

# ***Politeknik Caltex Riau***

## **LAPORAN PROYEK AKHIR**

**PENGARUH GETARAN MESIN PEMARUT  
KEPALA IKAN UNTUK STANDAR  
PERSYARATAN LINGKUNGAN KERJA  
INDUSTRI MENURUT PERMENKES No. 70  
TAHUN 2016**

**GEVANO TRI ANTOMY  
NIM. 1921302019**

**Pembimbing:  
JUPRI YANDA ZAIRA, S.T., M.T.  
NIP.078321**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
POLITEKNIK CALTEX RIAU  
2025**

# LEMBAR PENGESAHAN

## PENGARUH GETARAN MESIN PEMARUT KEPALA IKAN UNTUK STANDAR PERSYARATAN LINGKUNGAN KERJA INDUSTRI MENURUT PERMENKES No.70 TAHUN 2016

Gevano Tri Antomy

NIM. 1921302019

Proyek Akhir ini diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan (S.Tr.T) di Politeknik Caltex Riau

Pekanbaru, 31 July 2025  
Disetujui oleh :

Jupri Yanda Zaira, S.T., M.T.

NIP. 078321

Pembimbing

Agus Wijianto, S.T., M.T.

NIP. 047812

Penguji 1

Roni Novison, S.T., M.T.

NIP. 178506

Penguji 2

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Mesin  
  
Roni Novison, S.T., M.T.  
NIP. 178506

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam proyek akhir yang berjudul :

### **PENGARUH GETARAN MESIN PEMARUT KEPALA IKAN UNTUK STANDAR PERSYARATAN LINGKUNGAN KERJA INDUSTRI MENURUT PERMENKES No.70 TAHUN 2016**

Adalah benar hasil karya saya, dan tidak mengandung karya ilmiah atau tulisan yang pernah diajukan disuatu Perguruan Tinggi. Setiap kata yang dituliskan tidak mengandung plagiat, pernah ditulis maupun diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam laporan proyek akhir ini dan disebutkan pada daftar pustaka. Saya siap menanggung seluruh akibat apabila terbukti melakukan plagiat.

Pekanbaru, 31 July 2025

Gevano Tri Antomy

NIM. 1921302019

## ABSTRAK

Pengelolaan bahaya kesehatan di lingkungan kerja industri maupun pemenuhan persyaratan kesehatan lingkungan merupakan salah satu aspek penting dalam penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja seperti yang diamanatkan dalam Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang kesehatan, Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, dan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Standar dan persyaratan kesehatan lingkungan kerja industri sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri ini dilengkapi dengan pedoman penggunaan standar dan persyaratan sehingga dapat menjadi acuan bagi seluruh pengguna dalam rangka mengurangi kemungkinan kesalahan dalam penggunaan dan interpretasi standar dan persyaratan. percobaan untuk mengukur getaran yang di peroleh, terjadi lonjakan frekuensi getaran pada saat pengujian ke dua dan ke tiga, hal ini di sebabkan pada saat pengujian pamarutan pertama yang meninggalkan sisa sisa hasil parutan yang terikut dilakukan secara berulang ulang dan menumpuk sehingga meningkatkan kerja motor yang memberikan efek terhadap getaran pada rangka. Pada saat melakukan pengambilan data sample ini, penulis melakukannya pada ruang TA yang difasilitasi oleh kampus sehingga banyak nya pekerja dan mesin mesin yang beroperasi

pada saat penulis melakukan pengujian, dampak yang di rasakan ialah getaran pada area workshop dan *noise* yang memberikan atau berpengaruh pada mesin dan operatir,

**Kata kunci** : PERMENKES No70 Th 2016, *Vibration Tester Sample*, Optimalisasi Getaran Terhadap Pengguna, Mesin Pamarut Kepala Ikan

Pekanbaru,31 July 2025

Gevano Tri Antomy

# DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN .....	ii
ABSTRAK .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	11
1.1    Latar Belakang.....	2
1.2    Rumusan Masalah.....	4
1.3    Batasan Masalah .....	5
1.4    Tujuan dan Manfaat.....	5
1.4.1    Tujuan.....	5
1.4.2    Manfaat.....	6
1.5    Metodologi Penelitian.....	6
1.5.1    Studi Literatur.....	6
1.5.2    Perumusan Masalah.....	7
1.5.3    Perancangan.....	7
1.5.4    Pengujian .....	7
1.5.5    Analisa .....	7
1.5.6    Kesimpulan dan Saran .....	8

