



TUGAS AKHIR - VM180629

**PENGUKURAN SERTA ANALISA GETARAN DAN  
KEBISINGAN PADA SPINDLE MESIN BUBUT RUN  
MASTER MODEL NO. RUN-330X1000RR  
DENGAN SERIAL NO. 08210810081**

**ABDUL MALIK KARIM AMRULLAH  
NRP. 10211500000049**

Dosen Pembimbing:  
Dedy Zulhidayat Noor, ST., MT., Ph.D.  
19751206 200501 1 002

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019



**TUGAS AKHIR - VM180629**

**PENGUKURAN SERTA ANALISA GETARAN DAN  
KEBISINGAN PADA SPINDLE MESIN BUBUT  
RUN MASTER MODEL NO. RUN-330X1000RR  
DENGAN SERIAL NO. 08210810081**

**ABDUL MALIK KARIM AMRULLAH  
NRP. 10211500000049**

**Dosen Pembimbing  
Dedy Zulhidayat Noor, ST., MT., Ph.D.  
19751206 200501 1 002**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019**



**FINAL PROJECT - VM 180629**

**MEASUREMENT AND ANALYSIS OF VIBRATION  
AND NOISE ON THE LATHE SPINDLE RUN  
MASTER MODEL NO. RUN-330X1000RR WITH  
SERIAL NO. 08210810081**

**ABDUL MALIK KARIM AMRULLAH  
NRP. 10211500000049**

**Advisor  
Dedy Zulhidayat Noor, ST., MT., Ph.D.  
19751206 200501 1 002**

**MECHANICAL ENGINEERING INDUSTRY DEPARTMENT  
Faculty of Vocation  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2019**

**PENGUKURAN SERTA ANALISA GETARAN DAN  
KEBISINGAN PADA SPINDLE MESIN BUBUT RUN  
MASTER MODEL NO. RUN-330X1000RR DENGAN  
SERIAL NO. 08210810081**

**TUGAS AKHIR**

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

**ABDUL MALIK KARIM AMRULLAH**

NRP. 1021150000049

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



**Dedy Zulhidayat Noor, ST., MT., Ph.D.**

NIP. 19751206 200501 1 002

**SURABAYA  
JANUARI 2019**

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan bagi seluruh alam. Hanya dengan Rahmat dan Hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir kami yang berjudul **Pengukuran Serta Analisa Getaran Dan Kebisingan Pada Mesin Bubut Run Master Model No Run 330x1000rr Dengan Serial No. 0821080081**. Tugas akhir ini disusun sebagai tugas yang harus ditempuh dan diselesaikan di akhir semester ini sebagai persyaratan kelulusan Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari pengerjaan Tugas Akhir ini adalah mahasiswa dapat memahami dan mampu mengenal prinsip-prinsip *predictive maintenance* khususnya pada *spindle* mesin bubut.

Penulis menyampaikan terima kasih yang kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan serta bimbingan hingga terselesaikannya Tugas Akhir yang telah penulis buat, antara lain kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kami Rahmat, Hidayah-Nya serta memberikan kesabaran dan kekuatan yang tidak terkira kepada hamba-Nya.
2. Bapak Ir. Dr Heru Mirmanto MT selaku Ketua Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
3. Bapak Ir. Suhariyanto, MT selaku Koordinator Tugas Akhir Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
4. Bapak Dedy Zulhidayat Noor, ST., MT., Ph.D. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, dukungan dan saran sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

5. Bapak – Ibu dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh dosen dan karyawan Departemen Teknik Mesin Industri.
7. Orang tua beserta seluruh keluarga dan teman-teman yang senantiasa telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis secara moril dan materiil serta do'a yang membuat penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan tepat waktu serta usaha yang maksimal.
8. Partner Tugas Akhir Norvan Aji Satrio.
9. Departemen Teknik Mesin Industri Angkatan 2015.
10. Semua teman-teman Departemen Teknik Mesin Industri dan semua pihak yang telah membantu penulisan Tugas Akhir ini
11. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis mengucapkan mohon maaf kepada semua pihak jika dalam proses dari awal sampai akhir penulisan penelitian Tugas Akhir ini ada kata-kata atau perilaku yang kurang berkenan. Terima kasih atas perhatiannya dan kerjasamanya.

Surabaya, Januari 2019

TTD

Penulis

**PENGUKURAN SERTA ANALISA GETARAN DAN  
KEBISINGAN PADA MESIN BUBUT RUN MASTER MODEL  
NO. RUN-330X1000RR DENGAN SERIAL NO. 08210810081**

**Nama Mahasiswa : Abdul Malik Karim Amrullah**  
**NRP : 10211500000049**  
**Departemen : Departemen Teknik Mesin Industri**  
**Dosen Pembimbing : Dedy Zulhidayat Noor, ST., MT., PhD.**

**ABSTRAK**

*Pada penelitian ini akan dilakukan sebuah pengujian nilai getaran dan kebisingan pada mesin bubut Run Master tipe Run-330x1000 RR dengan nomer model 08210810081. Alat ukur yang digunakan yaitu Vibration Meter Fluke 805 untuk pengujian getaran dan Sound Level Meter Krisbow KW0600290. Lokasi titik pengukuran diambil dari 2 arah pengukuran yaitu arah horizontal dan arah vertical dari spindle mesin bubut. Pada pengukuran ini juga menggunakan variasi kondisi pemotongan untuk operasi mesin bubut. Kondisi pemotongan yang divariasikan yaitu kecepatan putar spindle (n) sebesar 460 rpm, 755 rpm, dan 1255 rpm. Dengan kedalaman potong (a) sebesar 0,2 mm, 0,4 mm, 0,6 mm, dan 0,8 mm. Sedangkan untuk gerak makan (f) sebesar 0,052 mm/rev, 0,104 mm/rev, 0,208 mm/rev, dan 0,418 mm/rev. Bahan uji yang digunakan dalam pengoprasian turning face mesin bubut yaitu baja karbon rendah ST 41 dengan diameter 20 mm.*

*Hasil dari nilai getaran akan disimpulkan kondisi mesin bubut dengan menggunakan ISO 10816 untuk kondisi mesin secara keseluruhan, Swedish Standard 728000-1 untuk kondisi spindle mesin bubut, dan keputusan Menteri tenaga kerja no. 51/MEN/1999 tentang ambang batas kebisingan. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa kecepatan putar spindle, kedalaman pemotongan, dan gerak pemakanan mempengaruhi getaran dan kebisingan yang dihasilkan. Berdasarkan ISO 10816 kondisi mesin secara keseluruhan masuk dalam kategori 'A' atau new machine condition. Berdasarkan Swedish Standard 728000-1 kondisi*

*spindle mesin bubut pada kecepatan putar spindle 1255 rpm masuk dalam kategori 'C' yaitu short-term operation allowable. Berdasarkan keputusan Menteri tenaga kerja no. 51/MEN/1999 tentang ambang batas kebisingan, hasil uji kebisingan mesin bubut menunjukkan pada kecepatan putar spindle 1255 rpm khususnya pada kedalaman potong 0,4 mm dan gerak pemakanan 0,104 mm/rev nilai kebisingan mencapai angka 85 dB yang berarti operator dari mesin hanya dapat mengoperasikan mesin maksimal 4 jam / hari demi menjaga kesehatan indra pendengaran.*

Kata kunci : predictive maintenance, getaran, mesin bubut, kebisingan.



**MEASUREMENT AND ANALYSIS OF VIBRATION AND NOISE  
ON THE LATHE SPINDLE RUN MASTER MODEL NO. RUN-  
330X1000RR WITH SERIAL NO. 08210810081**

**Name** : Abdul Malik Karim Amrullah  
**NRP** : 1021150000049  
**Department** : Mechanical Industry Engineering Department  
**Advisor** : Dedy Zulhidayat Noor, ST., MT., Ph.D.

**ABSTRACT**

*In this study a test of the vibration and noise values of Run-330x1000 RR type Lathe with a model number 08210810081 will be tested. The measuring instrument used is the Fluke 805 Vibration Meter for vibration testing and Sound Level Meter Krisbow KW0600290. The location of the measurement point is taken from 2 measurement directions, namely the horizontal and vertical directions of the lathe spindle. This measurement also uses variations in cutting conditions for lathe operations. The cutting conditions varied were spindle rotational speed (n) of 460 rpm, 755 rpm and 1255 rpm. With a depth of cut (a) of 0.2 mm, 0.4 mm, 0.6 mm and 0.8 mm. Whereas for feeding (f) is 0.052 mm / rev, 0.104 mm / rev, 0.208 mm / rev, and 0.418 mm / rev. The test material used in the operation of the lathe turning face is ST 41 low carbon steel with a diameter of 20 mm.*

*The results of the vibration values will be concluded the condition of the lathe using ISO 10816 for overall engine conditions, Swedish Standard 728000-1 for the condition of the lathe spindle, and the decision of the Minister of Labor no. 51 / MEN / 1999 concerning noise threshold. From the results of the study concluded that the spindle rotational speed, cutting depth, and feed motion affect vibration and noise produced. Based on ISO 10816 the overall engine condition is in the category of 'A' or new machine condition. Based on the Swedish Standard 728000-1 the condition of the lathe spindle at the 1255 rpm spindle rotational speed is included in the 'C' category, which is short-term operation*

*allowable. Based on the decision of the Minister of Manpower no. 51 / MEN / 1999 concerning noise threshold, the results of the lathe noise test show at spindle rotational speed of 1255 rpm especially at 0.4 mm cutting depth and 0.104 mm / rev feeding motion the noise value reaches 85 dB which means the operator can only operate the machine a maximum of 4 hours / day to maintain the health of the sense of hearing.*

*Key word : predictive maintenance, overall vibration, lathe machine, sound level.*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR GRAFIK .....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Percobaan.....	2
1.5 Batasan Masalah .....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II DASAR TEORI	
2.1 <i>Predictive Maintenance</i> .....	5
2.1.1 Manfaat dan Tujuan <i>Predictive Maintenance</i> .....	6
2.1.2 Metode dalam <i>Predictive Maintenance</i> .....	7
2.2 Analisa Getaran.....	7
2.2.1 Pengertian Getaran .....	7
2.2.2 Jenis Getaran .....	8
2.2.3 Amplitudo Getaran .....	9
2.2.4 Pengukuran Getaran .....	11
2.2.4.1 Jenis Pengukuran Getaran .....	11
2.2.4.2 Teknik Pengukuran Getaran Mesin .....	12
2.2.4.3 Alat Pengukur Getaran .....	12
2.3 Mesin bubut ( <i>Lathe Machine</i> ) .....	16
2.3.1 Proses Pembubutan .....	16
2.3.2 Parameter Pemotongan.....	17

2.3.3 Spindle .....	19
2.4 Tingkat Kebisingan Suara .....	22
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Penelitian.....	25
3.2 Tempat Penelitian.....	25
3.3 Parameter Penelitian.....	25
3.4 Peralatan Penelitian.....	27
3.5 Alat Ukur Penelitian .....	29
3.6 Bahan Uji Penelitian .....	31
3.7 Prosedur Penelitian.....	32
3.7.1 Prosedur Persiapan Penelitian .....	32
3.7.2 Prosedur Pengujian.....	36
3.7.3 Prosedur Setelah Pengujian .....	39
3.8 Diagram Alir Pengujian.....	39
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Pengukuran .....	43
4.1.1 <i>Overall Vibration</i> .....	43
4.1.2 <i>Sound Level</i> .....	59
4.2 Analisa dan Pembahasan .....	60
4.2.1 <i>Overall Vibration</i> .....	60
4.2.2 <i>Sound Level</i> .....	72
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	75
5.2 Saran .....	75
DAFTAR PUSTAKA.....	77
LAMPIRAN.....	79
BIODATA PENULIS .....	82

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Getaran Harmonik Sederhana.....	8
<b>Gambar 2.2</b>	Elemen-elemen pada amplitude getaran.....	9
<b>Gambar 2.3</b>	Mesin Bubur Standar.....	16
<b>Gambar 2.4</b>	Proses Pembubutan .....	17
<b>Gambar 2.5</b>	Panjang Permukaan Benda Kerja Yang Dilalui Pahat Setiap Putaran.....	18
<b>Gambar 2.6</b>	Gerak Makan (f) Dan Kedalaman Potong (a) .....	19
<b>Gambar 2.7</b>	Empat Komponen Teratas Pada Peralatan Mesin Yang Sering Menyebabkan <i>Downtime</i> .....	20
<b>Gambar 2.8</b>	Metode Untuk Mengawasi Kerusakan Pada Komponen Yang Mengakibatkan Kegagalan .....	21
<b>Gambar 3.1</b>	Lokasi Titik Pengukuran Getaran.....	26
<b>Gambar 3.2</b>	Mesin Bubut.....	28
<b>Gambar 3.3</b>	Pahat .....	28
<b>Gambar 3.4</b>	Kunci <i>Chuck</i> dan Kunci <i>Tool Post</i> .....	29
<b>Gambar 3.5</b>	Vibration Meter Fluke 805 .....	30
<b>Gambar 3.6</b>	Sound Level Meter .....	30
<b>Gambar 3.7</b>	Benda Kerja .....	31
<b>Gambar 3.8</b>	Pemasangan Benda Kerja.....	31
<b>Gambar 3.9</b>	Pemasangan Pahat.....	32
<b>Gambar 3.10</b>	Mengatur Kecepatan <i>Spindle</i> .....	32
<b>Gambar 3.11</b>	Mengatur Kedalaman Pematangan .....	33
<b>Gambar 3.12</b>	Mengatur Gerak Pemakanan .....	33
<b>Gambar 3.13</b>	Mengatur Set Up Vibration Meter .....	34
<b>Gambar 3.14</b>	Mengatur Set Up Sound Level Meter .....	35
<b>Gambar 3.15</b>	Menarik Tuas Kendali Spindle Untuk Menjalankan Mesin Bubut .....	36

<b>Gambar 3.16</b> Menarik Tuas Kendali Eretan.....	36
<b>Gambar 3.17</b> Pengambilan Nilai Getaran Arah Vertikal .....	36
<b>Gambar 3.18</b> Pengambilan Nilai Getaran Arah Horisontal.....	37
<b>Gambar 3.19</b> Indikator Vibration Meter .....	37
<b>Gambar 3.20</b> Pengambilan Nilai Kebisingan .....	38
<b>Gambar 3.21</b> Diagram Alir Penelitian .....	39

## DAFTAR GRAFIK

<b>Grafik 4.1</b> <i>Spindle Outer Horizontal</i> variasi kedalaman pemotongan .....	41
<b>Grafik 4.2</b> <i>Spindle Outer Horizontal</i> variasi kedalaman pemotongan .....	43
<b>Grafik 4.3</b> <i>Spindle Outer Horizontal</i> Gerak Pemakanan .....	45
<b>Grafik 4.4</b> <i>Spindle Inner Horizontal</i> Gerak Pemakanan .....	47
<b>Grafik 4.5</b> <i>Spindle Outer Vertical</i> Kedalaman Pemotongan .....	49
<b>Grafik 4.6</b> <i>Spindle Inner Vertical</i> Kedalaman Pemotongan .....	51
<b>Grafik 4.7</b> <i>Spindle Outer Vertical</i> Gerak Pemakanan .....	53
<b>Grafik 4.8</b> <i>Spindle Inner Vertical</i> Gerak Pemakanan .....	55
<b>Grafik 4.9</b> kebisingan variasi kedalaman pemotongan .....	57
<b>Grafik 4.10</b> Kebisingan Variasi Gerak Pemakanan .....	58

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Konversi Antar Elemen Amplitudo .....	9
<b>Tabel 3.1</b> Variasi Kedalaman Pemotongan .....	26
<b>Tabel 3.2</b> Variasi Gerak Pemakanan .....	27
<b>Tabel 4.1</b> <i>Spindle Outer Horizontal</i> Variasi Kedalaman Pemotongan .....	41
<b>Tabel 4.2</b> <i>Spindle Inner Horizontal</i> Variasi Kedalaman Pemotongan .....	43
<b>Tabel 4.3</b> <i>Spindle Outer Horizontal</i> Gerak Pemakanan .....	45
<b>Tabel 4.4</b> <i>Spindle Inner Horizontal</i> Gerak Pemakanan .....	47
<b>Tabel 4.5</b> <i>Spindle Outer Vertical</i> Kedalaman Pemotongan .....	49
<b>Tabel 4.6</b> <i>Spindle Inner Vertical</i> Kedalaman Pemotongan .....	51
<b>Tabel 4.7</b> <i>Spindle Outer Vertical</i> Gerak Pemakanan .....	53
<b>Tabel 4.8</b> <i>Spindle Inner Vertical</i> Gerak Pemakanan .....	55
<b>Tabel 4.9</b> kebisingan variasi kedalaman pemotongan .....	57
<b>Tabel 4.10</b> Kebisingan Variasi Gerak Pemakanan .....	58
<b>Tabel 4.11</b> Kondisi mesin pada titik pengukuran <i>Spindle</i> <i>Outer Horizontal</i> variasi kedalaman pemotongan .....	62
<b>Tabel 4.12</b> Kondisi mesin pada titik pengukuran <i>Spindle</i> <i>Inner Horizontal</i> Variasi Kedalaman Pemotongan .....	63
<b>Tabel 4.13</b> Kondisi mesin pada titik pengukuran <i>Spindle</i> <i>Outer Horizontal</i> Gerak Pemakanan .....	64
<b>Tabel 4.14</b> Kondisi mesin pada titik pengukuran <i>Spindle</i> <i>Inner Horizontal</i> Gerak Pemakanan .....	65
<b>Tabel 4.15</b> Kondisi mesin pada titik pengukuran <i>Spindle</i> <i>Outer Vertical</i> Kedalaman Pemotongan .....	66



<b>Tabel 4.16</b>	Kondisi mesin pada titik pengukuran <i>Spindle</i> <i>Inner Vertical</i> Kedalaman Pemotongan .....	67
<b>Tabel 4.17</b>	Kondisi mesin pada titik pengukuran <i>Spindle</i> <i>Outer Vertical</i> Gerak Pemakanan .....	68
<b>Tabel 4.18</b>	Kondisi mesin pada titik <i>pengukuran Spindle</i> <i>Inner Vertical</i> Gerak Pemakanan .....	69
<b>Tabel 4.19</b>	Kondisi Batas Ambang Kebisingan Berdasarkan Data Pengujian Variasi Kedalaman Pemotongan .....	70
<b>Tabel 4.20</b>	Kondisi Batas Ambang Kebisingan Berdasarkan Data Pengujian Variasi Kedalaman Pemotongan .....	71

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dalam dunia industri kondisi mesin – mesin produksi adalah hal yang sangat penting guna menunjang kegiatan produksi. Kondisi mesin yang prima akan menentukan kualitas produk yang dihasilkan. Guna memaksimalkan kegiatan produksi maka kondisi mesin produksi harus selalu dipantau supaya keadaan mesin selalu dalam kondisi prima. Perawatan atau *maintenance* terhadap mesin – mesin dilakukan dengan berbagai teknik. Salah satu teknik perawatan guna memantau kondisi mesin yaitu *predictive maintenance*.

