 *flute* sebesar 17,25%. Pada variasi gerak makan per gigi ( $f_z$ ) mendapatkan hasil persentase kekasaran dengan menggunakan pahat 4 *flute* sebesar 14,5% sedangkan pada pahat 2 *flute* sebesar 16,25%.

**Kata Kunci** : Mata pahat, getaran, kekasaran permukaan, ADXL345, arduino uno

Mengetahui:  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

Irsyadi Yani S.T., M.Eng., Ph.D.  
NIP. 197112 25 199702 1 001

Indralaya, November 2019  
Dosen Pembimbing,

Muhammad Yanis, S.T., M.T  
NIP. 197002 28 199412 1 001

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kekasaran permukaan adalah salah satu penyimpangan yang disebabkan oleh kondisi pemotongan dari proses pemesinan. Salah satu proses pemesinan yang biasa digunakan pada industri manufaktur adalah pemesinan freis. Proses pemesinan freis adalah proses penyayatan logam menggunakan alat potong dengan mata potong jamak yang berputar (Rochim, 2007).

Makmur (2006) menyebutkan bahwa karakteristik suatu kekasaran permukaan memegang peranan penting untuk perancangan komponen mesin. Hal ini perlu dinyatakan karena ada hubungannya dengan gesekan, keausan, pelumasan, dan kelelahan material. Secara garis besar tingkat kekasaran permukaan bergantung kepada parameter pemesinan, diantaranya kecepatan potong, kecepatan pemakanan (*feeding*), kedalaman pemakanan, cairan pemotongan, dimensi benda kerja, karakteristik pahat, jumlah mata pahat, getaran pemesinan dan lain-lain.

Menurut Zainuddin (2013), berdasarkan hasil penelitiannya menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah mata sayat pahat sangat berpengaruh pada tingkat kekasaran permukaan benda kerja. Hal ini disebabkan semakin banyak jumlah mata sayat pahat maka geram yang dihasilkan semakin kecil karena tiap mata sayat tidak menyayat terlalu banyak. Sedangkan menurut Firmansyah et al. (2014), didalam penelitiannya menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah mata sayat pahat dan semakin rendah kedalaman pemakanan, maka semakin rendah pula tingkat kekasaran permukaan benda kerja.

Sya'roni et al (2016) dalam penelitiannya juga menunjukkan hasil bahwa semakin banyak jumlah mata sayat pahat dan divariasikan dengan



kecepatan potong yang tinggi serta kedalaman makan yang rendah, maka semakin rendah pula tingkat kekasaran permukaan benda kerja yang dihasilkan.

Menurut Hessainia et al. (2013), getaran telah dilaporkan cukup kuat berkorelasi dengan kekasaran permukaan dan fitur yang berbeda dari sinyal getaran telah dipilih untuk memperkirakan kualitas permukaan. Faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan adalah getaran mesin. Getaran pada mata pahat yang dihasilkan oleh gerak relatif antara pahat dengan benda kerja juga mempengaruhi kekasaran permukaan.

Banyak teknik yang telah tersedia dipasaran untuk mengukur dan menganalisa getaran mesin, namun membutuhkan sumber daya yang mahal untuk mengidentifikasi masalah kerusakan pada mesin. Umumnya peralatan yang mahal tersebut menggunakan sensor-sensor konvensional seperti sensor *eddy-current*, sensor *swing coil velocity* dan sensor *piezoelectric accelerometer* untuk melakukan pengukuran getaran. Untuk mengatasi masalah biaya mahal, kini telah banyak dikembangkan alat pengukur getaran dengan biaya yang cukup murah dengan menggunakan sensor dengan teknologi *Micro Electro Mechanical System (MEMS)* (Feriadi et al., 2017).

Dalam kaitannya dengan hal tersebut, penelitian ini dilakukan dengan biaya seminimal mungkin menggunakan sensor *accelerometer* ADXL345 berbasis Arduino dengan mengukur getaran yang dihasilkan dari mesin saat proses pengefreisan. Data yang dihasilkan dari sensor *accelerometer* ADXL345 dalam bentuk domain waktu yang kemudian diubah menjadi domain frekuensi menggunakan software MATLAB. Hal ini bertujuan untuk mendeteksi kekasaran permukaan menggunakan sensor getaran dengan biaya yang murah.