1.6	Sistematika Penulisan .....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....		10
2.1	Penelitian Terdahulu .....	10
2.2	Landasan Teori .....	19
2.2.1	PERMENKES No.70 Tahun 2016.....	19
2.2.2	Getaran (Vibration) Pada Mesin Manufaktur.....	23
2.2.3	Vibrasi Pada Saat Mesin Berputar .....	24
2.2.4	Gerak Harmonik .....	25
2.2.5	Gerak Periodik.....	27
2.2.6	Getaran Bebas (Free Vibration) .....	28
2.2.7	Getaran Paksa (Force Vibration).....	29
2.2.8	Karakteristik Getaran Mesin .....	29
2.2.9	Penyebab timbulnya getaran aliran fluida yang periodic.....	35
2.2.10	Pengolahan Data Vibrasi .....	36
2.2.11	Ikan Tembakang .....	39
2.2.12	Mesin Pencacah .....	41
2.2.13	Motor Listrik.....	43
2.2.14	Poros .....	43
2.2.15	Dasar Perhitungan Motor Listrik .....	49
2.2.16	Bantalan Bearing .....	51
2.2.17	Pulley.....	55
2.2.18	Sabuk V-Belt.....	59
2.2.19	Tachometer .....	63

2.2.20	Volt Ampere Meter.....	64
2.2.21	Vibrometer.....	64
2.2.22	Elemen Redaman (Damping Element) .....	67
<b>BAB III PERANCANGAN .....</b>		<b>71</b>
3.1	Diskusi.....	71
3.2	Studi Literatur.....	71
3.3	Konsep Desain.....	72
3.4	Rancangan Skema Penelitian.....	72
3.5	Flowchart.....	74
3.6	Metode Penelitian .....	76
3.6.1	Metode Pengukuran dan Pengolahan DataVibrasi Domain Waktu (Time Domain).....	76
3.6.2	Prosedur Pengambilan Data Vibrasi .....	77
3.7	Pengukuran getaran Mesin.....	80
3.7.1	Getaran.....	81
3.7.2	Prosedur Pengambilan data getaran pada rangka mesin	83
3.7.3	Prosedur pengambilan data getaran pada hopper	92
3.8	Standar getaran yang di izinkan.....	95
<b>BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA .....</b>		<b>99</b>
4.1	Pengambilan Data.....	99
4.2	Data Pengujian Sample Getaran pada Mesin .....	101
4.2.1	Pengambilan data getaran pada rangka mesin....	101
4.2.2	Pengambilan data getaran .....	109

4.3	Pengecekan Volt Ampere .....	123
4.4	Tuaju.....	123
4.3	Analisa .....	124
BAB V PENUTUP .....		127
5.1	Kesimpulan.....	127
5.2	Saran.....	127
DAFTAR PUSTAKA.....		129

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Dampak Faktor Kebisingan.....	11
Gambar 2.2 Faktor <i>Unbalance</i> terhadap getaran\ .....	18
Gambar 2.3 Rancang Bangun Mesin Pamarut .....	18
Gambar 2.4 Balok Fondasi Persegi dengan Suatu Harga Maksimum dari Enam Derajat Kebebasan ( <i>three displacement and three rotations</i> ) .....	25
Gambar 2.5 Gerak Harmonik Sebagai Proyeksi Suatu Titik yang Bergerak pada Lingkaran.....	27
Gambar 2.6 Gerak Periodik dengan Periode $\tau$ .....	28
Gambar 2.7 Getaran Bebas ( <i>Random</i> ) .....	28
Gambar 2.8 Getaran Paksa.....	29
Gambar 2.9 Karakteristik Getaran .....	30
Gambar 2.10 <i>Displacement dan Frequency</i> .....	33
Gambar 2.11 Beda Fasa Antar Perpindahan, Kecepatan, Dan Percepatan.....	34
Gambar 2.12 Gambar Karakteristik sinyal statik dan dinamik ....	37
Gambar 2.13 Hubungan data <i>Time Domain</i> dengan <i>Frequency Determination</i> .....	38
Gambar 2.14 Gambar Ikan Tembakang ( <i>Helostoma temminckii</i> )	41
Gambar 2.15 Mesin Pencacah Tulang Ikan Tipe <i>Hammermill</i> ....	42
Gambar 2.16 <i>Dinamo Electric Motor</i> .....	43
Gambar 2. 17 <i>Shaft / Poros</i> .....	44
Gambar 2.18 Bantalan .....	52
Gambar 2.19 <i>Pulley Transmisi</i> .....	56
Gambar 2.20 <i>Variable Sabuk V</i> dengan kecepatan Putaran Motor .....	60
Gambar 2.21 Ukuran Penampang Sabuk V.....	60
Gambar 2.22 <i>Hysteretic loop</i> pada material <i>elastis</i> .....	69
Gambar 2.23 Dua buah plat paralel yang dibatasi oleh fluida .....	70