Industri manufaktur tidak lepas dari adanya proses permesinan, khususnya pada proses pembubutan. Proses pembubutan merupakan proses pemotongan yang menggunakan mesin perkakas untuk memproduksi bentuk silindris dan juga dapat digunakan untuk membuat ulir, pengeboran dan meratakan benda putar dengan cara memotong benda kerja yang berputar pada *spindel* menggunakan alat potong (pahat) yang memiliki tingkat kekerasan di atas benda kerja yang dibentuk. Mesin bubut adalah suatu mesin perkakas yang mempunyai gerakan utama berputar yang berfungsi untuk mengubah bentuk dan ukuran benda kerja dengan cara menyayat benda kerja tersebut dengan suatu pahat penyayat, posisi benda kerja berputar sesuai dengan sumbu mesin dan pahat bergerak ke kanan / kiri searah sumbu mesin bubut untuk melakukan penyayatan atau pemakanan.

Dalam industri manufaktur mesin bubut adalah salah satu mesin utama guna menunjang kegiatan produksi. Perawatan pada mesin ini harus sangat diperhatikan untuk menghindari

kerusakan yang fatal. Maka dari itu dibutuhkan suatu metode pemantauan untuk mengetahui kondisi mesin sebelum terjadinya kerusakan yang dapat mengakibatkan kegiatan produksi terhenti. Berdasarkan latar belakang tersebut maka dari itu harus dilakukan sebuah pengukuran dan analisa getaran untuk mengetahui kondisi mesin bubut khususnya *spindle*.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana cara melakukan pemantauan kondisi *spindle* mesin bubut dengan nilai getaran?
2. Bagaimana pengaruh putaran mesin, kedalaman pemotongan, dan gerak makan terhadap getaran pada *spindle* mesin bubut ?
3. Bagaimana pengaruh putaran mesin, kedalaman pemotongan, dan gerak makan terhadap tingkat kebisingan pada *spindle* mesin bubut ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Mengetahui cara melakukan pemantauan kondisi spindle mesin bubut dengan nilai getaran.
2. Mengetahui pengaruh putaran mesin, kedalaman pemotongan, dan gerak makan terhadap getaran pada *spindle* mesin bubut.
3. Mengetahui pengaruh putaran mesin, kedalaman pemotongan, dan gerak makan terhadap tingkat kebisingan pada *spindle* mesin bubut.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Mengetahui cara melakukan pemantauan kondisi dengan nilai getaran.
2. Dapat memprediksi waktu untuk melakukan *maintenance* mesin bubut berdasarkan nilai getaran.

3. Menjadi referensi untuk menentukan perawatan di Lab Perawatan Departemen Teknik Mesin Industri ITS.

### **1.5 Batasan Masalah**

1. Pengukuran dilakukan pada *spindle* mesin bubut
2. Proses yang dilakukan adalah proses *turning face* tanpa menggunakan cairan pendingin
3. Geometri pahat diasumsikan sesuai dengan standar geometri pahat
4. Tidak menganalisa jenis kegagalan yang terjadi
5. Operasi *turning face* mesin bubut menggunakan material baja karbon rendah ST 41 dengan diameter 20 mm.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Laporan Tugas Akhir ini terdiri atas 5 bab, berdasarkan penulisan – penulisan tertentu, yang nantinya diharapkan agar pembaca lebih mudah dalam memahaminya. Sistematika penulisannya sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini berisikan tentang Latar Belakang, Perumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Batasan Masalah dan Sistematika Penulisan..

#### **BAB II LANDASAN TEORI**

Pada bab ini berisikan teori-teori dan fakta-fakta yang dipakai sebagai dasar untuk melakukan rujukan dan pembahasan permasalahan yang diangkat pada tugas akhir ini.

#### **BAB III METODOLOGI**

Pada bab ini berisikan metode pengerjaan dan pengambilan data Tugas Akhir.

#### **BAB IV ANALISA DATA**

Pada bab ini berisikan tentang analisis data dan pembahasan.

#### **BAB V PENUTUP**

Pada bab ini berisikan kesimpulan atas penyusunan Tugas Akhir dan saran bagi penelitian selanjutnya

*"Halaman ini sengaja dikosongkan"*

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Predictive maintenance**

*Predictive maintenance* adalah salah satu teknik perawatan yang bersifat prediksi. *Predictive maintenance* atau pemeliharaan prediktif adalah teknik yang dirancang untuk membantu menentukan kondisi peralatan untuk memprediksi kapan pemeliharaan harus dilakukan. Perawatan ini menjanjikan penghematan biaya lebih dari pemeliharaan rutin atau berbasis waktu, karena tugas dilakukan hanya bila dilakukan sesuai data prediksi. Keuntungan *predictive maintenance* adalah untuk memungkinkan penjadwalan pemeliharaan korektif, dan untuk mencegah kegagalan peralatan yang tak terduga. Dengan mengetahui peralatan butuh pemeliharaan, pekerjaan pemeliharaan dapat lebih terencana sehingga meningkatkan ketersediaan industry. Keuntungan potensial lainnya termasuk peningkatan umur hidup penggunaan alat, peningkatan keselamatan instalasi, menurunkan tingkat kecelakaan kerja, dan meningkatkan produktivitas kerja.

*Predictive maintenance* berbeda dari *preventive maintenance* terutama pada kebutuhan pemeliharaannya, jika *predictive maintenance* berdasarkan kondisi mesin yang sebenarnya, sedangkan *preventive maintenance* berdasarkan jadwal yang telah ditetapkan.

Pada industri yang memiliki banyak mesin penting dan sebagian besar tidak memiliki mesin cadangan atau jika terjadi terhentinya produksi yang tidak terjadwal akan menimbulkan kerugian yang besar, *predictive maintenance* dengan pola *condition-based maintenance* (CBM) dianggap lebih efektif dan efisien pada karena pemeliharaan dilakukan berdasarkan hasil pengamatan (*monitoring*) dan analisa untuk menentukan kondisi dan kapan pemeliharaan akan dilaksanakan. Berbeda dengan pola pemeliharaan *time-based maintenance* (TBM) yang pemeliharaannya dilakukan berdasarkan pada jam operasi

peralatan / komponen tanpa mempertimbangkan peralatan / komponen tersebut masih baik atau tidak, contohnya : mesin dilakukakn pemeliharaan setiap 3000 jam operasi/sekali setahun).

Pemeliharaan Berbasis Kondisi (CBM) adalah perawatan yang digunakan oleh industri secara aktif mengelola kondisi kesehatan aset untuk melakukan pemeliharaan ketika dibutuhkan dan paling tepat waktu. CBM dapat mengurangi biaya perawatan dan meningkatkan keamanan aset yang membutuhkan pemeliharaan. Pemeliharaan korektif / reaktif dapat dilakukan dengan pencegahan / pemeliharaan terjadwal menggantikan bagian sebelumnya akhir dari masa manfaatnya. CBM mengoptimalkan tradeoff antara biaya pemeliharaan dan biaya kinerja dengan meningkatkan ketersediaan dan keandalan sambil menghilangkan yang tidak perlu kegiatan pemeliharaan.

### **2.1.1 Manfaat dan Tujuan *Predictive Maintenance***

Manfaat dari *predictive maintenance* adalah :

1. Memperpanjang umur operasi mesin

Dengan mengetahui kerusakan mesin sejak dini melalui *predictive maintenance*, maka perawatan dapat dilakukan jauh sebelum kondisi mesin turun. Ketika kondisi mesin sudah jauh dari kondisi normalnya dapat mempengaruhi produktifitas yang dihasilkan.

2. Menjaga kualitas produksi

Dengan menjaga kondisi mesin secara kontinyu kegiatan produksi dapat berjalan dengan baik, dengan peralatan produksi yang baik maka kualitas produk yang dihasilkan dapat sesuai dengan standar yang ditentukan.

3. Mengurangi potensi kecelakaan kerja

Kondisi mesin yang tidak dalam kondisi terbaik dapat membahayakan operatuor yang mengoperasikan mesin. Dengan adanya perawatan secara baik dapat mengurangi potensi bahaya terhadap keselamatan operator.

### **2.1.2 Metode dalam *Predictive Maintenance***

Upaya untuk mendeteksi timbulnya awal degradasi dengan tujuan menganalisa degradasi tersebut sebelum terjadi kegagalan pada komponen. Untuk itu *predictive maintenance* memiliki beberapa metode yaitu :

- *Vibration Monitoring* (Pemantauan terhadap getaran)
- *Thermography* (Pemantauan terhadap temperatur)
- *Oil Analysis* (Pemantauan terhadap minyak)
- *Ultrasonic Analysis* (Pemantauan terhadap suara)
- *Motor Analysis* (Pemantauan terhadap motor listrik)
- *Performance Trending* (Pemantauan terhadap tren performa)

## **2.2 Analisa Getaran**

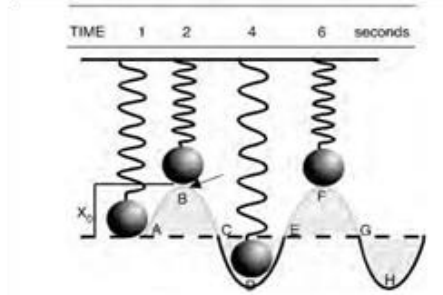
### **2.2.1 Pengertian Getaran**

Getaran adalah gerakan bolak-balik dalam suatu interval waktu tertentu. Getaran berhubungan dengan gerak osilasi benda dan gaya yang berhubungan dengan gerak tersebut. Semua benda yang mempunyai massa dan elastisitas mampu bergetar, jadi kebanyakan mesin dan struktur rekayasa (*engineering*) mengalami getaran sampai derajat tertentu dan rancangannya biasanya memerlukan pertimbangan sifat osilasinya. Getaran adalah gerak bolak balik atau gerak osilasi suatu benda yang mempunyai massa dan mempunyai elastisitas seperti sistem pegas massa. Pada dasarnya setiap komponen atau mesin yang beroperasi akan menghasilkan getaran. Namun pada sebagian besar mesin, getaran dengan level yang tinggi ini tidak diinginkan karena selain meningkatkan tegangan juga mengurangi energi yang seharusnya digunakan untuk kefungsiannya mesin itu sendiri.

Pada dasarnya setiap komponen atau mesin yang beroperasi akan menghasilkan getaran. Namun pada sebagian besar mesin, getaran dengan level yang tinggi ini tidak diinginkan karena selain meningkatkan tegangan juga mengurangi energi yang seharusnya digunakan untuk kefungsiannya mesin itu sendiri. Getaran dapat dilihat dimana-mana, misalnya sebuah pegas dimana ujung



atasnya dilekatkan pada benda diam dan ujung bawahnya diberikan beban seperti pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Getaran Harmonik Sederhana

Secara umum, gerak getaran merupakan suatu fungsi periodik di mana fungsi periodik tersebut dapat dinyatakan dengan persamaan 2.1. Secara umum, gerak getaran merupakan suatu fungsi periodik. Fungsi periodik dapat dinyatakan sebagai :

$$X(t) = X(t+T) \dots\dots\dots (2.1)$$

### 2.2.2 Jenis getaran

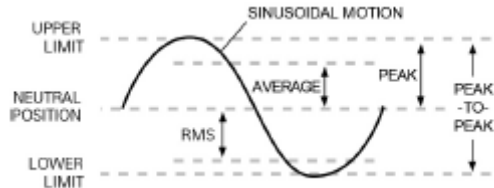
Getaran dibagi menjadi beberapa klasifikasi, antara lain:

1. Getaran bebas didefinisikan sebagai getaran yang terjadi pada suatu sistem (mekanisme) tanpa adanya pengaruh gaya luar (eksitasi) yang memengaruhinya. Dengan kata lain, eksitasi diberikan pada awal saja, setelah itu benda akan beresilasi. Contohnya adalah gerakan pendulum pada
2. Getaran paksa dapat didefinisikan sebagai getaran yang terjadi pada suatu sistem karena adanya rangsangan gaya

luar (eksitasi). Sebagai contoh adalah getaran pada motor diesel. Jika rangsangan tersebut ber-osilasi maka sistem dipaksa untuk bergetar pada frekuensi rangsangan. Jika frekuensi rangsangan sama dengan salah satu frekuensi natural sistem maka akan didapat keadaan resonansi, dan osilasi besar dapat menimbulkan balnya. Kerusakan struktur yang terjadi pada gedung, jembatan, turbin, dan sayap pesawat berhubungan dengan fenomena resonansi ini.

### 2.2.3 Amplitudo Getaran

Didefinisikan sebagai besaran simpangan maksimum dari benda yang bergetar. Amplitudo memiliki elemen-elemen yang digunakan sebagai hasil pembacaan pengukuran, antara lain adalah seperti pada gambar 2.2 :



Gambar 2.2 Elemen-elemen pada amplitudo getaran

Elemen-elemen ini dapat dikonversikan antara satu dengan lainnya berdasarkan tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1 Konversi Antar Elemen Amplitudo

	Peak-to-peak x	Peak x	RMS x	Average x
Peak-to-peak =	1	2	2.828	3.142
Peak =	0.5	1	1.414	1.571
RMS =	0.354	0.707	1	1.5
Average =	0.318	0.636	0.9	1

Kebanyakan gelombang getaran tidak berbentuk sinusoidal pada prakteknya sehingga elemen *peak-to-peak* menjadi kurang valid untuk pembacaan data. Perlu diketahui juga bahwa jika waktu pengukuran tidak sama antara pengukuran berikutnya, serta pengukuran yang dilakukan secara berulang juga tidak akan mendapatkan hasil yang sama persis bahkan saat menjaga semua prosedur pengukuran yang benar. Ini adalah fakta bahwa nilai dari RMS (*root mean square*) yang akan dihitung dari bentuk gelombang acak pada setiap pengukuran dan digunakan sebagai hasil pembacaan pengukuran .

Amplitudo getaran dapat dinyatakan sebagai *displacement*, *velocity*, ataupun *acceleration* berikut pengertian dari ketiga karakteristik tersebut :

- *Displacement* (x)  
*Displacement* atau bisa disebut perpindahan adalah perubahan actual dalam jarak atau posisi suatu objek yang relatif terhadap titik referensi. Satuan SI yang digunakan yaitu  $\mu\text{m}$ .
- *Velocity*  
*Velocity* atau kecepatan adalah laju perubahan perpindahan terhadap waktu, atau seberapa cepat suatu komponen bergerak untuk menempuh suatu perpindahan (*displacement*). Satuan SI yang digunakan yaitu mm/s.
- *Acceleration*  
*Acceleration* atau akselerasi adalah laju perubahan kecepatan terhadap waktu. Akselerasi umumnya dinyatakan dalam konstanta gravitasi (g) dengan 1 g adalah 32,17 ft/s atau 9.81  $\text{m/s}^2$  .

Untuk pengukuran nilai getaran yang biasa digunakan adalah *velocity* dengan interval frekuensi 10 – 1.000 Hz, sedangkan *displacement* digunakan untuk frekuensi <10 Hz dan *acceleration* digunakan pada frekuensi >1.000 Hz (ALENA BILOŠOVÁ, 2012)

## **2.2.4 Pengukuran Getaran**

Dalam suatu pengukuran getaran mesin tujuan utama adalah untuk mendapatkan data dimana dengan melalui pemantulan sinyal getaran secara berkala maka kita dapat mengetahui kondisi mesin yang sebenarnya. Data-data tersebut merupakan sumber informasi yang sangat berharga tentang kelainan atau kerusakan yang diketahui beserta spectrum getarannya. Dengan demikian kerusakan dan kelainan yang sama yang pernah terjadi akan dapat diidentifikasi dengan cepat. Selain itu data-data tersebut dapat juga dimanfaatkan untuk mengubah spesifikasi rancangan sehingga tingkat keandalan mesin dapat dinaikkan.

### **2.2.4.1 Jenis Pengukuran Getaran**

Pengukuran getaran permesinan dapat dikelompokkan sebagai berikut :

1) Pengukuran untuk mengetahui level getaran

Pengukuran ini umumnya melibatkan data sinyal getaran dalam domain waktu. Dari pengukuran tersebut diperoleh informasi level getaran yang stabil dalam besaran rms (root mean square). Hasil pengukuran level getaran umumnya untuk dibandingkan dengan besaran standar (standar ISO) sehingga dapat diketahui getaran mesin tersebut dalam batas aman atau tidak.