Berdasarkan latar belakang yang ada, maka penelitian ini akan dilakukan pembahasan untuk mengukur kekasaran benda kerja menggunakan sensor getaran dengan judul **“Analisis Pengaruh Jumlah Mata Pahat (*Flute*) Terhadap Getaran Pemesinan dan Kekasaran Permukaan Pada Proses *Side Milling*”**.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dideskripsikan maka dapat ditentukan permasalahan yang akan di bahas dalam penelitian ini yaitu untuk mendeteksi kekasaran permukaan dengan menggunakan sensor getaran di mesin freis.

## 1.3 Batasan Masalah

Pembatasan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mesin freis yang digunakan adalah mesin freis konvensional.
2. Material yang digunakan yaitu baja karbon rendah.
3. Jenis pahat yang digunakan *end mill* HSS berdiameter 10 mm dengan jumlah mata sayat 2 *flute* dan 4 *flute*.
4. Metode freis yang digunakan adalah *side milling* dengan arah pemakanan *down milling*.
5. Pengambilan data getaran menggunakan sensor *accelerometer* ADXL345 berbasis arduino.
6. *Software* yang digunakan yaitu MATLAB.
7. Pengambilan data dilakukan dengan parameter kecepatan potong, dan kecepatan pemakanan.
8. Analisis getaran yang di hasilkan akan di bandingkan dengan pengukuran kekasaran permukaan menggunakan *Surface Roughness Tester*.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Menganalisis pengaruh jumlah mata pahat terhadap nilai getaran dan nilai Ra yang dihasilkan pada proses freis.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dalam penulisan ini sebagai berikut:

1. Dapat diaplikasikan pada pengukuran getaran pada mesin freis konvensional guna mengetahui nilai getaran yang didapatkan.
2. Menambah ilmu pengetahuan mengenai proses freis khususnya mengenai kekasaran permukaan dan faktor-faktor yang mempengaruhi kekasaran permukaan.
3. Dapat dijadikan kajian literatur pada penelitian dan permasalahan pada pokok bahasan dan komponen uji yang sama.

## DAFTAR RUJUKAN

- Adriansyah, A. dan Hidyatama, O. 2013. Rancang bangun prototipe elevator menggunakan microcontroller arduino atmega 328p. *Teknologi elektro, universitas mercu*, 4, 120-132.
- Asfirroyhan, M. (2019). *Deteksi Kekasaran Permukaan dengan Variasi Kecepatan Potong, Kecepatan Makan, dan Kedalaman Potong Menggunakan Sensor Getaran*. Skripsi. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- Benny Kresno (2010). *Analisa Getaran Pada Mesin Sepeda Motor Berbasis Labview*. Tesis. Universitas Indonesia.
- Broch, Jens Trampe. 1985. *Mechanical Vibration and Shock Measurements*. 2nd Ed. Soborg: K. Larsen & Son.
- Caesarendra, M. A. (2011). *Panduan Belajar Mandiri MATLAB*. 1-42.
- Feriadi, I., Aswin, F. dan Nugraha, M. I. 2017. Analisis sistem pengukuran getaran mems accelerometer adxl345. *Manutech*, 64-88.
- Girdhar, P. dan Scheffer, C. 2004. *Practical machinery vibration analysis and*, pondicherry, india, newnes.
- Groover, P., 2010. *Fundamentals Of Modern Manufacturing. Fourth Edition Professor of Industrial and Systems Engineering*. Lehigh University.
- Hayajneh, M.T., Tahat, M.S., and Bluhm, J., 2007. A Study of the Effects of Machining Parameters on the Surface Roughness in the End-Milling Process. *Journal of Mechanical Engineering and Industrial Engineering*, 1(1), pp.1-5.
- Husein, S. 2015. Pengaruh sudut potong terhadap getaran pahat dan kekasaran permukaan pada proses bubut mild steel st 42. Skripsi. Universitas Jember. 1-63.
- Jaber, A.A., and Bicker, R., 2016. Design of a Wireless Sensor Node for Vibration Monitoring of Industrial Machinery. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE) Vol. 6, No. 2, April 2016, pp. 639-653 ISSN: 2088-8708, DOI: 10.11591/ijece.v6i2.9296 6*.
- Jefferson Dobes, J. E.-F. (2017). Effect of mechanical vibration on Ra, Rq, Rz, and Rt roughness parameters. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 393-406.