Gambar 3.1 Skema Instalasi Sistem, dan Pengukuran Sinyal Vibrasi .....	73
Gambar 3.2 Flowchart pengujian alat .....	75
Gambar 3.3 Front View .....	80
Gambar 3.4 Right View .....	80
Gambar 3.5 Arah pengukuran getaran .....	84
Gambar 3.6 Titik pengambilan pengujian getaran pada mesin dan rangka .....	85
Gambar 3.7 Biodinamik dan Biosentrik.....	97
Gambar 4.1 Rangka Mesin Pamarut Kepala Ikan.....	99
Gambar 4.2 Pengujian Menggunakan Alat Vibration Tester dan Stopwatch .....	100
Gambar 4.3 Proses Pengujian Sample .....	100
Gambar 4.4 Pengambilan data getaran pada rangka mesin.....	101
Gambar 4.5 <i>Volt Ampere Indicator</i> .....	123

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Distribusi Intensitas Getaran Mekanis Alat Kerja.....	12
Tabel 2.2 Karakteristik Responden.....	13
<i>Tabel 2.3 Tabulasi Silang antara Intensitas Getaran dengan Carpal Tunnel Syndrome</i> .....	14
Tabel 2. 4 Klasifikasi <i>stockholm</i> .....	16
Tabel 2.5 Nilai Ambang Batas Iklim Lingkungan Kerja Industri	20
Tabel 2.6 Kategori Laju Metabolik dan Contoh Aktivitas .....	22
Tabel 2.7 Standar Tegangan Tarik Material .....	46
Tabel 2.8 Daya Transmisi.....	47
Tabel 2.9 Faktor Koreksi .....	48
Tabel 2. 10 Jenis Bantalan .....	53
Tabel 2.11 Jenis Bantalan Berdasarkan Standarisasi .....	53
Tabel 2.12 Nomor Bearing .....	55
Tabel 2.13 Diameter sabuk yang diizinkan.....	57
Tabel 2.14 Diameter <i>Pulley</i> yang diizinkan.....	57
Tabel 2.15 Faktor Koreksi .....	58
Tabel 2.16 Sudut Kontak <i>Pulley</i> .....	58
Tabel 2.17 Ukuran <i>Pulley</i> .....	58
Tabel 2.18 Faktor Koreksi <i>Estimasi</i> Lama Operasi Mesin .....	61
Tabel 2.19 Nomor Sabuk.....	62
Tabel 3.1 Tabel pengambilan data getaran titik 1 .....	86
Tabel 3.2 Tabel pengambilan data getaran titik 2 .....	88
Tabel 3.3 Tabel pengambilan data getaran titik 3 .....	89
Tabel 3.4 Tabel pengambilan data getaran titik 1 .....	90
Tabel 3.5 Tanel Pengambilan Data Getaran pada Hopper .....	92
Tabel 3.6 Tanel Pengambilan Data Getaran pada Hopper .....	93
Tabel 3. 7 Tanel Pengambilan Data Getaran pada Hopper .....	94
Tabel 3. 8 Tanel Pengambilan Data Getaran pada Hopper .....	95
Tabel 3. 9 Tabel standar getaran frekuensi berdasarkan jam kerja .....	96