2) Pengukuran untuk analisis getaran.

Pengukuran ini lebih rumit daripada pengukuran level getaran karena melibatkan sinyal getaran dalam domain waktu maupun dalam domain frekuensi. Alat ukur yang digunakan adalah jenis CSI (Computational System Incorporated) sehingga dapat dilakukan proses konversi dari data domain waktu ke domain frekuensi. CSI ini dapat juga dilakukan untuk pengolahan data lebih lanjut yang mana nantinya berguna untuk analisis sinyal getaran untuk memperoleh keperluan diagnosa kemungkinan kegagalan dalam mesin tersebut. Pengukuran ini biasanya dilakukan untuk mencari kerusakan secara detail.

#### **2.2.4.2 Teknik Pengukuran Getaran Mesin**

Posisi dan Arah Pengukuran getaran pada suatu mesin secara normal diambil pada bearing dari mesin tersebut. Transduser sebaiknya harus ditempatkan sedekat mungkin dengan bearing mesin karena melalui bearing tersebut gaya getaran dari mesin ditransmisikan. Gerakan bearing adalah merupakan hasil reaksi gaya dari mesin tersebut. Disamping karakteristik getaran seperti Amplitudo, frekuensi dan phase ada karakteristik lain dari getaran yang juga mempunyai arti yang sangat penting yaitu arah dari gerakan getaran, hingga perlu bagi kita untuk mengukur getaran dari berbagai arah. Berdasarkan fungsinya arah pengukuran menunjukkan bahwa ada tiga arah pengukuran yang sangat penting yaitu horizontal, vertikal, dan axial. Arah horizontal dan vertikal bearing disebut dengan arah radial. Arah pengukuran ini biasanya didasarkan pada posisi sumbu transduser terhadap sumbu putaran dari shaft mesin. Arah ini juga sangat penting artinya dalam analisa suatu getaran.

#### **2.2.4.3 Alat Pengukur Getaran**

Dalam pengambilan data suatu getaran agar supaya informasi mengenai data getaran tersebut mempunyai arti, maka kita harus mengenal dengan baik alat yang akan kita gunakan. Ada beberapa alat standard yang biasanya digunakan dalam suatu pengukuran getaran antara lain.

1. Vibration meter
2. Vibration analyzer
3. Shock Pulse Meter
4. Osiloskop

Pemilihan dari tipe instrumen-instrumen tersebut bergantung pada kemampuan dari instrumen itu terhadap tujuan kita melakukan pengukuran dan persyaratan personal yang menggunakannya. Berikut penjelasan mengenai alat ukur getaran:

## 1. Vibrationmeter

Vibration meter biasanya bentuknya kecil dan ringan sehingga mudah dibawa dan dioperasikan dengan battery serta dapat mengambil data getaran pada suatu mesin dengan cepat. Pada umumnya terdiri dari sebuah probe, kabel dan meter untuk menampilkan harga getaran. Alat ini juga dilengkapi dengan switch selector untuk memilih parameter getaran yang akandiukur.

Vibration meter ini hanya membaca harga overall (besarnya level getaran) tanpa memberikan informasi mengenai frekuensi dari getaran tersebut. Pemakaian alat ini cukup mudah sehingga tidak diperlukan seorang operator yang harus ahli dalam bidang getaran. Pada umumnya alat ini digunakan untuk memonitor “trend getaran” dari suatu mesin. Jika trend getaran suatu mesin menunjukkan kenaikan melebihi level getaran yang diperbolehkan, maka akan dilakukan analisa lebih lanjut dengan menggunakan alat yang lebih lengkap.

## 2. Vibration Analyzer

Alat ini mempunyai kemampuan untuk mengukur amplitude dan frekuensi getaran yang akan dianalisa. Karena biasanya sebuah mesin mempunyai lebih dari satu frekuensi getaran yang ditimbulkan, frekuensi getaran yang timbul tersebut akan sesuai dengan kerusakan yang tedadi pada mesin tersebut. Alat ini biasanya dilengkapi dengan meter untuk membaca amplitudo getaran yang biasanya juga menyediakan beberapa pilihan skala. Alat ini juga memberikan informasi mengenai data spektrum dari getaran yang terjadi, yaitu data amplitudo terhadap frekuensinya, data

ini sangat berguna untuk analisa kerusakan suatu mesin. Dalam pengoperasiannya vibration analyzer ini membutuhkan seorang operator yang sedikit mengerti mengenai analisa vibrasi.

### 3.Shock Pulse Meter

Shock pulse meter adalah alat yang khusus untuk memonitoring kondisi antifricition bearing yang biasanya sulit dideteksi dengan metode analisa getaran yang konvensional. Prinsip kerja dari shock pulse meter ini adalah mengukur gelombang kejut akibat terjadi gaya impact pada suatu benda, intensitas gelombang kejut itulah yang mengindikasikan besarnya kerusakan dari bearing tersebut. Pada sistem SPM ini biasanya memakai transduser piezo-electric yang telah dibuat sedemikian rupa sehingga mempunyai frekwensi resonansi sekitar 32 KHz. Dengan menggunakan probe tersebut maka SPM ini dapat mengurangi pengaruh getaran terhadap pengukuran besarnya impact yang terjadi. Pemilihan titik ukur pada rumah bearing adalah sangat penting karena gelombang kejut ditransmisikan dari bearing ke transduser melalui dinding dari rumah bearing, sehingga sinyal tersebut bisa berkurang karena terjadi pelemahan pada saat perjalanan sinyal tersebut. Beberapa prinsip yang secara umum bisa dipakai sebagai acuan dalam menentukan titik ukur adalah

1. Jejak sinyal antara bearing dengan probe harus sedekat mungkin

2. Probe harus ditempatkan sedekat mungkin terhadap daerah beban dari bearing.

3. Lintasan sinyal harus terdiri dari satu sistem mekanis antara bearing dengan rumah bearing. Sebagai contoh, apabila pada rumah bearing

digunakan cover sebagai sistem mekanis kedua, maka titik ukur tidak boleh diambil pada posisi ini.

#### 4. Oscilloskop

Oscilloskop adalah salah satu peralatan yang berguna untuk melengkapi data getaran yang akan dianalisa. Sebuah oscilloskop dapat memberikan sebuah informasi mengenai bentuk gelombang dari getaran suatu mesin. Beberapa kerusakan mesin dapat diidentifikasi dengan melihat bentuk gelombang getaran yang dihasilkan, sebagai contoh, kerusakan akibat unbalance atau misalignment akan menghasilkan bentuk gelombang yang spesifik, begitu juga apabila terjadi kelonggaran mekanis (mechanical looseness), oil whirl atau kerusakan pada anti friction bearing dapat menghasilkan gelombang dengan bentuk-bentuk tertentu.

Oscilloskop juga dapat memberikan informasi tambahan yaitu : untuk mengevaluasi data yang diperoleh dari transduser non- contact (proximitor). Data ini dapat memberikan informasi pada kita mengenai posisi dan getaran shaft relatif terhadap rumah bearing, ini biasanya digunakan pada mesin- mesin yang besar dan menggunakan sleeve bearing (bantalan luncur) Disamping itu dengan menggunakan dual oscilloscop (yang memberikan fasilitas pembacaan vertikal maupun horizontal), dan minimal dua transduser non-contact pada posisi vertikal dan horizontal maka kita dapat menganalisa kerusakan suatu mesin ditinjau dari bentuk “orbit”nya.



## 2.3 Mesin Bubut (*Lathe Machine*)

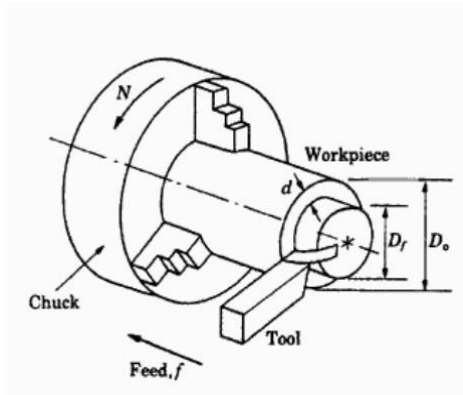
Mesin bubut (*turning machine*) adalah suatu jenis mesin perkakas yang dalam proses kerjanya bergerak memutar benda kerja dan menggunakan potong pahat (*tools*) sebagai alat untuk memotong benda kerja tersebut. Mesin bubut merupakan salah satu mesin proses produksi yang dipakai untuk membentuk benda kerja yang berbentuk silindris, namun dapat juga dipakai untuk beberapa kepentingan lain. Pada prosesnya benda kerja terlebih dahulu dipasang pada *chuck* (pencekam) yang terpasang pada spindel mesin, kemudian spindel dan benda kerja diputar dengan kecepatan tertentu.



Gambar 2.3 Mesin Bubut Standar

### 2.3.1 Proses Pembubutan

Proses pembubutan merupakan suatu proses yang digunakan untuk mengubah bentuk suatu produk dari logam (komponen mesin) dengan cara memotong. Prinsip pemotongan logam dapat didefinisikan sebagai sebuah saksi dari alat potong yang dikontakkan dengan sebuah benda kerja untuk membuang permukaan benda kerja tersebut dalam bentuk geram (Yuliarman, 2008).



Gambar 2.4 Proses Pembubutan

### 2.3.2 Parameter Pemotongan

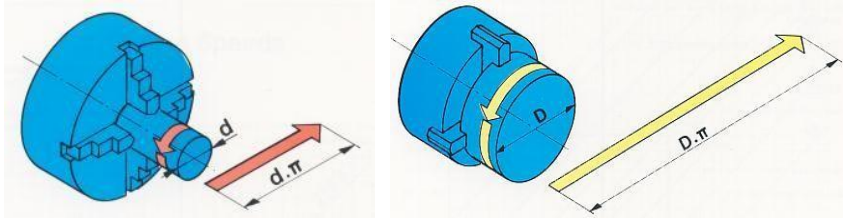
Tiga parameter utama pada setiap proses bubut adalah kecepatan putar spindel (*speed*), gerak makan (*feed*) dan kedalaman potong (*depth of cut*). Faktor yang lain seperti bahan benda kerja dan jenis pahat sebenarnya juga memiliki pengaruh yang cukup besar, tetapi tiga parameter di atas adalah bagian yang bisa diatur oleh operator langsung pada mesin bubut.

Kecepatan putar  $n$  (*speed*) selalu dihubungkan dengan spindel (sumbu utama) dan benda kerja. Karena kecepatan putar diekspresikan sebagai putaran per menit (*revolutions per minute*, rpm), hal ini menggambarkan kecepatan putarannya. Akan tetapi yang diutamakan dalam proses bubut adalah kecepatan potong (*Cutting speed* atau  $V$ ) atau kecepatan benda kerja dilalui oleh pahat/ keliling benda kerja (lihat Gambar 2.5). Secara sederhana kecepatan potong dapat digambarkan sebagai keliling benda kerja dikalikan dengan kecepatan putar atau :

$$V = \frac{\pi d n}{1000} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

$V$  = kecepatan potong (m/menit)  
 $d$  = diameter benda kerja (mm)  
 $n$  = putaran benda kerja (putaran/menit)



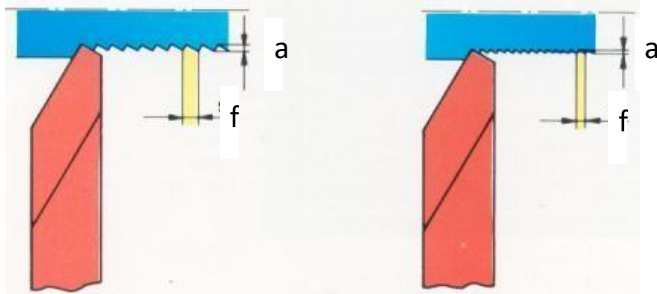
Gambar 2.5 Panjang Permukaan Benda Kerja Yang Dilalui Pahat Setiap Putaran

Dengan demikian kecepatan potong ditentukan oleh diameter benda kerja. Selain kecepatan potong ditentukan oleh diameter benda kerja faktor bahan benda kerja dan bahan pahat sangat menentukan harga kecepatan potong. Pada dasarnya pada waktu proses bubut kecepatan potong ditentukan berdasarkan bahan benda kerja dan pahat. Harga kecepatan potong sudah tertentu, misalnya untuk benda kerja *Mild Steel* dengan pahat dari HSS, kecepatan potongnya antara 20 sampai 30 m/menit.

Gerak makan,  $f$  (*feed*), adalah jarak yang ditempuh oleh pahat setiap benda kerja berputar satu kali sehingga satuan  $f$  adalah mm/putaran. Gerak makan ditentukan berdasarkan kekuatan mesin, material benda kerja, material pahat, bentuk pahat, dan terutama kehalusan permukaan yang diinginkan. Gerak makan biasanya ditentukan dalam hubungannya dengan kedalaman potong  $a$ . Gerak makan tersebut berharga sekitar  $1/3$  sampai  $1/20$   $a$ , atau sesuai dengan kehalusan permukaan yang dikehendaki.

Kedalaman potong ( $a$ ) / (*depth of cut*), adalah tebal bagian benda kerja yang dibuang dari benda kerja, atau jarak antara permukaan yang dipotong terhadap permukaan yang belum terpotong. Ketika pahat memotong sedalam ( $a$ ), maka diameter

benda kerja akan berkurang  $2a$ , karena bagian permukaan benda kerja yang dipotong ada di dua sisi, akibat dari benda kerja yang berputar.



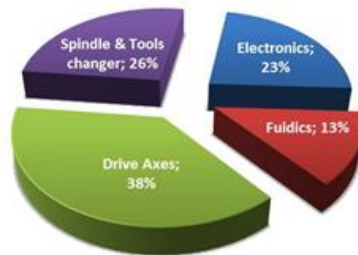
Gambar 2.6 Gerak Makan ( $f$ ) Dan Kedalaman Potong ( $a$ )

### 2.3.3 Spindle

Pada mesin bubut, komponen *spindle* berada pada *headstock*. Motor listrik menggunakan *belt* dan *pulley* untuk menghantarkan energinya, lalu dihantarkan melalui poros. Komponen *spindle* merupakan *output* terakhir dari poros yang juga memegang benda kerja untuk berputar. Fungsi umum pada komponen *spindle* yaitu:

- Memegang benda kerja  
Pada mesin bubut, benda kerja dipasang pada *chuck* yang berada pada *spindle*, benda kerja akan ikut berputar system *spindle*.
- Memosisikan (*centering*) benda kerja  
Pada mesin bubut, benda kerja yang dipasang pada *chuck* akan di atur posisinya agar berputar dengan baik system dengan *spindle*. *Three jaw / self centering jaw chuck* adalah jenis *chuck* yang dipakai untuk mengunci benda kerja.
- Mentransmisikan energi untuk memutar benda kerja

Masalah dalam system adalah salah satu sumber utama dari downtime alat mesin di system manufaktur. Dalam sebuah penelitian di Jerman (Fleischer, et al., 2008, p. 175). Di mana tujuh informasi pemeliharaan dikumpulkan dari 250 peralatan mesin di mobil system manufaktur, empat subsistem utama yang paling bertanggung jawab di mana downtime diidentifikasi. Di dalamnya, system dan alat changer menyumbang 26% waktu henti di dalamnya keempat subsistem ini, menjadi penyebab utama kedua setelah kapak drive. Hasil serupa ditunjukkan oleh (Hägglom, 2013, hal. 33) dalam sebuah karya yang dilakukan kerjasama dengan produsen mobil utama yang berbasis di Swedia. Studi ini didasarkan pada analisis data pemeliharaan yang dikumpulkan selama dua tahun dari lima belas peralatan mesin dari jalur produksi. Dalam waktu jeda lebih dari tiga jam, masalah terkait dengan system & alat pengubah menyumbang sekitar 21% dari total. Ini dapat diperkirakan dari informasi ditampilkan dalam grafik mempertimbangkan “majalah”, “system pendingin spindle” dan “spindle / chuck”.

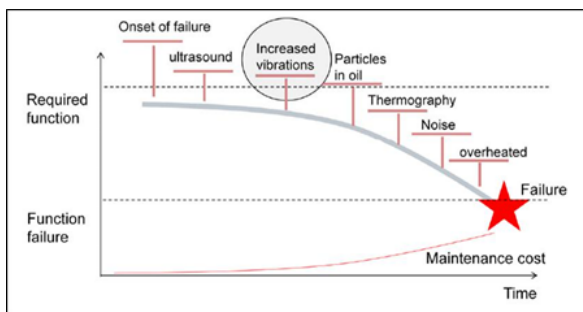


Gambar 2.7 Empat Komponen Teratas Pada Peralatan Mesin Yang Sering Menyebabkan *Downtime*

Dengan mempertimbangkan mesin perkakas sebagai aset yang produktif, maka mesin diharapkan berfungsi pada performa terbaiknya, menghindari dari biaya perbaikan yang tidak terencana serta kerugian produksi karena downtime atau masalah kualitas.

Karena itu, mesin perkakas harus dijaga agar tetap pada kondisi yang optimal dengan cara memiliki metode perawatan *preventive*, dengan begitu maka strategi pemeliharaan dapat direncanakan terlebih dahulu berdasarkan kebutuhan perawatan pada tiap mesin. Untuk memenuhi kebutuhan perawatan pada tiap mesin berdasarkan kondisi terkini maka diperlukan juga *predictive* atau *condition-based maintenance* perlu dilakukan.