- Kurniawan, Muchdy (2018). Analisis Kekasaran Permukaan dan Getaran pada Pemesinan Bubut Menggunakan Pahat Putar Modular (Modular Rotary Tools) Untuk Material Titanium 6AL-4V ELI. Skripsi. Universitas Lampung.
- Makmur, Taufikurrahman (2006). *Pengaruh Variasi Putaran, Kecepatan Putar Benda serta Kecepatan Meja terhadap Nilai Kekasaran Benda Kerja pada Proses Penggerindaan Silinder*. Teknika, Palembang, Politeknik Negeri Sriwijaya
- Muhammad Sya'roni, N. A. (2016). Pengaruh Variasi Kecepatan Potong, Kedalaman Pemakanan dan Jumlah Mata Pahat Terhadap Kekasaran Permukaan Stainless Steel AISI 304 Pada Proses Milling. 1-4.
- Mulyadi, S., 2012. Pengaruh Kecepatan Potong, Gerak Makan Dan Ketebalan Pemotongan Terhadap Getaran Benda Kera Pada Proses Sekrap. Santoso Mulyadi, *Jurnal ROTOR, Volume 5 Nomor 1, Januari 2012* Pengaruh 5, 36–43.
- Munadi, S., 1980. Pengukuran Kekasaran Permukaan. *Panduan Pengajar Buku Dasar-dasar Metrologi Industri* 1–25.
- Mohrni A S, Yanis M and Sharif S, 2018. Green Machining of Thin Wall Titanium Alloy. 147-168.
- Rahdiyanta, D., 2010. Buku 3 Proses Frais (Milling).
- Rusmardi and Feidihal, 2006. Analisa Persentase Kandungan Karbon Pada Logam Baja. *Teknik Mesin*, 1(3).
- Rochim, T. 2007. Proses Pemesinan Buku 1. *Klasifikasi proses, gaya dan daya pemesinan*, Bandung: ITB.
- Rochim, T. 2007. Proses Pemesinan Buku 2. *Perkakas & Sistem Pemerkakasan Umur Pahat, Cairan Pendingin Pemesinan*, Bandung: ITB.
- Thomson, W. T. dan Dahleh, M. D. 1998. *Theory of vibration with application*, californian, pearson education inc.
- Trisnajaya, N. (2019). *Deteksi Kekasaran Permukaan Pada Alumunium dan Kuningan Menggunakan Sensor Getaran di Mesin Bubut CNC*. Skripsi. Palembang: Universitas Sriwijaya.
- WanJun Huang. 2015. *Fast Fourier Transform and MATLAB Implementation*, Lyle School of Engineering, Dallas.
- Wicaksono, M. F. dan hidayat 2017. *Mudah belajar mikrokontroler arduino*, Bandung, Informatika.

- Yopi Rahmad Firmansyah, B. A. (2014). Pengaruh Jumlah Mata Sayat Endmill Cutter, Kedalaman Pemakanan dan Kecepatan Pemakanan (Feeding) Terhadap Tingkat Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Mesin Milling CNC TU-3A Dengan Program G01. 1-6.
- Zainudin (2013). Pengaruh sudut penyayatan dan jumlah mata sayat endmill Cutter terhadap tingkat kekasaran permukaan baja st 40 hasil Pemesinan cnc milling tosuoro kontrol gsk 983 ma-h. Skripsi. Universitas Sebelas Maret.
- Zahia Hessainia, A. B. (2013). On the prediction of surface roughness in the hard turning based on cutting parameters and tool vibrations.