Tabel 4.1 Data Sample Pengujian Titik 1 .....	102
Tabel 4.2 Data Sample Pengujian Titik 2 .....	103
Tabel 4.3 Data Sample Pengujian Titik 3 .....	105
Tabel 4.4 Data Sample Pengujian Titik 4 .....	107
Tabel 4.5 Data Sample Pengujian Titik 1 <i>pada hopper</i> .....	109
Tabel 4.6 Data Sample Pengujian Titik 2 <i>pada hopper</i> .....	110
Tabel 4.7 Data Sample Pengujian Titik 1 <i>pada hopper</i> .....	112
Tabel 4.8 Data Sample Pengujian Titik 4 <i>pada hopper</i> .....	113
Tabel 4.9 Data Sample Pengujian Dengan Menggunakan Bantalan titik 1.....	114
Tabel 4.10 Data Sample Pengujian Dengan Menggunakan Bantalan titik 2.....	115
Tabel 4.11 Data Sample Pengujian Dengan Menggunakan Bantalan titik 3.....	116
Tabel 4.12 Data Sample Pengujian Dengan Menggunakan Bantalan titik 4.....	118
Tabel 4.13 Data Sample Pengujian Titik 1 <i>pada hopper</i> menggunakan bantalan .....	119
Tabel 4.14 Data Sample Pengujian Titik 2 <i>pada hopper</i> menggunakan bantalan .....	120
Tabel 4.15 Data Sample Pengujian Titik 3 <i>pada hopper</i> menggunakan bantalan .....	121
Tabel 4.16 Data Sample Pengujian Titik 4 <i>pada hopper</i> menggunakan bantalan .....	122

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Indonesia dengan ribuan pulau dan garis pantai terpanjang kedua di dunia, adalah sebuah negara maritim yang kaya akan potensi sumber daya laut. Luas wilayah laut Indonesia jauh lebih besar dari pada daratannya, menjadikan laut sebagai aset utama negara ini. Sekitar 62% dari total luas wilayah Indonesia adalah laut. Angka ini sangat signifikan dan menempatkan Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia. Luas wilayah laut yang begitu luas ini memberikan Indonesia kekayaan hayati laut yang sangat tinggi, mulai dari berbagai jenis ikan, terumbu karang, hingga sumber daya mineral di dasar laut. Salah satu potensi terbesar dari kekayaan laut Indonesia adalah sektor perikanan. Indonesia memiliki potensi sumber daya ikan yang sangat besar, baik dari hasil tangkapan maupun budidaya. (Andriani, 2018)

Salah satu hasil dari kekayaan alam Indonesia ialah merupakan ikan. Hasil yang diperoleh dari berbagai jenis olahan dan makanan yang dihasilkan dari ikan sangat beragam, salah satunya adalah jenis pemanfaatan dari limbah kepala ikan yang sering di buang. Ikan hasil tangkapan masyarakat belum dikelola dengan baik oleh masyarakat karena memiliki nilai ekonomi yang rendah, dengan perkembangan teknologi, peluang untuk mengolah limbah ikan menjadi produk yang bernilai tinggi

semakin terbuka lebar. Dengan perkembangan teknologi yang semakin maju limbah ikan hasil tangkap masyarakat atau limbah ikan dari rumah tangga dapat dimanfaatkan sebagai pakan pengganti pellet untuk mengatasi biaya pakan komersial yang relative mahal, tentunya dengan berbagai cara melibatkan teknik-teknik pengolahan dengan menggunakan hidrolisis enzimatik, pengeringan, dan ekstraksi protein, yang dapat meningkatkan nilai nutrisi dan ekonomi limbah ikan.

Kabupaten bengkalis merupakan salah satu kabupaten yang terletak di provinsi riau dengan sektor utama yaitu pertanian, salah satu subsektor dari pertanian adalah subsektor perikanan yang memiliki potensial tinggi. Subsektor perikanan banyak di jumpai terutama di dusun bagan benio, Mayoritas berprofesi sebagai nelayan. Hasil dari informasi yang diperoleh dari pak Jupri Yanda Zaira, pada saat melakukan kunjungan ke lokasi desa tersebut, banyak nya masyarakat yang masih belum memanfaatkan dan membuang hasil limbah rumah tangga khususnya kepala ikan hasil tangkapan mereka begitu saja dan menyebabkan banyaknya sampah dan pencemaran lingkungan.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Carter dan Schreiner (2014) mengatakan bahwa Kebisingan adalah segala bunyi yang tidak dikehendaki yang dapat memberi pengaruh negativ terhadap kesehatan dan kesejahteraan seseorang maupun populasi. Lingkungan kerja yang mempunyai kebisingan melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) dapat menimbulkan