Perawatan *predictive* memiliki beberapa metode untuk mengawasi kerusakan pada komponen yang mengakibatkan kegagalan yang akan terjadi. Masing – masing metode memiliki kemampuan mendeteksi kegagalan awal yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 Metode Untuk Mengawasi Kerusakan Pada Komponen Yang Mengakibatkan Kegagalan

Berdasarkan gambar 2.8, mesin yang mengalami kegagalan dapat menunjukkan peningkatan getaran sebelum dilakukannya analisa pelumasan yang bertujuan untuk mengetahui pencemaran partikel pada pelumas. Untuk peralatan yang berputar, analisa getaran telah menjadi salah satu metode yang digunakan dan diterima karena keandalannya. Pemantauan getaran memungkinkan mendeteksi kegagalan awal seperti keausan, *unbalance*, *misalignment*, *bearing defect* pada gerakan *reciprocating* maupun rotasi.

## 2.4 Tingkat Kebisingan Suara

Bunyi atau suara didefinisikan sebagai serangkaian gelombang yang merambat dari sumber getar sebagai akibat perubahan kecepatan dan juga tekanan udara (Soeripto, 1994). Bunyi adalah rangsangan yang diterima oleh telinga karena getaran media elastis (Zulmiar Yanri, 1999). Frekwensi bunyi adalah jumlah gelombang bunyi lengkap yang diterima telinga setiap detik. Frekwensi bunyi yang bisa diterima telinga manusia terbatas mulai frekwensi 16 Hertz sampai 20.000 Hertz. Frekwensi bunyi yang terutama penting untuk komunikasi atau pembicaraan adalah sekitar 250-3.000 Hertz. (Zulmiar Yanri, 1999). Bunyi merambat melalui udara dengan kecepatan sekitar 340 m/detik, panjang gelombang bunyi adalah 340 m/frek sehingga makin tinggi frekwensi makin pendek gelombang bunyi tersebut (Zulmiar Yanri, 1999).

Tipe bunyi dapat dibedakan dalam 3 rentang frekuensi sebagai berikut :

- 1). *Infra Sonic*, bila suara dengan gelombang antara 0 - 16 Hz. *Infra sonic* tidak dapat didengar oleh telinga manusia dan biasanya ditimbulkan oleh getaran tanah dan bangunan. Frekuensi < 16 Hz akan mengakibatkan perasaan kurang nyaman, lesu dan kadang-kadang mengalami perubahan penglihatan. 9
- 2) *Sonic*, bila gelombang suara antara 16 - 20.000 Hz. Merupakan frekuensi yang dapat ditangkap oleh telinga manusia
- 3) *Ultra Sonic*, bila gelombang > 20.000 Hz.

Dalam pengukuran biasa digunakan decibel yaitu suatu perbandingan logaritmis antara tekanan bunyi tertentu dengan suatu tekanan dasar yang besarnya 0,0002 microbar yang sesuai dengan ambang dengar telinga normal pada frekwensi 1000 hertz atau sama dengan 0 dB. *deci* berarti 10 dan *Bell* diambil dari nama orang yang menemukan telepon, Alexander Graham Bell.

Untuk mendapatkan nilai kebisingan yang benar-benar menggambarkan persepsi suara yang diterima manusia, diciptakanlah berbagai jenis pembebanan terhadap frekuensi ini.

Salah satu jenis pembebanan itu ialah pembebanan A. Pembebanan A atau *The A Weighting Network* mempunyai sumber bunyi untuk mendiskripsikan respon manusia terhadap tingkat tekanan suara yang rendah. Setelah dilakukan pembebanan A, tingkat tekanan suara yang terukur akan menjadi lebih besar daripada tingkat tekanan suara sebelum pembebanan. Inilah yang ditampilkan oleh alat ukur (*Sound Level Meter*) yang mempunyai rangkaian pembebanan A.

Kebisingan adalah salah satu faktor fisik berupa bunyi yang menimbulkan akibat buruk bagi kesehatan dan keselamatan kerja (Zulmiar Yanri, 1999). Menurut (Erna Prihartini, 2006) : gangguan pendengaran akibat terpapar suara bising atau disebut dengan NIHL (*Noise Induced Hearing Loss*) merupakan salah satu penyakit akibat kerja yang paling banyak dijumpai di perusahaan, tetapi penyakit ini bisa cepat dapat diketahui serta dapat dikendalikan. Pendengaran akan terganggu apabila tenaga kerja terpapar secara terusmenerus oleh bising diatas 85 dB (A). Oleh karena itu Nilai Ambang Batas kebisingan manusia adalah 85 dB (A) artinya tenaga kerja akan aman bila terpapar kebisingan pada 85 dB (A) selama 8 jam sehari dan 40 jam seminggu. Berikut adalah pedoman pemaparan terhadap kebisingan (Nilai Ambang Kebisingan) berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja NO. 51/MEN/1999.



*”Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi mesin bubut Run Master tipe Run-330x1000 RR dengan nomer model 08210810081 berdasarkan nilai getaran dan tingkat kebisingan yang dihasilkan.

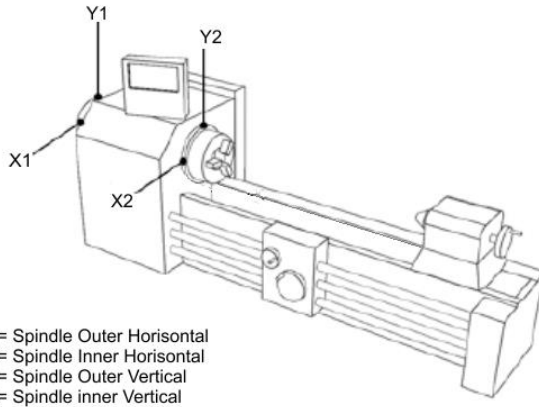
#### **3.2 Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium perautan Workshop Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Kampus Sukolilo Surabaya.

#### **3.3 Parameter Penelitian**

Pengukuran vibrasi dan kebisingan pada *spindle* mesin bubut Run Master tipe Run-330x1000 RR dengan nomer model 08210810081 pada workshop Perautan Department Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Pengukuran vibrasi dilakukan pada titik terdekat dengan bantalan *spindle* mesin bubut. Titik yang digunakan untuk pengukuran ini menggunakan 2 arah pengukuran pada bantalan *spindle* yaitu arah horizontal dan arah vertical dari spindle. Lokasi titik pengukuran dapat dilihat pada gambar 3.1. Pengukuran kebisingan dilakukan pada posisi terdekat dengan *spindle* mesin bubut.

Pengukuran vibrasi dan kebisingan dilakukan dengan memvariasikan kondisi pemotongan pada operasi *turning face* mesin bubut. Variasi parameter pemotongan *turning face* pada penelitian ini yaitu 3 variasi kecepatan putar spindle, 4 variasi kedalaman pemotongan, dan 4 variasi gerak pemakanan. Penerapan dari ketiga variasi tersebut dapat dilihat pada tabel 3.1 untuk variasi kedalaman pemotongan dan tabel 3.2 untuk variasi gerak pemakanan.



*Gambar 3.1 Lokasi Titik Pengukuran Getaran*

**Tabel 3.1 Variasi Kedalaman Pemotongan**

Variasi Kedalaman Pemotongan			
gerak pemakanan (mm/rev)	Kecepatan Spindle (rpm)	kedalaman pemotongan (mm)	RMS Velocity (mm/s)
0	460	0,000	
0,208		0,200	
		0,400	
		0,600	
		0,800	
0	755	0,000	
0,208		0,200	
		0,400	
		0,600	
		0,800	
0	1255	0,000	
0,208		0,200	
		0,400	
		0,600	
		0,800	

Tabel 3.2 Variasi Gerak Pemakanan

Variasi Gerak Pemakanan			
kedalaman pemotongan (mm)	Kecepatan Spindle (rpm)	gerak pemakanan (mm/rev)	RMS Velocity (mm/s)
0	460	0,000	
0,5		0,052	
		0,104	
		0,208	
		0,418	
0	755	0,000	
0,5		0,052	
		0,104	
		0,208	
		0,418	
0	1255	0,000	
0,5		0,052	
		0,104	
		0,208	
		0,418	

### 3.4 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Mesin Bubut
  - a. Merek Mesin Bubut : Run Master Tipe Run-330x1000 RR Dengan Nomer Model 08210810081
  - b. Daya Main Motor Listrik : 3 HP
  - c. Daya Motor Pompa : 0,05 HP
  - d. Spindle bore : 38 mm
  - e. Spindle nose : D21 -4
  - f. Kecepatan Spindle : 70-2000 rpm
  - g. Machine height : 1238 mm
  - h. Machine length : 1940 mm
  - i. Machine width : 755 mm



Gambar 3.2 Mesin Bubut

2. Pahat

- a. Merek : JCK
- b. Jenis Pahat : HSS – E M2A1
- c. Ukuran Pahat :  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 4$  Inch



Gambar 3.3 Pahat

3. Kunci *Chuck* dan Kunci *Tool Post*

Kunci *chuck* digunakan sebagai pengunci *chuck* penjepit benda kerja. Sedangkan guna dari kunci *tool post* adalah untuk menjepit pahat bubut.



Gambar 3.4 Kunci *Chuck* dan Kunci *Tool Post*

### 3.5 Alat Ukur Penelitian

Alat ukur yang digunakan pada penelitian ini antara lain yaitu :

1. *Vibration Meter*

- a. Merk : Fluke 805 Vibration Meter
- b. Rentang Frekuensi Rendah : 10 Hz – 1000 Hz
- c. Rentang Frekuensi Tinggi : 4000 Hz – 20000 Hz
- d. Batas Getaran : 50 g (100 g peak to peak)
- e. Sensitivitas Sensor : 100 mV g  $\pm$  10 %



Gambar 3.5 Vibration Meter Fluke 805

2. *Sound Level Meter*

Merk : Krisbow

Jenis : KW0600290

Rentang Frekuensi : 31.5 Hz – 8 KHz

Rentang pengukuran : 35 – 130 dB

Akurasi :  $\pm 1.5$  dB



Gambar 3.6 Sound Level Meter

### 3.6 Bahan Uji Penelitian

Benda kerja yang digunakan dalam penelitian ini adalah

Material : Baja karbon ST 41

Diameter : 20 mm

Panjang : 200 mm

Kekuatan tarik : 41 kg/mm<sup>2</sup>

Hardness : 165 HV



Gambar 3.7 Benda Kerja

Komposisi :

- C : 0,20 %
- Mn : 0,80 %
- S. : 0,015%
- N : 0,012 %
- Cu : 0,30 %
- Nb : 0,020 %
- Ti : 0,03 %
- Si : 0,40 %
- P : 0,025 %
- AL : 0,020 %
- Cr : 0,30 %
- Ni : 0,30 %



### 3.7 Prosedur Penelitian

Tahapan – tahapan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### 3.7.1 Prosedur Persiapan Penelitian

##### a. Pemasangan Benda Kerja

Pada tahap ini dilakukan pemasangan benda kerja baja karbon rendah ST 41 pada kepala tetap mesin bubut.



Gambar 3.8 Pemasangan Benda Kerja

##### b. Pemasangan Pahat

Pada tahap ini dilakukan pemasangan pahat HSS pada toolpost mesin bubut.



Gambar 3.9 Pemasangan Pahat

c. Mengatur Kecepatan *Spindle*

Pada tahap ini dilakukan pengaturan tuas kecepatan mesin bubut yang akan digunakan sesuai parameter yang akan diujikan.



Gambar 3.10 Mengatur Kecepatan *Spindle*

d. Mengatur Kedalaman Pemotongan

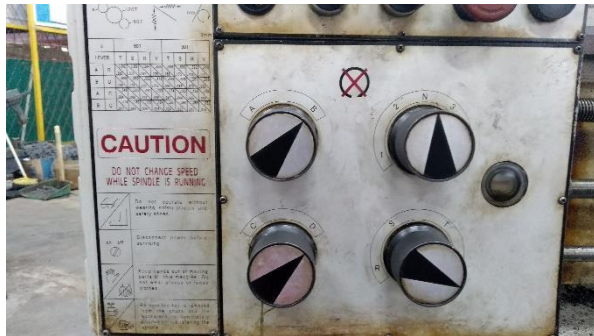
Pada tahap ini dilakukan pengaturan tuas kedalaman pemotongan pada mesin bubut yang akan digunakan sesuai parameter yang akan diujikan.



Gambar 3.11 Mengatur Kedalaman Pemotongan

e. Mengatur Gerak Pemakanan

Pada tahap ini dilakukan pengaturan tuas gerak pemakanan pada mesin bubut yang akan digunakan sesuai parameter yang akan diujikan.



Gambar 3.12 Mengatur Gerak Pemakanan

f. Mengatur Vibration Meter

Pada tahap ini dilakukan pengaturan kategori dari operasi mesin yang digunakan seperti tipe mesin dan kecepatan putar spindle.



Gambar 3.13 Mengatur Set Up Vibration Meter

g. Mengatur Sound Level Meter

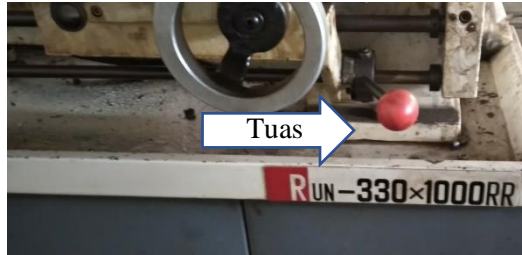
Pada tahap ini dilakukan pengaturan sound level meter. Adapun yang harus diatur yaitu tingkatan pengukuran (low/high), waktu pengukuran (slow/fast), dan fungsi hold/max. fungsi HOLD digunakan untuk menahan pengukuran terakhir yang didapatkan, sedangkan fungsi MAX digunakan untuk menangkap tingkat kebisingan paling tinggi. Pada penelitian ini menggunakan fungsi MAX agar memudahkan menangkap nilai kebisingan yg paling tinggi.



Gambar 3.14 Mengatur Set Up Sound Level Meter

### 3.7.2 Prosedur Penelitian

- a. Tarik tuas kendali spindle untuk mulai menjalankan spindle mesin bubut.



Gambar 3.15 Menarik Tuas Kendali Spindle Untuk Menjalankan Mesin Bubut

- b. Tarik tuas kendali eretan untuk memulai proses Pemotongan benda kerja. Setelah tuas ditarik maka eretan akan membawa pahat menuju benda kerja pahat akan mulai memotong benda kerja.



Gambar 3.16 Menarik Tuas Kendali Eretan

- c. Letakkan vibration meter pada titik pengukuran. Ketika pemotongan sudah stabil maka tekan tombol

'measure' pada vibration meter untuk memulai pengambilan nilai getaran.



Gambar 3.17 Pengambilan Nilai Getaran Arah Vertikal



Gambar 3.18 Pengambilan Nilai Getaran Arah Horisontal

- d. Apabila indikator vibration meter berwarna merah maka pengukuran harus diulang dikarenakan kondisi pengukuran yang tidak tepat, sedangkan apabila indikator berwarna hijau maka pengukuran berhasil

dan akan menampilkan nilai getaran. Apabila vibration meter sudah menampilkan hasil pengukuran tekan tombol 'save' untuk menyimpan hasil.



Gambar 3.19 Indikator Vibration Meter

- e. Letakkan sound level meter sedekat mungkin dengan spindle. Ketika proses pemotongan sudah stabil tekan tombol 'MAX' untuk mendapatkan nilai kebisingan. Setelah didapatkan nilai kebisingan maka catat nilai kebisingan tersebut.



Gambar 3.20 Pengambilan Nilai Kebisingan

- f. Selalu hentikan proses pemotongan dengan menarik tuas kendali spindle dan tuas kendali eretan setiap pergantian variable yang akan diujikan.
- g. Lakukan langkah a – e pada prosedur pengujian setiap variable yang digunakan.

### **3.7.3 Prosedur Setelah Pengujian**

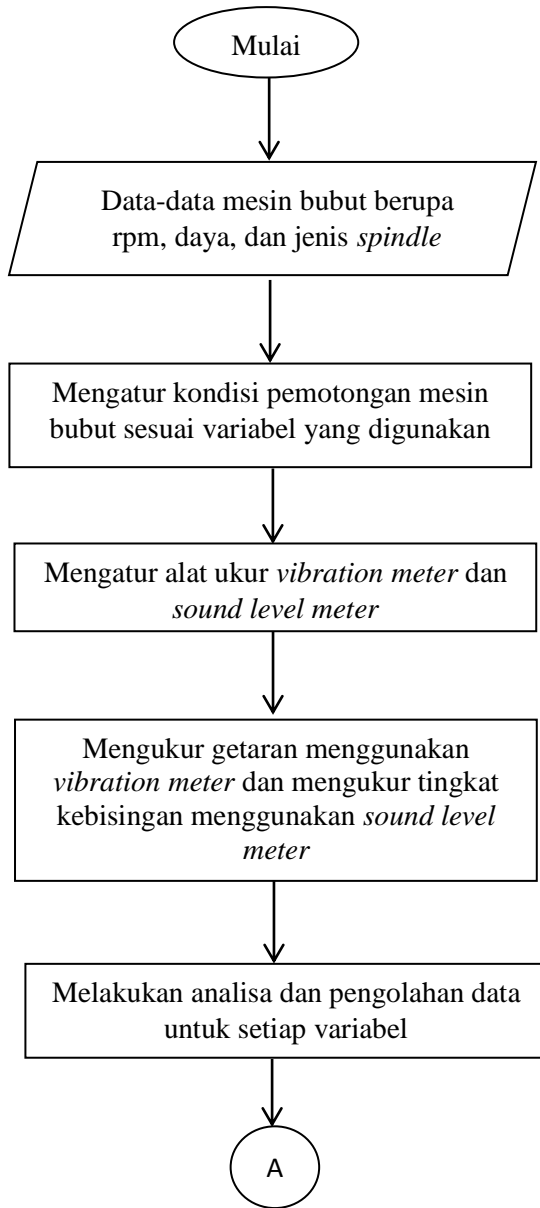
- a. Tarik tuas kendali spindle dan tuas kendali eretan keposisi semula untuk menghentikan proses pemotongan.
- b. Lepaskan sisa benda kerja dari kepala tetap mesin bubut.
- c. Lepaskan pahat dari toolpost mesin bubut.
- d. Pindahkan data yang telah tersimpan pada vibration meter kedalam komputer / PC dengan menggunakan kabel usb.