gangguan kesehatan pekerja seperti auditorial (daya dengar pekerja menurun) serta dampak non-auditorial berupa kelelahan pekerja. Kebisingan di kapal dihasilkan oleh mesin utama dan mesin bantu seperti generator listrik dan mesin tambahan untuk menggerakkan derek Hampir semua negara merekomendasikan bahwa paparan kebisingan bagi semua pekerja harus dikendalikan dibawah tingkat 85 dB(A) selama delapan jam dalam satu hari kerja untuk meminimalkan kerusakan atau gangguan pendengaran. Di Indonesia, nilai ambang batas paparan kebisingan adalah 85 dB(A) diatur oleh Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor. PER.13/MEN/X/2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di Tempat Kerja.

Pada judul proyek ini ialah merupakan Analisa Pengaruh Getaran Mein Pamarut Kepala Ikan untuk Standar Lingkungan Industri Menurut Permenkes No.70 Tahun 2016 yang telah dikerjakan oleh Naziful Misbah Hidayat, tujuan dalam melakukan analisis ini ialah untuk menghasilkan produk yang dapat berkualitas dan tidak menghasilkan *noise* yang berlebihan yang dapat mengganggu kelancaran aktivitas produksi. Dapat mengetahui serta dapat melakukan modifikasi untuk menyempurnakan dari hasil rancangan yang telah dikerjakan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diuraikan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa nilai getaran yang diperoleh pada bagian mesin.
2. Bagaimana faktor produksi terhadap getaran yang dihasilkan.
3. Bagaimana factor lingkungan kerja yang terjadi pada saat mesin melakukan produktifitas.

### **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam pembuatan proyek akhir ini adalah:

1. Getaran yang di uji yaitu pada bagian proses pamarut untuk pengaruh terhadap tangan.
2. Pengaruh getar pada rantai kerja mesin pamarut dan pengaruh terhadap tubuh manusia.

### **1.4 Tujuan dan Manfaat**

Tujuan dan manfaat yang dapat diperoleh dalam Analisa kali ini adalah sebagai berikut:

#### **1.4.1 Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Mengoptimalkan hasil produk dari sebuah alat pamarut limbah kepala ikan.
- 2) Menguji kinerja mesin.
- 3) Menghasilkan kinerja mesin dengan getaran yang minim.

## 1.4.2 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Alat ini dapat sangat bermanfaat untuk masyarakat dalam memanfaatkan limbah ikan yang hanya di buang begitu saja menjadi sebuah produk pakan pelet ikan yang bagus.
- 2) Dapat mengetahui dan memahami dampak pengaruh getaran terhadap komponen part yang sedang beroperasi melakukan produksi.

## 1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang dipakai dalam pembuatan proyek akhir ini adalah :

### 1.5.1 *Studi Literatur*

Studi literatur yang dilakukan dengan mempelajari jurnal-jurnal atau bahan pustaka yang berhubungan dengan getaran mesin serta mencari referensi pendukung lainnya. Adapun studi literatur yang dilakukan ialah:

- a) Mencari referensi berupa buku-buku, jurnal, serta penelitian terdahulu yang berhubungan dengan pembuatan pembuatan proyek akhir terkait.
- b) Diskusi dengan dosen pembimbing yang telah melakukan observasi kunjungan lapangan pengering dari ubi parut ini, dan mekanisme pada proses pengayakan

### *1.5.2 Perumusan Masalah*

Pada bagian ini, segala permasalahan yang terjadi pada saat mesin dilakukan produktivitas dikumpulkan sebagai bahan acuan yang akan dikembangkan untuk menciptakan alat yang berkualitas.

### *1.5.3 Perancangan*

Perancangan bertujuan untuk mendapatkan desain dan mekanisme yang optimal dengan memperhatikan data yang telah didapat dari studi literatur dan observasi langsung, perancangan yang dibutuhkan terdiri dari:

#### a) Perancangan Mekanik

Merancang desain mekanik proyek dengan menggunakan *software solidworks*. Pada perancangan ini dapat dilakukan simulasi untuk melihat pergerakan pada alat yang akan dikerjakan.