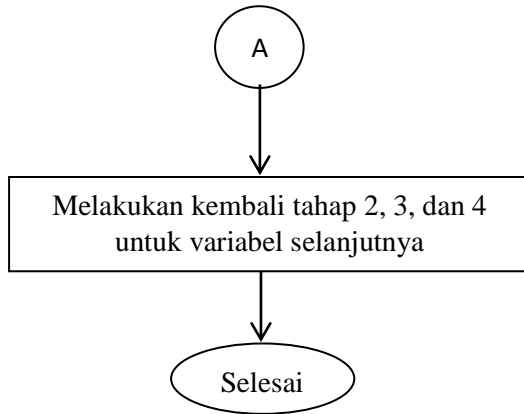
Setelah didapatkan seluruh data yang diperlukan, maka akan dilakukan analisa dari nilai getaran dan kebisingan guna menentukan kondisi mesin bubut dengan ISO 10816, Swedish Standard 728000-1, dan keputusan menteri tenaga kerja NO. 51/MEN/1999 tentang tingkat kebisingan.

### **3.8 Diagram Alir Penelitian**

Urutan langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat digambarkan dalam diagram alir sebagai berikut:







Gambar 3.21 Diagram Alir Penelitian

*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*

## BAB IV PEMBAHASAN

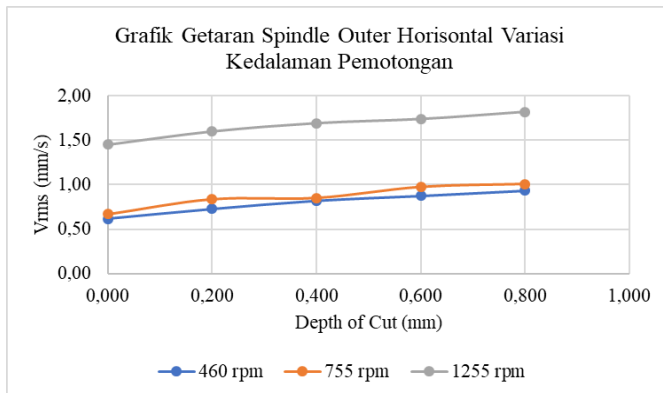
### 4.1 Hasil Pengukuran

#### 4.1.1 Overall Vibration

Pengukuran titik *Spindle Outer Horizontal* variasi kedalaman pemotongan ini menggunakan 3 kecepatan putar spindle, 1 gerak pemakanan, dan 5 kedalaman pemotongan. Berdasarkan parameter tersebut menghasilkan nilai getaran sebagai berikut:

Tabel 4.1 *Spindle Outer Horizontal* Variasi Kedalaman Pemotongan

Spindle Outer Horizontal Variasi Kedalaman Pemotongan			
feed (mm/rev)	Kecepatan Spindle (rpm)	Depth of cut (mm)	RMS Velocity (mm/s)
0	460	0,000	0,62
0,208		0,200	0,73
		0,400	0,82
		0,600	0,87
		0,800	0,93
0	755	0,000	0,67
0,208		0,200	0,84
		0,400	0,85
		0,600	0,97
		0,800	1,01
0	1255	0,000	1,45
0,208		0,200	1,60
		0,400	1,69
		0,600	1,74
		0,800	1,82



Grafik 4.1 *Spindle Outer Horizontal* variasi kedalaman pemotongan

Berdasarkan tabel 4.1 getaran terendah terjadi pada putaran *spindle* 460 yaitu sebesar 0,62 mm/s tanpa proses pemotongan. Sedangkan nilai getaran tertinggi terjadi pada putaran *spindle* 1255 dengan kedalaman potong 0,8 mm.

Pada putaran *spindle* 460 nilai getaran yang terjadi terus meningkat seiring dengan kedalaman potong yang digunakan. Kenaikan nilai getaran pada putaran *spindle* 460 cenderung sedikit yaitu dengan rata – rata kenaikan 0,5 mm/s setiap perubahan kondisi pemotongan yang digunakan. Kenaikan nilai getaran pada rpm 460 cenderung konstan dan tidak terdapat lonjakan getaran yang signifikan.

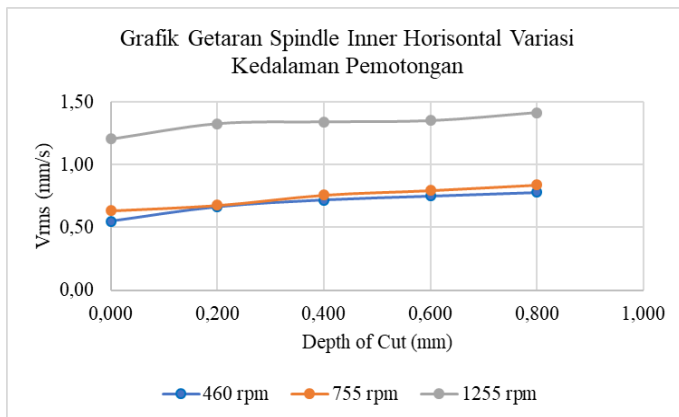
Pada putaran *spindle* 755 kenaikan getaran yang terjadi masih cenderung konstan mengikuti kedalaman potong yang digunakan, namun pada kedalaman potong 0,2 dan 0,4 kenaikan getaran yang terjadi sangat kecil hanya berselisih 0,01 mm/s. pada kedalaman potong 0,6 mm nilai getaran yang terjadi melonjak dari 0,85 mm/s menjadi 0,97 mm/s. Dibandingkan dengan getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 460, nilai getaran yang terjadi tidak jauh berbeda yaitu berkisar antara 0,6 mm/s hingga 1 mm/s.

Pada putaran *spindle* 1255 nilai getaran yang terjadi cukup tinggi dibandingkan dengan putaran *spindle* 460 dan 755, bahkan nilai getaran tanpa proses pemotongan pada putaran *spindle* 1255 ini lebih tinggi dari putaran *spindle* 755 dengan kedalaman pemotongan 0,8 mm. getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 1255 dengan kedalaman potong 0,8 bahkan hampir dua kali lipat dari getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 460 dengan kedalaman potong yang sama yaitu 1,82 mm/s. Sedangkan untuk kenaikan getaran pada putaran *spindle* 1255 dari kondisi tanpa pemotongan hingga pemotongan menggunakan kedalaman potong dari 0,2 sampai 0,8 cukup konstan tanpa lonjakan yang signifikan.

Pengukuran titik *Spindle Inner Horizontal* variasi kedalaman pemotongan ini menggunakan 3 kecepatan putar spindle, 1 gerak pemakanan, dan 5 kedalaman pemotongan. Dengan parameter tersebut menghasilkan data getaran sebagai berikut:

Tabel 4.2 *Spindle Inner Horizontal* Variasi Kedalaman Pemotongan

Spindle Inner Horizontal Variasi Kedalaman Pemotongan			
feed (mm/rev)	Kecepatan Spindle (rpm)	Depth of cut (mm)	RMS Velocity (mm/s)
0	460	0,000	0,55
0,208		0,200	0,66
		0,400	0,72
		0,600	0,75
		0,800	0,78
0	755	0,000	0,63
0,208		0,200	0,68
		0,400	0,76
		0,600	0,80
		0,800	0,84
0	1255	0,000	1,21
0,208		0,200	1,33
		0,400	1,34
		0,600	1,35
		0,800	1,42



Grafik 4.2 *Spindle Outer Horizontal* variasi kedalaman pemotongan

Berdasarkan tabel 4.2 getaran terendah terjadi pada putaran *spindle* 460 yaitu sebesar 0,55 mm/s tanpa proses pemotongan. Sedangkan nilai getaran tertinggi terjadi pada putaran *spindle* 1255 dengan kedalaman potong 0,8 mm yaitu sebesar 1,42 mm/s.

Pada putaran *spindle* 460 nilai getaran yang terjadi terus meningkat seiring dengan kedalaman potong yang digunakan. Kenaikan nilai getaran pada putaran *spindle* 460 cenderung sedikit yaitu dengan rata – rata kenaikan 0,575 mm/s setiap perubahan kondisi pemotongan yang digunakan. Kenaikan nilai getaran pada rpm 460 cenderung konstan dan tidak terdapat lonjakan getaran yang signifikan.

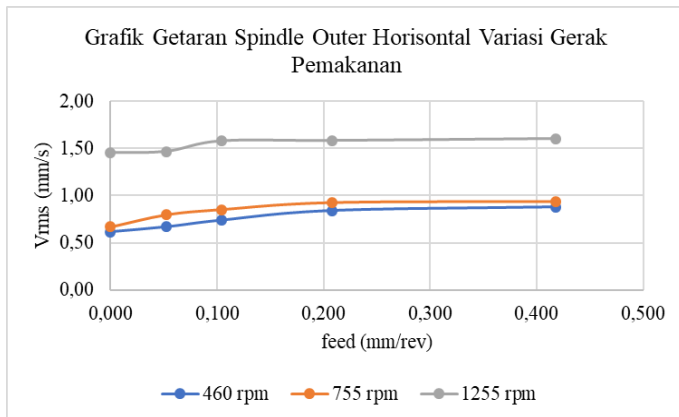
Pada putaran *spindle* 755 kenaikan getaran yang terjadi masih cenderung konstan mengikuti kedalaman potong yang digunakan. Kenaikan nilai getaran pada putaran *spindle* 755 cenderung sedikit yaitu dengan rata – rata kenaikan sebesar 0,5 mm/s setiap perubahan kedalaman pemotongan yang digunakan. Dibandingkan dengan getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 460, nilai getaran yang terjadi tidak jauh berbeda yaitu berkisar antara 0,6 mm/s hingga 0,8 mm/s.

Pada putaran *spindle* 1255 nilai getaran yang terjadi cukup tinggi dibandingkan dengan putaran *spindle* 460 dan 755, bahkan nilai getaran tanpa proses pemotongan pada putaran *spindle* 1255 ini lebih tinggi dari putaran *spindle* 755 dengan kedalaman pemotongan 0,8 mm yaitu sebesar 1,21 mm/s. getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 1255 dengan kedalaman potong 0,8 bahkan hampir dua kali lipat dari getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 460 dengan kedalaman potong yang sama yaitu 1,42 mm/s. Sedangkan untuk kenaikan getaran pada putaran *spindle* 1255 dari kondisi tanpa pemotongan hingga pemotongan menggunakan kedalaman potong dari 0,2 sampai 0,8 cukup konstan tanpa lonjakan yang signifikan.

Pengukuran titik *Spindle Outer Horizontal* variasi gerak pemakanan ini menggunakan 3 kecepatan putar spindle, 1 kedalaman pemotongan, dan 5 gerak pemakanan. Dengan parameter tersebut menghasilkan nilai getaran sebagai berikut:

Tabel 4.3 *Spindle Outer Horizontal* Variasi Gerak Pemakanan

Spindle Outer Horizontal Variasi Gerak Pemakanan			
kedalaman pemotongan (mm)	Kecepatan Spindle (rpm)	gerak pemakanan (mm/rev)	RMS Velocity (mm/s)
0	460	0,000	0,62
		0,052	0,67
		0,104	0,74
		0,208	0,84
		0,418	0,88
0	755	0,000	0,67
		0,052	0,80
		0,104	0,85
		0,208	0,93
		0,418	0,94
0	1255	0,000	1,45
		0,052	1,47
		0,104	1,58
		0,208	1,59
		0,418	1,60



Grafik 4.3 *Spindle Outer Horizontal* Gerak Pemakanan



Berdasarkan tabel 4.3 getaran terendah terjadi pada putaran *spindle* 460 yaitu sebesar 0,62 mm/s tanpa proses pemotongan. Sedangkan nilai getaran tertinggi terjadi pada putaran *spindle* 1255 dengan gerak pemakanan 0,418 mm/rev yaitu sebesar 1,6 mm/s.

Pada putaran *spindle* 460 nilai getaran yang terjadi terus meningkat seiring dengan gerak pemakanan yang digunakan. Kenaikan nilai getaran pada putaran *spindle* 460 cenderung sedikit yaitu dengan rata – rata kenaikan 0,65 mm/s setiap perubahan gerak pemakanan yang digunakan. Kenaikan nilai getaran pada rpm 460 cenderung konstan dan tidak terdapat lonjakan getaran yang signifikan.

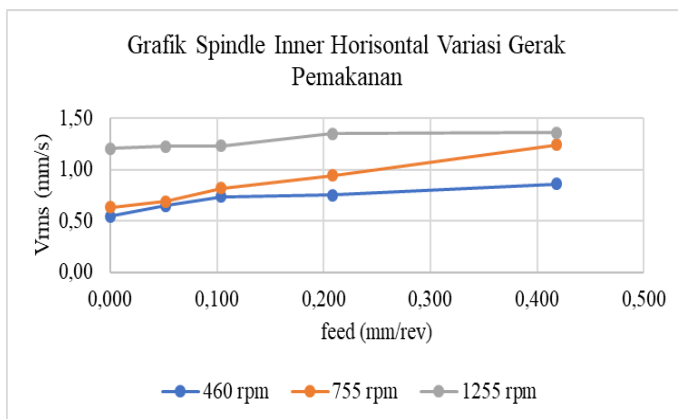
Pada putaran *spindle* 755 kenaikan getaran yang terjadi masih cenderung konstan mengikuti kedalaman potong yang digunakan, hanya pada gerak pemakanan 0,52 mm/rev melonjak sebesar 0,13 mm/s dari kondisi tanpa pemotongan yang hanya 0,67 mm/s. Kenaikan nilai getaran ada putaran *spindle* 755 cenderung sedikit yaitu dengan rata – rata kenaikan sebesar 0,675 mm/s setiap perubahan gerak pemakanan yang digunakan. Dibandingkan dengan getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 460, nilai getaran yang terjadi tidak jauh berbeda yaitu berkisar antara 0,6 mm/s hingga 0,9 mm/s.

Pada putaran *spindle* 1255 nilai getaran yang terjadi cukup tinggi dibandingkan dengan putaran *spindle* 460 dan 755, bahkan nilai getaran tanpa proses pemotongan pada putaran *spindle* 1255 ini lebih tinggi dari putaran *spindle* 755 dengan gerak pemakanan 0,418 mm/rev yaitu sebesar 1,45 mm/s. getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 1255 dengan gerak pemakanan 0,418 mm/rev bahkan hampir dua kali lipat dari getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 460 dengan kedalaman potong yang sama yaitu 1,45 mm/s. Sedangkan untuk kenaikan getaran pada putaran *spindle* 1255 dari kondisi tanpa pemotongan hingga pemotongan menggunakan gerak pemakanan dari 0,052 mm/rev hingga 0,418 mm/rev cukup konstan tanpa lonjakan yang signifikan.

Pengukuran titik *Spindle Inner Horizontal* variasi gerak pemakanan ini menggunakan 3 kecepatan putar *spindle*, 1 kedalaman pemotongan, dan 5 gerak pemakanan. Dengan parameter tersebut menghasilkan nilai getaran sebagai berikut:

Tabel 4.4 *Spindle inner Horizontal* Variasi Gerak Pemakanan

Spindle Inner Horizontal Variasi Gerak Pemakanan			
Depth of cut (mm)	Kecepatan Spindle (rpm)	feed (mm/rev)	RMS Velocity (mm/s)
0	460	0,000	0,55
0,5		0,052	0,65
		0,104	0,74
		0,208	0,75
		0,418	0,86
0	755	0,000	0,63
0,5		0,052	0,69
		0,104	0,82
		0,208	0,94
		0,418	1,24
0	1255	0,000	1,21
0,5		0,052	1,22
		0,104	1,23
		0,208	1,35
		0,418	1,36



Grafik 4.4 *Spindle Inner Horizontal* Gerak Pemakanan

Berdasarkan tabel 4.4 getaran terendah terjadi pada putaran *spindle* 460 yaitu sebesar 0,55 mm/s tanpa proses pemotongan. Sedangkan nilai getaran tertinggi terjadi pada putaran *spindle* 1255 dengan gerak pemakanan 0,418 mm/rev yaitu sebesar 1,36 mm/s.

Pada putaran *spindle* 460 nilai getaran yang terjadi terus meningkat seiring dengan gerak pemakanan yang digunakan. Kenaikan nilai getaran pada putaran *spindle* 460 dengan gerak pemakanan 0,052 mm/rev sedikit tinggi yaitu sebesar 0,1 mm/s dari nilai getaran tanpa proses pemotongan. Kenaikan nilai getaran pada rpm 460 dengan gerak pemakanan diatas 0,052 mm/rev cenderung konstan dan tidak terdapat lonjakan getaran yang signifikan.

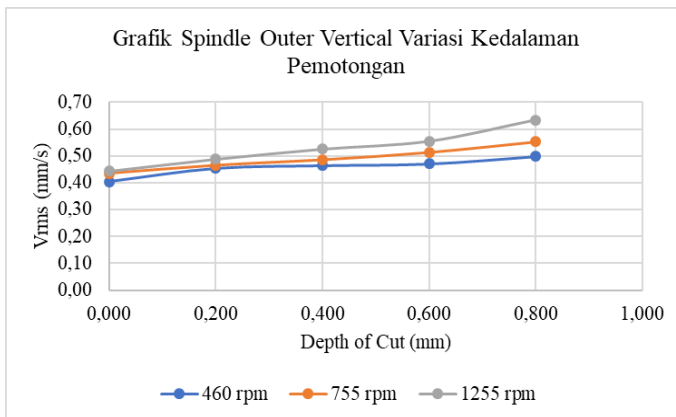
Pada putaran *spindle* 755 kenaikan getaran yang terjadi masih cenderung konstan mengikuti gerak pemakanan yang digunakan, namun pada gerak pemakanan 0,104 mm/rev melonjak sebesar 0,13 mm/s dari gerak pemakanan 0,052 mm/rev yang hanya 0,69 mm/s. Kenaikan nilai getaran ada putaran *spindle* 755 terus melonjak hingga pada gerak pemakanan 0,418 mm/rev nilai getaran mencapai angka 1,24 mm/s, nilai ini hamper menyamai nilai getaran pada putaran *spindle* 1255 dengan gerak pemakanan yang sama. Nilai getaran putaran *spindle* 755 ini cukup tinggi dibandingkan dengan getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 460.

Pada putaran *spindle* 1255 nilai getaran yang terjadi cukup tinggi dibandingkan dengan putaran *spindle* 460 dan 755. Getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 1255 ini sudah cukup tinggi bahkan ketika belum menggunakan proses pemotongan yaitu sebesar 1,21 mm/s. Kenaikan getaran pada putaran *spindle* 1255 dari kondisi tanpa pemotongan hingga pemotongan menggunakan gerak pemakanan dari 0,052 mm/rev hingga 0,418 mm/rev cukup konstan tanpa lonjakan yang signifikan.

Pengukuran titik *Spindle Outer Vertical* variasi kedalaman pemotongan ini menggunakan 3 kecepatan putar *spindle*, 1 gerak pemakanan, dan 5 kedalaman pemotongan. Berdasarkan parameter tersebut menghasilkan nilai getaran sebagai berikut:

Tabel 4.5 *Spindle Outer Vertical* Variasi Kedalaman Pemotongan

Spindle Outer Vertical Variasi Kedalaman Pemotongan			
feed (mm/rev)	Kecepatan Spindle (rpm)	Depth of cut (mm)	RMS Velocity (mm/s)
0	460	0,000	0,40
0,208		0,200	0,45
		0,400	0,46
		0,600	0,47
		0,800	0,50
0	755	0,000	0,43
0,208		0,200	0,46
		0,400	0,49
		0,600	0,51
		0,800	0,55
0	1255	0,000	0,44
0,208		0,200	0,49
		0,400	0,53
		0,600	0,55
		0,800	0,63



Grafik 4.5 *Spindle Outer Vertical* Kedalaman Pemotongan

Berdasarkan tabel 4.5 getaran terendah terjadi pada putaran *spindle* 460 yaitu sebesar 0,40 mm/s tanpa proses pemotongan. Sedangkan nilai getaran tertinggi terjadi pada putaran *spindle* 1255 dengan kedalaman potong 0,8 mm yaitu sebesar 0,88 mm/s.

Pada putaran *spindle* 460 nilai getaran yang terjadi terus meningkat seiring dengan kedalaman potong yang digunakan. Kenaikan nilai getaran pada putaran *spindle* 460 cenderung sedikit yaitu dengan rata – rata kenaikan 0,25 mm/s setiap perubahan kondisi pemotongan yang digunakan. Kenaikan nilai getaran pada rpm 460 cenderung konstan dan tidak terdapat lonjakan getaran yang signifikan.

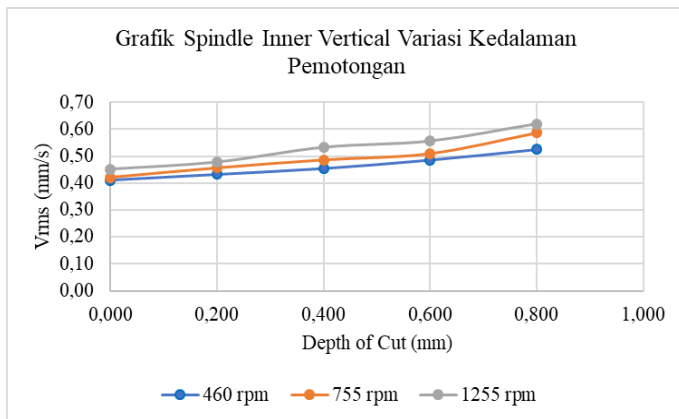
Pada putaran *spindle* 755 kenaikan getaran yang terjadi masih cenderung konstan mengikuti kedalaman potong yang digunakan. Dibandingkan dengan getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 460, nilai getaran yang terjadi tidak jauh berbeda yaitu berkisar antara 0,4 mm/s hingga 0,5 mm/s.

Pada putaran *spindle* 1255 nilai getaran yang terjadi hamper sama tetapi tetap lebih tinggi dibandingkan dengan putaran *spindle* 460 dan 755, bahkan nilai getaran dengan kedalaman pemotongan 0,8 mm pada putaran *spindle* 1255 ini hanya berbeda 0,8 mm/s dengan nilai getaran pada putaran *spindle* 755 dengan kedalaman pemotongan yang sama. Tetapi ada sedikit lonjakan nilai getaran pada kedalaman pemotongan 0,8 mm sebesar 0,8 mm/s dibandingkan nilai getaran pada kedalaman pemotongan 0,6 mm. Sedangkan untuk kenaikan getaran pada putaran *spindle* 1255 dari kondisi tanpa pemotongan hingga pemotongan menggunakan kedalaman potong dari 0,2 mm sampai 0,8 mm cukup konstan tanpa lonjakan yang signifikan.

Pengukuran titik *Spindle Inner Vertical* variasi kedalaman pemotongan ini menggunakan 3 kecepatan putar *spindle*, 1 gerak pemakanan, dan 5 kedalaman pemotongan. Berdasarkan parameter tersebut menghasilkan nilai getaran sebagai berikut:

Tabel 4.6 *Spindle inner Vertical* Variasi Kedalaman Pemotongan

Spindle Inner Vertical Variasi Kedalaman Pemotongan			
feed (mm/rev)	Kecepatan Spindle (rpm)	Depth of cut (mm)	RMS Velocity (mm/s)
0	460	0,000	0,41
0,208		0,200	0,43
		0,400	0,45
		0,600	0,49
		0,800	0,53
0	755	0,000	0,42
0,208		0,200	0,46
		0,400	0,49
		0,600	0,51
		0,800	0,59
0	1255	0,000	0,45
0,208		0,200	0,48
		0,400	0,53
		0,600	0,56
		0,800	0,62



Grafik 4.6 *Spindle Inner Vertical* Kedalaman Pemotongan

Berdasarkan tabel 4.6 getaran terendah terjadi pada putaran *spindle* 460 yaitu sebesar 0,41 mm/s tanpa proses pemotongan. Sedangkan nilai getaran tertinggi terjadi pada putaran *spindle* 1255 dengan kedalaman potong 0,8 mm yaitu sebesar 0,62 mm/s.

Pada putaran *spindle* 460 nilai getaran yang terjadi terus meningkat seiring dengan kedalaman potong yang digunakan. Kenaikan nilai getaran pada putaran *spindle* 460 cenderung sedikit yaitu dengan kenaikan berkisar antara 0,2 mm/s hingga 0,4 mm/s setiap perubahan kondisi pemotongan yang digunakan. Kenaikan nilai getaran pada rpm 460 cenderung konstan dan tidak terdapat lonjakan getaran yang signifikan.

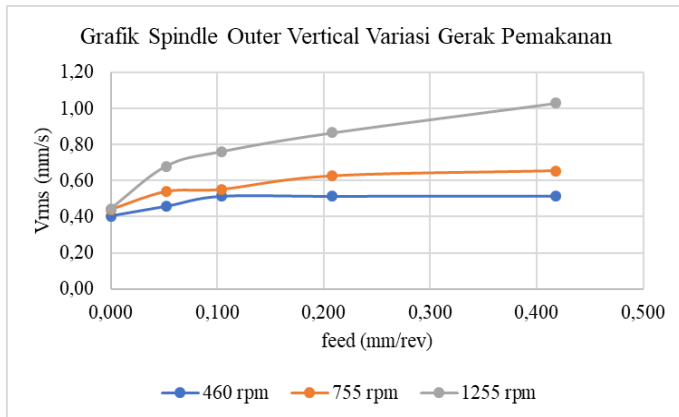
Pada putaran *spindle* 755 kenaikan getaran yang terjadi masih cenderung konstan mengikuti kedalaman potong yang digunakan. Dibandingkan dengan getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 460, nilai getaran yang terjadi tidak jauh berbeda yaitu berkisar antara 0,4 mm/s hingga 0,5 mm/s.

Pada putaran *spindle* 1255 nilai getaran yang terjadi hampir sama tetapi tetap lebih tinggi dibandingkan dengan putaran *spindle* 460 dan 755, bahkan nilai getaran dengan kedalaman pemotongan 0,8 mm pada putaran *spindle* 1255 ini hanya berbeda 0,3 m/s dengan nilai getaran pada putaran *spindle* 755 dengan kedalaman pemotongan yang sama. Sedangkan untuk kenaikan getaran pada putaran *spindle* 1255 dari kondisi tanpa pemotongan hingga pemotongan menggunakan kedalaman potong dari 0,2 mm sampai 0,8 mm rata – rata cukup konstan tanpa lonjakan yang signifikan.

Pengukuran titik *Spindle Outer Vertical* variasi gerak pemakanan ini menggunakan 3 kecepatan putar *spindle*, 1 kedalaman pemotongan, dan 5 gerak pemakanan. Dengan parameter tersebut menghasilkan nilai getaran sebagai berikut:

Table 4.7 *Spindle Outer Vertical* Variasi Gerak Pemakanan

Spindle Outer Vertical Variasi Gerak Pemakanan			
Depth of cut (mm)	Kecepatan Spindle (rpm)	feed (mm/rev)	RMS Velocity (mm/s)
0	460	0,000	0,40
0,5		0,052	0,46
		0,104	0,51
		0,208	0,51
		0,418	0,52
0	755	0,000	0,44
0,5		0,052	0,54
		0,104	0,55
		0,208	0,63
		0,418	0,65
0	1255	0,000	0,44
0,5		0,052	0,68
		0,104	0,76
		0,208	0,87
		0,418	1,03



Grafik 4.7 Spindle Outer Vertical Gerak Pemakanan



Berdasarkan tabel 4.7 getaran terendah terjadi pada putaran *spindle* 460 yaitu sebesar 0,40 mm/s tanpa proses pemotongan. Sedangkan nilai getaran tertinggi terjadi pada putaran *spindle* 1255 dengan gerak pemakanan 0,418 mm/rev yaitu sebesar 1,03 mm/s.

Pada putaran *spindle* 460 nilai getaran yang terjadi terus meningkat seiring dengan gerak pemakanan yang digunakan. Kenaikan nilai getaran ada putaran *spindle* 460 cenderung sedikit yaitu rata – rata kenaikan 0,1 mm/s tiap gerak pemakanan yang digunakan, namun ada kenaikan yang berbeda yaitu sebesar 0,6 mm/s pada gerak pemakanan 0,052 mm/rev dibandingkan dengan kondisi tanpa pemotongan.

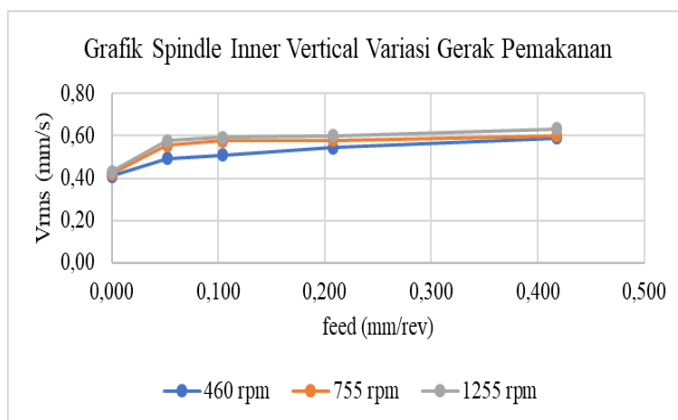
Pada putaran *spindle* 755 kenaikan getaran yang terjadi masih cenderung konstan mengikuti kedalaman potong yang digunakan. Pada awal penggunaan gerak pemakanan yaitu 0,052 mm/rev kenaikan getaran yang terjadi sebesar 0,1 mm/s, namun pada gerak pemakanan 0,052 mm/rev dan gerak pemakanan 0,104 mm/rev kenaikan yang terjadi sangat kecil yaitu hanya 0,01 mm/s. Dibandingkan dengan getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 460, nilai getaran yang terjadi tidak jauh berbeda yaitu berkisar antara 0,4 mm/s hingga 0,6 mm/s.

Pada putaran *spindle* 1255 nilai getaran yang terjadi cukup tinggi dibandingkan dengan putaran *spindle* 460 dan 755. bahkan getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 1255 dengan gerak pemakanan 0,418 mm/rev mencapai dua kali lipat dari getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 460 dengan kedalaman potong yang sama yaitu 1,03 mm/s. Sedangkan untuk kenaikan nilai getaran pada putaran *spindle* 1255 dari kondisi tanpa pemotongan hingga pemotongan menggunakan gerak pemakanan dari 0,052 mm/rev hingga 0,418 mm/rev cukup konstan tetapi selisih antar gerak pemakanan yang digunakan cukup tinggi.

Pengukuran titik *Spindle Inner Horizontal* variasi gerak pemakanan ini menggunakan 3 kecepatan putar *spindle*, 1 kedalaman pemotongan, dan 5 gerak pemakanan. Dengan parameter tersebut menghasilkan nilai getaran sebagai berikut:

Tabel 4.8 Spindle Inner Vertical Variasi Gerak Pemakanan

Spindle Inner Vertical Variasi Gerak Pemakanan			
Depth of cut (mm)	Kecepatan Spindle (rpm)	feed (mm/rev)	RMS Velocity (mm/s)
0	460	0,000	0,41
0,5		0,052	0,49
		0,104	0,51
		0,208	0,54
		0,418	0,59
0	755	0,000	0,42
0,5		0,052	0,55
		0,104	0,58
		0,208	0,58
		0,418	0,60
0	1255	0,000	0,43
0,5		0,052	0,58
		0,104	0,59
		0,208	0,60
		0,418	0,63



Grafik 4.8 Spindle Inner Vertical Gerak Pemakanan

Berdasarkan tabel 4.8 getaran terendah terjadi pada putaran *spindle* 460 yaitu sebesar 0,41 mm/s tanpa proses pemotongan. Sedangkan nilai getaran tertinggi terjadi pada putaran *spindle* 1255 dengan gerak pemakanan 0,418 mm/rev yaitu sebesar 0,63 mm/s.

Pada putaran *spindle* 460 nilai getaran yang terjadi terus meningkat seiring dengan gerak pemakanan yang digunakan. Kenaikan nilai getaran ada putaran *spindle* 460 cenderung sedikit yaitu berkisar antara 0,02 mm/s hingga 0,05 mm/s tiap gerak pemakanan yang digunakan.

Pada putaran *spindle* 755 kenaikan getaran yang terjadi masih cenderung konstan mengikuti kedalaman potong yang digunakan. Pada awal penggunaan gerak pemakanan yaitu 0,052 mm/rev kenaikan getaran yang terjadi sebesar 0,13 mm/s, tetapi pada gerak pemakanan 0,104 mm/rev dan gerak pemakanan 0,208 mm/rev tidak ada kenaikan nilai getaran yang terjadi. Dibandingkan dengan getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 460, nilai getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 755 tidak jauh berbeda yaitu berkisar antara 0,4 mm/s hingga 0,6 mm/s.

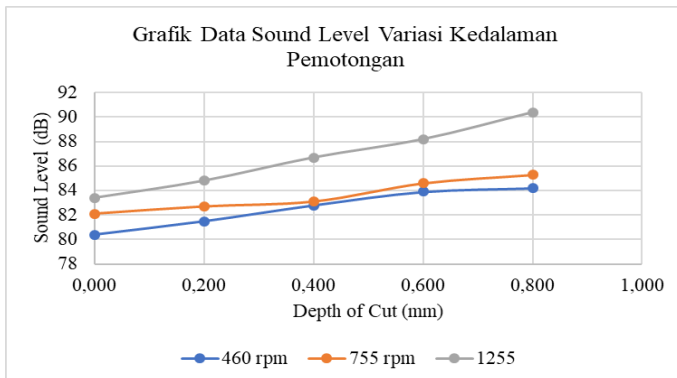
Pada putaran *spindle* 1255 nilai getaran yang terjadi hampir dibandingkan dengan putaran *spindle* 460 dan 755, bahkan getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 1255 dengan gerak pemakanan 0,418 mm/rev hanya berselisih 0,04 mm/s dari getaran yang terjadi pada putaran *spindle* 460 dengan kedalaman potong yang sama yaitu 0,63 mm/s. Sedangkan untuk kenaikan nilai getaran pada putaran *spindle* 1255 dari kondisi tanpa pemotongan hingga pemotongan menggunakan gerak pemakanan dari 0,052 mm/rev hingga 0,418 mm/rev cukup konstan, tetapi pada awal penggunaan gerak pemakanan lonjakan nilai getaran sedikit tinggi yaitu sebesar 0,15 mm/s.

### 4.1.2 Sound Level

Pengukuran kebisingan pada mesin bubut dilakukan untuk mengetahui tingkat kebisingan dari mesin bubut. Tingkat kebisingan dapat berbahaya bagi operator, maka dari itu perlu dilakukan pengukuran terhadap kebisingan untuk mengetahui batas seorang operator dapat mengoperasikan mesin bubut. Berikut data kebisingan mesin bubut :

Table 4.9 Data Kebisingan *Spindle* Variasi Kedalaman Pemotongan

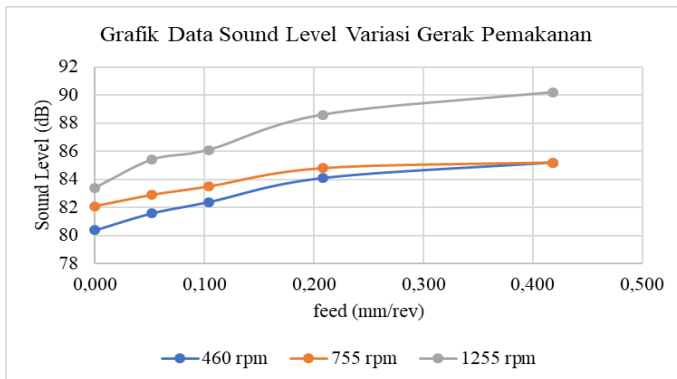
Data Sound Level Variasi Kedalaman Pemotongan			
feed (mm/rev)	Kecepatan Spindle (rpm)	Depth of cut (mm)	Sound Level (dB)
0	460	0,000	80,4
0,208		0,200	81,5
		0,400	82,8
		0,600	83,9
		0,800	84,2
0	755	0,000	82,1
0,208		0,200	82,7
		0,400	83,1
		0,600	84,6
		0,800	85,3
0	1255	0,000	83,4
0,208		0,200	84,8
		0,400	86,7
		0,600	88,2
		0,800	90,4



Grafik 4.9 kebisingan variasi kedalaman pemotongan

Table 4.10 Data Kebisingan *Spindle* Variasi Gerak Pemakanan

Data Sound Level Variasi Gerak Pemakanan			
Depth of cut (mm)	Kecepatan Spindle (rpm)	feed (mm/rev)	Sound Level (dB)
0	460	0,000	80,4
		0,052	81,6
		0,104	82,4
		0,208	84,1
		0,418	85,2
0,5	755	0,000	82,1
		0,052	82,9
		0,104	83,5
		0,208	84,8
		0,418	85,2
0	1255	0,000	83,4
		0,052	85,4
		0,104	86,1
		0,208	88,6
		0,418	90,2



Grafik 4.10 Kebisingan Variasi Gerak Pemakanan

## 4.2 Analisa dan Pembahasan

### 4.2.1 Overall Vibration

Pengambilan data nilai *overall* vibrasi dilakukan untuk mengetahui titik mana yang mengalami nilai vibrasi tertinggi. Hal ini penting untuk dilakukan agar dapat mengetahui dan menentukan apakah mesin layak untuk beroperasi. Pada ISO 18016 dan Swedish Standard 72800-1 telah ditentukan kondisi mesin

mana yang dapat beroperasi dan kondisi mesin yang tidak boleh untuk dioperasikan. Penentuan boleh atau tidaknya mesin beroperasi dapat dilihat dari nilai getaran mesin. Apabila nilai getaran mesin melebihi batas yang diijinkan maka perlu dilakukan suatu pengecekan dini terhadap mesin guna menghindari kerusakan yang lebih parah.

Getaran merupakan respon dari sebuah system mekanik, baik yang diakibatkan oleh gaya yang diberikan maupun perubahan kondisi operasi sebagai fungsi waktu. Gaya yang menyebabkan getaran ini dapat ditimbulkan oleh beberapa sumber misalnya kontak/benturan antar komponen yang bergerak /berputar, putaran dari massa yang tidak seimbang (*unbalance mass*), *misalignment* dan juga karena kerusakan. Dalam penelitian ini getaran yang terjadi karena adanya kontak/benturan antara pahat dengan benda kerja.

Pengukuran pada kondisi normal atau tanpa operasi pemotongan dimaksudkan untuk mengukur getaran bebas pada *spindle*. Berdasarkan hasil pengukuran yang telah didapatkan ternyata pada semua titik pengukuran pada kondisi normal, semuanya masih pada zona status A, yang berarti *spindle* masih dapat berfungsi dengan baik. Berdasarkan pengukuran nilai getaran yang terlihat menunjukkan bahwa perbedaan putaran *spindle* yang digunakan berpengaruh terhadap getaran yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan perubahan kecepatan putar *spindle* akan meningkatkan kecepatan potong. Perbedaan kedalaman pemotongan menurut hasil pengukuran juga sangat berpengaruh terhadap nilai getaran yang dihasilkan, hal ini disebabkan oleh gaya potong yang semakin besar seiring dengan besarnya kedalaman pemotongan. Ketika kedalaman pemotongan yang digunakan lebih besar maka gaya potong pada proses *turning face* yang dihasilkan dalam proses juga semakin besar. Gerak pemakanan juga berpengaruh terhadap getaran yang dihasilkan. Gaya potong menimbulkan gesekan yang tinggi akibat dari kontak / interaksi yang terjadi pada saat proses pemakanan. Akibat gaya potong yang

besar inilah yang menyebabkan getaran yang terjadi juga semakin besar.

Berdasarkan nilai getaran yang dihasilkan menunjukkan bahwa pengukuran pada titik *horizontal* rata – rata memiliki nilai yang lebih tinggi dari pengukuran pada titik *vertical*. Hal ini menunjukkan adanya indikasi masalah pada elemen putar pada *spindle*, seperti *unbalance mass* atau yang lainnya. Untuk dapat memastikan secara pasti masalah yang terjadi perlu dilakukan penelitian menggunakan Analisa spektrum getarannya.

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan menghasilkan nilai getaran. Nilai getaran dari setiap titik ini yang akan dianalisa menurut ISO 10816. Sebelum menganalisa lebih lanjut, harus diketahui kelas dari pada mesin yang akan dianalisa berdasarkan daya yang dihasilkan. Dari spesifikasi mesin yang digunakan, mesin bubut Run Master tipe Run-330x1000 RR dengan nomer model 08210810081 menurut (Tomas Budik, Robert Jankovych, Milos Hammer, 2016) berada pada kategori small machine Group III dikarenakan daya yang dihasilkan 3HP atau 2,2 kW dan dengan pondasi *rigid foundation* serta menggunakan penggerak eksternal. Berdasarkan ISO 10816 *overal vibration* yang dihasilkan kondisi mesin bubut masih dapat digunakan atau masih dalam kondisi “*new machine condition*”.

Analisa nilai getaran dilakukan tidak hanya dapat dilakukan dengan ISO 10816, dikarenakan ISO 10816 adalah standar yang dibuat untuk mendeteksi kondisi mesin secara umum, tetapi tidak spesifik terhadap kondisi *spindle* mesin bubut. Untuk mendeteksi kondisi *spindle* mesin bubut terdapat standart yang dapat digunakan yaitu Swedish Standard 72800-1. Untuk menganalisa kondisi *spindle* pada Swedish Standard 72800-1 juga harus ditentukan kategori dari mesin. Terdapat dua kategori pada Swedish Standard 72800-1 yaitu Long Terms *Spindle Condition* (LTSC) dan Short Terms *Spindle Condition* (STSC). Menurut putaran *spindle* yang digunakan pada penelitian ini, kondisi *spindle* termasuk dalam kategori LTSC karena kecepatan *spindle* yang digunakan diantara 600 rpm – 6000 rpm, sedangkan pada kecepatan putar 460 rpm menurut (BILOŠOVÁ, 2012) hasil

pengukuran kecepatan (*velocity*) dapat dilakukan pada setiap rentang kecepatan putar. Menurut standar SS728000 kategori LTSC terdapat 4 zona status yaitu A (*new machine condition*) dengan nilai overall vibration  $> 0.7$  mm/s, B (*unlimited long-term operation allowable*) dengan nilai overall vibration  $0.7$  mm/s –  $1.1$  mm/s, C (*short-term operation allowable*) dengan nilai overall vibration  $1.1$  mm/s –  $1.8$  mm/s, dan D (*vibration causes damage*) dengan nilai overall vibration  $> 1.8$  mm/s.

Berdasarkan Swedish Standard 72800-1 kondisi *spindle* mesin bubut Run Master tipe Run-330x1000 RR dengan nomer model 08210810081 rata – rata termasuk dalam kondisi '*new machine condition*' atau masih sangat baik dan aman untuk digunakan, tetapi ada beberapa titik pengukuran yang menghasilkan nilai getaran dengan kondisi '*unlimited long-term operation allowable*' dan '*short-term operation allowable*'. Berdasarkan standart yang digunakan maka hasil pengukuran menunjukkan kondisi mesin sebagai berikut:



Hasil pengukuran getaran pada titik *Spindle Outer Horizontal* variasi kedalaman pemotongan menunjukkan kondisi mesin sebagai berikut:

Tabel 4.11 Kondisi mesin pada titik pengukuran *Spindle Outer Horizontal* variasi kedalaman

Spindle Outer Horizontal Variasi Kedalaman Pemotongan					
gerak pemakanan (mm/rev)	Kecepatan Spindle (rpm)	kedalaman pemotongan (mm)	RMS Velocity (mm/s)	ISO 10816	Swedish Standard 72800-1 (LTSC)
0	460	0,000	0,62	A	A
0,208		0,200	0,73	A	B
		0,400	0,82	A	B
		0,600	0,87	A	B
		0,800	0,93	A	B
0	755	0,000	0,67	A	A
0,208		0,200	0,84	A	B
		0,400	0,85	A	B
		0,600	0,97	A	B
		0,800	1,01	A	B
0	1255	0,000	1,45	A	C
0,208		0,200	1,60	A	C
		0,400	1,69	A	C
		0,600	1,74	A	C
		0,800	1,77	A	C

Pada tabel 4.11 menunjukkan bahwa kondisi *spindle* mesin pada kecepatan putar 460 dan 755 berdasarkan ISO 10816 memiliki predikat '*new machine condition*', sedangkan berdasarkan SS 72800-1 memiliki predikat '*new machine condition*' pada kondisi tanpa pemotongan. Pada penggunaan kedalaman pemotongan getaran yang terjadi semakin besar, dari nilai getaran tersebut makan kondisi *spindle* mesin bubut masuk dalam predikat '*unlimited long-term operation allowable*'. Pada kecepatan *spindle* 1255 seluruh nilai getaran menunjukkan kondisi *spindle* berada pada predikat '*short-term operation allowable*' Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya kedalaman pemotongan menyebabkan getaran yang terjadi pada *spindle* juga semakin besar.

Hasil pengukuran getaran pada titik *Spindle Inner Horizontal* variasi kedalaman pemotongan menunjukkan kondisi mesin sebagai berikut :

Tabel 4.12 Kondisi mesin pada titik pengukuran *Spindle Inner Horizontal* variasi kedalaman

Spindle Inner Horizontal Variasi Kedalaman Pemotongan					
gerak pemakanan (mm/rev)	Kecepatan Spindle (rpm)	kedalaman pemotongan (mm)	RMS Velocity (mm/s)	ISO 10816	Swedish Standard 72800-1 (LTSC)
0	460	0,000	0,55	A	A
0,208		0,200	0,66	A	A
		0,400	0,72	A	B
		0,600	0,75	A	B
		0,800	0,78	A	B
0	755	0,000	0,63	A	A
0,208		0,200	0,68	A	A
		0,400	0,76	A	B
		0,600	0,80	A	B
		0,800	0,84	A	B
0	1255	0,000	1,21	A	B
0,208		0,200	1,33	A	B
		0,400	1,34	A	B
		0,600	1,35	A	B
		0,800	1,42	A	B

Pada tabel 4.12 menunjukkan bahwa kondisi *spindle* mesin pada kecepatan putar 460 dan 755 berdasarkan ISO 10816 memiliki predikat '*new machine condition*', sedangkan berdasarkan SS 72800-1 memiliki predikat '*new machine condition*' pada kondisi tanpa pemotongan dan kedalaman pemotongan 0,2 mm. Pada penggunaan kedalaman pemotongan getaran yang terjadi semakin besar, dari nilai getaran tersebut maka kondisi *spindle* mesin bubut masuk dalam predikat '*unlimited long-term operation allowable*'. Pada kecepatan *spindle* 1255 seluruh nilai getaran menunjukkan kondisi *spindle* berada pada predikat '*unlimited long-term operation allowable*'. Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya kedalaman pemotongan menyebabkan getaran yang terjadi pada *spindle* juga semakin besar.

Hasil pengukuran getaran pada titik *Spindle Outer Horizontal* variasi gerak pemakanan pemotongan menunjukkan kondisi mesin sebagai berikut :

Tabel 4.13 Kondisi mesin pada titik pengukuran *Spindle outer Horizontal* variasi gerak pemakanan

Spindle Outer Horizontal Variasi Gerak Pemakanan					
kedalaman pemotongan (mm)	Kecepatan Spindle (rpm)	gerak pemakanan (mm/rev)	RMS Velocity (mm/s)	ISO 10816	Swedish Standard 72800-1 (LTSC)
0	460	0,000	0,62	A	A
0,5		0,052	0,67	A	A
		0,104	0,74	A	B
		0,208	0,84	A	B
		0,418	0,88	A	B
0	755	0,000	0,67	A	A
0,5		0,052	0,80	A	B
		0,104	0,85	A	B
		0,208	0,93	A	B
		0,418	0,94	A	B
0	1255	0,000	1,45	A	B
0,5		0,052	1,47	A	B
		0,104	1,58	A	B
		0,208	1,59	A	B
		0,418	1,60	A	B

Pada tabel 4.13 menunjukkan bahwa kondisi *spindle* mesin berdasarkan ISO 10816 memiliki predikat ‘*new machine condition*’. Berdasarkan SS 72800-1 pada kecepatan putar 460 memiliki predikat ‘*new machine condition*’ pada kondisi tanpa pemotongan dan kedalaman pemotongan 0,2 mm. Pada penggunaan kedalaman pemotongan selanjutnya getaran yang terjadi semakin besar, dari nilai getaran tersebut makan kondisi *spindle* mesin bubut masuk dalam predikat ‘unlimited long-term operation allowable’. Pada kecepatan *spindle* 755 memiliki predikat ‘*new machine condition*’ pada kondisi tanpa pemotongan. Pada kecepatan *spindle* 1255 seluruh nilai getaran menunjukkan kondisi *spindle* berada pada predikat ‘unlimited long-term operation allowable’. Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya kedalaman pemotongan menyebabkan getaran yang terjadi pada *spindle* juga semakin besar.

Hasil pengukuran getaran pada titik *Spindle Inner Horizontal* variasi gerak pemakanan pemotongan menunjukkan kondisi mesin sebagai berikut :

Tabel 4.14 Kondisi mesin pada titik pengukuran *Spindle Inner Horizontal* variasi gerak pemakanan

Spindle Inner Horizontal Variasi Gerak Pemakanan					
kedalaman pemotongan (mm)	Kecepatan Spindle (rpm)	gerak pemakanan (mm/rev)	RMS Velocity (mm/s)	ISO 10816	Swedish Standard 72800-1 (LTSC)
0	460	0,000	0,55	A	A
0,5		0,052	0,65	A	A
		0,104	0,74	A	B
		0,208	0,75	A	B
		0,418	0,86	A	B
0	755	0,000	0,63	A	A
0,5		0,052	0,69	A	A
		0,104	0,82	A	B
		0,208	0,94	A	B
		0,418	1,24	A	B
0	1255	0,000	1,21	A	B
0,5		0,052	1,22	A	B
		0,104	1,23	A	B
		0,208	1,35	A	B
		0,418	1,36	A	B

Pada tabel 4.14 menunjukkan bahwa kondisi *spindle* mesin pada kecepatan putar 460 dan 755 berdasarkan ISO 10816 memiliki predikat '*new machine condition*', sedangkan berdasarkan SS 72800-1 memiliki predikat '*new machine condition*' pada kondisi tanpa pemotongan dan kedalaman pemotongan 0,2 mm. Pada penggunaan kedalaman pemotongan getaran yang terjadi semakin besar, dari nilai getaran tersebut makan kondisi *spindle* mesin bubut masuk dalam predikat '*unlimited long-term operation allowable*'. Pada kecepatan *spindle* 1255 seluruh nilai getaran menunjukkan kondisi *spindle* berada pada predikat '*unlimited long-term operation allowable*'. Hal ini menunjukkan bahwa meningkatnya kedalaman pemotongan menyebabkan getaran yang terjadi pada *spindle* juga semakin besar.

Hasil pengukuran getaran pada titik *Spindle Outer Vertical* variasi kedalaman pemotongan pemotongan menunjukkan kondisi mesin sebagai berikut :

Tabel 4.15 Kondisi mesin pada titik pengukuran *Spindle Outer Vertical* variasi kedalaman pemotongan

Spindle Outer Vertical Variasi Kedalaman Pemotongan					
gerak pemakanan (mm/rev)	Kecepatan Spindle (rpm)	kedalaman pemotongan (mm)	RMS Velocity (mm/s)	ISO 10816	Swedish Standard 72800-1 (LTSC)
0	460	0,000	0,40	A	A
0,208		0,200	0,45	A	A
		0,400	0,46	A	A
		0,600	0,47	A	A
		0,800	0,50	A	A
0	755	0,000	0,46	A	A
0,208		0,200	0,49	A	A
		0,400	0,49	A	A
		0,600	0,51	A	A
0	1255	0,000	0,44	A	A
0,208		0,200	0,49	A	A
		0,400	0,53	A	A
		0,600	0,55	A	A
		0,800	0,63	A	A

Pada tabel 4.15 menunjukkan bahwa kondisi *spindle* mesin pada berdasarkan ISO 10816 memiliki predikat ‘*new machine condition*’ di semua parameter yang digunakan. Sedangkan berdasarkan SS 72800-1 nilai getaran yang dihasilkan memang semakin besar tiap parameter yang digunakan tetapi masih dalam predikat ‘*new machine condition*’ pada seluruh parameter yang digunakan.

Hasil pengukuran getaran pada titik *Spindle Inner Vertical* variasi kedalaman pemotongan pemotongan menunjukkan kondisi mesin sebagai berikut :

Tabel 4.16 Kondisi mesin pada titik pengukuran *Spindle Inner Vertical* variasi kedalaman pemotongan

Spindle Inner Vertical Variasi Kedalaman Pemotongan					
gerak pemakanan (mm/rev)	Kecepatan Spindle (rpm)	kedalaman pemotongan (mm)	RMS Velocity (mm/s)	ISO 10816	Swedish Standard 72800-1 (LTSC)
0	460	0,000	0,41	A	A
0,208		0,200	0,43	A	A
		0,400	0,45	A	A
		0,600	0,49	A	A
		0,800	0,53	A	A
0	755	0,000	0,42	A	A
0,208		0,200	0,46	A	A
		0,400	0,49	A	A
		0,600	0,51	A	A
		0,800	0,59	A	A
0	1255	0,000	0,45	A	A
0,208		0,200	0,48	A	A
		0,400	0,53	A	A
		0,600	0,56	A	A
		0,800	0,62	A	A

Pada tabel 4.16 menunjukkan bahwa kondisi *spindle* mesin pada berdasarkan ISO 10816 memiliki predikat '*new machine condition*' di semua parameter yang digunakan. Sedangkan berdasarkan SS 72800-1 nilai getaran yang dihasilkan memang semakin besar tiap parameter yang digunakan tetapi masih dalam predikat '*new machine condition*' pada seluruh parameter yang digunakan.

Hasil pengukuran getaran pada titik *Spindle Outer Vertical* variasi gerak pemakanan pemotongan menunjukkan kondisi mesin sebagai berikut :

Tabel 4.17 Kondisi mesin pada titik pengukuran *Spindle Outer Vertical* variasi gerak pemakanan

Spindle Outer Vertical Variasi Gerak Pemakanan					
kedalaman pemotongan (mm)	Kecepatan Spindle (rpm)	gerak pemakanan (mm/rev)	RMS Velocity (mm/s)	ISO 10816	Swedish Standard 72800-1 (LTSC)
0	460	0,000	0,40	A	A
0,5		0,052	0,46	A	A
		0,104	0,51	A	A
		0,208	0,51	A	A
		0,418	0,52	A	A
0	755	0,000	0,44	A	A
0,5		0,052	0,54	A	A
		0,104	0,55	A	A
		0,208	0,63	A	A
		0,418	0,65	A	A
0	1255	0,000	0,44	A	A
0,5		0,052	0,68	A	B
		0,104	0,76	A	B
		0,208	0,87	A	B
		0,418	1,03	A	B

Pada tabel 4.17 menunjukkan bahwa kondisi *spindle* mesin pada berdasarkan ISO 10816 memiliki predikat ‘*new machine condition*’ di semua parameter yang digunakan. Sedangkan berdasarkan SS 72800-1 nilai getaran pada putaran *spindle* 460 dan 755 menunjukkan kondisi mesin dalam predikat ‘*new machine condition*’ pada seluruh parameter yang digunakan. Pada kecepatan putar *spindle* 1255 kondisi tanpa pemotongan masuk dalam predikat ‘*new machine condition*’, namun pada penggunaan kedalaman pemotongan nilai getaran yang dihasilkan menunjukkan kondisi mesin dalam predikat ‘*unlimited long-term operation allowable*’.

Hasil pengukuran getaran pada titik *Spindle Inner Vertical* variasi kedalaman pemotongan menunjukkan kondisi mesin sebagai berikut :

Tabel 4.18 Kondisi mesin pada titik pengukuran *Spindle Inner Vertical* variasi gerak pemakanan.

Spindle Inner Vertical Variasi Gerak Pemakanan					
kedalaman pemotongan (mm)	Kecepatan Spindle (rpm)	gerak pemakanan (mm/rev)	RMS Velocity (mm/s)	ISO 10816	Swedish Standard 72800-1 (LTSC)
0	460	0,000	0,41	A	A
0,5		0,052	0,49	A	A
		0,104	0,51	A	A
		0,208	0,54	A	A
		0,418	0,59	A	A
0	755	0,000	0,42	A	A
0,5		0,052	0,55	A	A
		0,104	0,58	A	A
		0,208	0,58	A	A
		0,418	0,60	A	A
0	1255	0,000	0,43	A	A
0,5		0,052	0,58	A	A
		0,104	0,59	A	A
		0,208	0,60	A	A
		0,418	0,63	A	A

Pada tabel 4.18 menunjukkan bahwa kondisi *spindle* mesin pada berdasarkan ISO 10816 memiliki predikat '*new machine condition*' di semua parameter yang digunakan. Sedangkan berdasarkan SS 72800-1 nilai getaran yang dihasilkan memang semakin besar tiap parameter yang digunakan tetapi masih dalam predikat '*new machine condition*' pada seluruh parameter yang digunakan.



### 4.2.2 Sound Level

Berdasarkan pengujian kebisingan yang telah dilakukan menunjukkan tingkat kebisingan yang cenderung naik setiap variasi yang digunakan. Kebisingan yang dihasilkan mesin bubut menunjukkan kenaikan seiring dengan kondisi pemotongan yang berubah. Hal itu dapat dilihat pada grafik 4.10 dan grafik 4.11. Pada grafik menunjukkan bahwa kecepatan putar *spindle*, kedalaman pemotongan, dan gerak pemakanan berpengaruh terhadap kebisingan yang dihasilkan mesin bubut. Kebisingan yang dihasilkan percobaan ini memiliki nilai antara 80 dB hingga 90 dB.

Berdasarkan keputusan menteri tenaga kerja NO. 51/MEN/1999 menyatakan bahwa terpapar kebisingan dapat menyebabkan gangguan pada indra pendengaran, maka dari itu ditetapkan batas ambang kebisingan yang aman bagi operator. Berdasarkan peraturan Menteri tersebut, maka batas ambang kebisingan bagi operator yang diijinkan menurut data yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 4.12 dan tabel 4.13.

Tabel 4.19 Kondisi Batas Ambang Kebisingan Berdasarkan Data Pengujian Variasi Kedalaman Pemotongan

Data Nilai Kebisingan Variasi Kedalaman Pemotongan				
gerak pemakanan (mm/rev)	Kecepatan Spindle (rpm)	kedalaman pemotongan (mm)	Sound Level (dB)	Ambang Batas Maksimal
0	460	0,000	80,4	8 Jam / Hari
0,208		0,200	81,5	8 Jam / Hari
		0,400	82,8	8 Jam / Hari
		0,600	83,9	8 Jam / Hari
		0,800	84,2	8 Jam / Hari
0	755	0,000	82,1	8 Jam / Hari
0,208		0,200	82,7	8 Jam / Hari
		0,400	83,1	8 Jam / Hari
		0,600	84,6	8 Jam / Hari
		0,800	85,3	8 Jam / Hari
0	1255	0,000	83,4	8 Jam / Hari
0,208		0,200	84,8	8 Jam / Hari
		0,400	86,7	8 Jam / Hari
		0,600	88,2	4 Jam / Hari
		0,800	90,4	4 Jam / Hari

Tabel 4.20 Kondisi Batas Ambang Kebisingan Berdasarkan Data Pengujian Variasi Kedalaman Pemotongan

Data Nilai Kebisingan Variasi Gerak Pemakanan				
kedalaman pemotongan (mm)	Kecepatan Spindle (rpm)	gerak pemakanan (mm/rev)	Sound Level (dB)	Ambang Batas Maksimal Kebisingan (Waktu)
0	460	0,000	80,4	8 Jam / Hari
0,5		0,052	81,6	8 Jam / Hari
		0,104	82,4	8 Jam / Hari
		0,208	84,1	8 Jam / Hari
		0,418	85,2	8 Jam / Hari
0	755	0,000	82,1	8 Jam / Hari
0,5		0,052	82,9	8 Jam / Hari
		0,104	83,5	8 Jam / Hari
		0,208	84,8	8 Jam / Hari
		0,418	85,2	8 Jam / Hari
0	1255	0,000	83,4	8 Jam / Hari
0,5		0,052	85,4	8 Jam / Hari
		0,104	86,1	8 Jam / Hari
		0,208	88,6	4 Jam / Hari
		0,418	90,2	4 Jam / Hari

Berdasarkan pengukuran nilai tingkat kebisingan yang telah dilakukan pada variasi kedalaman pemotongan dan gerak pemakanan menunjukkan bahwa ambang batas maksimal pengoperasian mesin bubut yaitu 8 jam/hari. Namun pada beberapa variasi kedalaman pemotongan memiliki ambang batas berbeda yaitu pada kecepatan putar *spindle* 1255 dengan kedalaman potong 0,4 mm dan 0,6 mm memiliki ambang batas maksimal 4 jam/hari, sedangkan pada kedalaman pemotongan 0,8 mm ambang batas yang diperbolehkan yaitu hanya 2 jam/hari.

Pada variasi gerak pemakanan 0,104 mm/rev dan 0,208 mm/rev memiliki ambang batas maksimal 4 jam/hari. Sedangkan pada gerak pemakanan 0,418 mm/rev memiliki ambang batas maksimal 2 jam/hari. Ambang batas maksimal ini dapat digunakan pada industry dengan tingkat produksi yang padat agar melindungi operator dari gangguan kesehatan. Untuk menjaga kesehatan khususnya indra pendengaran dari operator maka disarankan agar proses produksi pada industry menggunakan peralatan penunjang keselamatan indra pendengaran seperti *earplug* apabila waktu proses produksi harus melebihi ambang batas yang disarankan.

*'halaman ini sengaja dikosongkan'*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan pengukuran nilai getaran dan kebisingan pada mesin bubut tipe Run Master tipe Run-330x1000 RR dengan nomer model 08210810081 menunjukkan bahwa penggunaan parameter pemotongan pada proses *turning face* dengan menggunakan bahan uji baja karbon rendah ST 41 berupa kecepatan putar spindle, kedalaman pemotongan, dan gerak pemakanan berpengaruh terhadap getaran dan tingkat kebisingan yang terjadi pada *spindle* mesin bubut.

Berdasarkan hasil pengukuran getaran menunjukkan bahwa kecepatan spindle pada mesin bubut adalah parameter yang paling berpengaruh terhadap getaran yang dihasilkan mesin bubut. hal tersebut dapat dilihat dari hasil pengukuran pada titik *Spindle Outer Horizontal* variasi kedalaman pemotongan dimana pada kecepatan putar spindle 1255 rpm menunjukkan nilai getaran yang berada pada zona 'C' bahkan pada saat kondisi tanpa pemotongan. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa kondisi bantalan *spindle* pada titik ini berada pada kondisi 'short-term operation allowable'.

Berdasarkan hasil pengukuran kebisingan yang dilakukan menunjukkan bahwa pada kecepatan putar spindle 1255 rpm khususnya pada kedalaman potong diatas 0,4 mm dan gerak pemakanan diatas 0,104 mm/rev nilai kebisingan mencapai angka 88 dB yang berarti menurut keputusan Menteri tenaga kerja no. 51/MEN/1999 operator dari mesin hanya dapat mengoperasikan mesin maksimal 4 jam / hari.

#### **5.2 Saran**

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian nilai getaran dengan parameter lain sebagai bahan penelitian.
2. Melakukan pengujian nilai getaran dan kebisingan dengan bahan uji lain.

3. Melakukan pengukuran dengan analisa spektrum sehingga dapat diketahui jenis keagalannya secara lebih spesifik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bilošová A., Biloš J. 2012. “*Vibration Diagnostics*”. **Investment In Education Development**.
- Davim, J. P. 2001. “*Modern Machining Technology*”. **Woodhead Publishing Limited**.
- Erna Prihartini, 2006. *Pengaruh Faktor Umur dan Masa Kerja Terhadap Ambang Dengar Tenaga Kerja Terpapar Kebisingan di PT. Sarasa Nugraha, Tbk Kemiri Kebakkramat Karanganyar*. Surakarta: Program DIII Hiperkes dan Keselamatan Kerja Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret.
- Febrianto H. 2018. “Identifikasi *Unbalance* Pada *Centrifugal Fan* C2322 Unit PA Pabrik 3 PT. Petrokimia Gresik dengan Menggunakan Metode Pengukuran Vibrasi”. **Tugas Akhir**.
- Fleischer, J., Broos, A., Schopp, M. & Wieser, J., 2008. Sustainable Design of Machine Tools through Load-Dependent Interventions and Adapted Services. In: *Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier*. s.l.:Springer London, pp. 173-176.
- Hägglom, A., 2013. **CONDITION BASED MAINTENANCE ON MACHINE TOOLS** Evaluation of the condition based maintenance on machine tools at Volvo Cars in Skövde and how it can evolve (in Swedish). *Bachelor thesis within Automation. University of Skövde*.
- Joshi, P. H. 2005. “*Machine Tools Handbook*”. USA : **McGraw-Hill**.
- Nur I. 2011. “Pengaruh Kecepatan Potong Terhadap Getaran Mesin Perkakas”. **Poli Rekayasa** Vol. 6 No. 2, 112-118.
- Perez E. T. 2015. “*Study of Vibration Severity Assessment for Machine Tool Spindles Within Condition Monitoring*”
- Ponam J. 2014. “Analisa Perhitungan Pahat Potong”.

- Rastegari A., Archenti A., Mobin M. 2017. “*Condition Based Maintenance of Machine Tools: Vibration Monitoring of Spindle Units*”.
- Rozaq M. M., Iswanto. 2017. “Analisa Pengaruh Gerak Makan dan Putaran Spindel Terhadap Keausan Pahat Pada Proses Bubut Konvensional”.
- Rusnaldy, Tauviquirrahman M., Ranuaji W. 2009. “Proses Simulasi Untuk Menentukan Besarnya Gaya Potong Pada Proses Bubut”. **ROTASI** Vol. 11 No. 1, 29-32.
- Saravanan S., Yadava G. S., Rao P. V. 2006. “*Condition Monitoring Studies on Spindle Bearing of a Lathe*”. **Int J Adv Manuf Technol** 28:993-1005.
- Soeripto, 1994. *Penelitian Pembuatan Sumbat Telinga*. Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja Volume XXVIII No. 3. Jakarta : Pusat Hiperkes.
- Zulmiar Yanri, 1999. *Pengendalian Bahaya Kebisingan di Tempat Kerja*. Jakarta: Seminar Sehari Manajemen K3 6 Januari 1999.

# Lampiran 1

									<b>Velocity</b>  10-1000 Hz $r > 600$ rpm 2-1000 Hz $r > 120$ rpm  mm/s rms      inch/s rms	
			D					11		0.43
			C					7.1		0.28
								4.5		0.18
			B					3.5		0.14
								2.8		0.11
								2.3		0.09
								1.4		0.06
			A					0.71		0.03
rigid	flexible	rigid	flexible	rigid	flexible	rigid	flexible		Foundation	
pumps > 15 kW radial, axial, mixed flow				medium sized machines 15 kW < P ≤ 300 kW		large machines 300 kW < P < 50 MW		Machine Type		
integrated driver		external driver		motors 160 mm ≤ H < 315 mm		motors 315 mm ≤ H				
Group 4		Group 3		Group 2		Group 1		Group		

**A** New machine condition

**B** Unlimited long-term operation allowable

**C** Short-term operation allowable

**D** Vibration causes damage

UNIT

© Mobius 2008 [www.mobiusinstitute.com](http://www.mobiusinstitute.com)



## Lampiran 2

		600 < rpm ≤ 6 000	6 000 < rpm ≤ 12 000	12 000 < rpm ≤ 18 000	18 000 < rpm ≤ 30 000
LTSC (mm/s RMS)	0,7	A			
	1,1	B			
	1,8	C			
	∞	D			
STSC (m/s <sup>2</sup> RMS)	6	A	A	A	A
	10	B	A	A	A
	15	B	B	A	A
	20	C	B	B	A
	25	C	C	B	B
	30	C	C	C	B
	35	D	C	C	C
	40	D	D	C	C
	45	D	D	D	C
	50	D	D	D	C
∞	D	D	D	D	

## Lampiran 3

**LAMPIRAN II: KEPUTUSAN MENTERI TENAGA KERJA  
NOMOR KEP.51/MEN/1999  
TANGGAL 16 A PR IL 1999**

**NILAI AMBANG BATAS KEBISINGAN**

Waktu pemaparan per hari		Intensitas Kebisingan dalam dBA
8	Jam	85
4		88
2		91
1		94
30	Menit	97
15		100
7,5		103
3,75		106
1,88		109
0,94		112
28,12	Detik	115
14,06		118
7,03		121
3,52		124
1,76		127
0,88		130
0,44		133
0,22		136
0,11		139

Catatan: Tidak boleh terpajan lebih dari 140 dBA, walaupun sesaat.

Ditetapkan di : Jakarta  
Pada tanggal : 16 April 1999

MENTERI TENAGA KERJA  
REPUBLIK INDONESIA



FAHMI IDRIS

## BIODATA PENULIS



Abdul Malik Karim Amrullah, lahir tanggal 27 Februari 1997 di Kab. Semarang, Jawa Tengah. Setelah menamatkan Sekolah Menengah Atas di SMA N 2 Ungaran. Penulis melanjutkan studi di Departemen Teknik Mesin Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS Surabaya) dan mengambil bidang keahlian manufaktur.

Penulis aktif dalam mengikuti berbagai pelatihan *leadership*, dan organisasi. Pelatihan yang pernah diikuti oleh penulis, antara lain : LKMM Pra-TD FTI ITS, PKTI (Penulisan Karya Tulis Ilmiah) HMDM .Organisasi yang pernah diikuti oleh penulis, yaitu : Pengurus Himpunan Mahasiswa Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi ITS tahun kepengurusan 2016 / 2017.

Alamat e-mail :

[Abdulmalikkrm@gmail.com](mailto:Abdulmalikkrm@gmail.com)