### *1.5.4 Pengujian*

Pada kegiatan ini, setelah alat selesai dibuat kemudian dilakukan pengujian dengan mengoperasikan alat tersebut. Dalam pengujian, akan diuji getaran yang dipengaruhi terhadap hasil produksi akhir.

### *1.5.5 Analisa*

Pada kegiatan ini, alat yang telah dilakukan serangkaian pengujian, kemudian akan dilakukannya analisis data dalam hal

getaran untuk memperoleh data dalam mengetahui dan memecahkan masalah.

#### 1.5.6 *Kesimpulan dan Saran*

Dari Analisa kegiatan yang diperoleh, dapat memberikan simpulan pada pengujian yang telah dilakukan pada alat. Kemudian penambahan saran agar dapat meningkatkan literasi pembaca dan meningkatkan kualitas dari penelitian ke masa yang akan datang.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan proposal proyek akhir ini secara keseluruhan terdiri dari empat bab, masing-masing terdiri dari beberapa sub bab. Adapun pokok pembahasan dari masing-masing bab tersebut secara garis besar sebagai berikut:

#### **BAB I. PENDAHULUAN**

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah dan ruang lingkup masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan beberapa hasil penelitian terdahulu dan landasan teori yang diperlukan untuk merancang sistem.

#### **BAB III. PERANCANGAN**

Bab ini menjelaskan tentang perancangan sistem terdiri dari perancangan sistem yang akan dibangun.

#### **BAB IV. PEMBAHASAN**

Bab ini berisi informasi dan data yang diperoleh dalam pengambilan sampel uji coba pada alat yang dibangun.

#### **BAB V. PENUTUP**

Berisikan kesimpulan dan saran yang diperoleh dari pembuatan laporan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

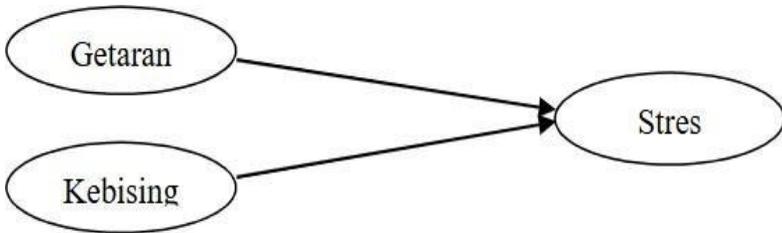
#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Lubis Harlinda Sari (2009) kelelahan kerja merupakan kriteria yang kompleks yang tidak hanya menyangkut kelelahan fisiologis dan psikologis tetapi dominan hubungannya dengan penurunan kinerja fisik, adanya perasaan lelah, penurunan motivasi dan penurunan produktivitas kerja. Kelelahan kerja merupakan gejala yang ditandai adanya perasaan lelah dan kita akan merasakan malas dan aktifitas akan melemah serta ketidakseimbangan pada kondisi tubuh. Kelelahan mempengaruhi aktivitas fisik, mental, dan tingkat emosional seseorang, dimana dapat mengakibatkan kurangnya kewaspadaan, yang ditandai dengan kemunduran reaksi pada sesuatu dan berkurangnya kemampuan motorik. Factor penyebab kelelahan kerja berkaitan dengan:

1. Pengorganisasian kerja yang tidak menjamin istirahat dan rekreasi, variasi kerja dan intensitas pembebanan fisik yang tidak serasi dengan pekerjaan.
2. Faktor Psikologis, misalnya rasa tanggung jawab dan khawatir yang berlebihan, serta konflik yang kronis/ menahun;
3. Lingkungan kerja yang tidak menjamin kenyamanan kerja dan menimbulkan pengaruh negatif terhadap

kesehatan pekerja

4. Status kesehatan (penyakit) dan status gizi
5. Pekerjaan yang monoton atau lingkungan kerja yang membosankan



Gambar 2.1 Dampak Faktor Kebisingan

Alat yang mengakibatkan getaran-getaran pada lengan atau tangan masih banyak digunakan dalam perusahaan. Selama bekerja dengan menggunakan alat yang getarannya dibawah nilai ambang batas yaitu 4 m/det<sup>2</sup> untuk 8 jam kerja maka tidak begitu mendatangkan bahaya bagi kesehatan pekerja, tetapi dalam industri pertambangan dan kehutanan ada pekerjaan yang menggunakan alat-alat bergetar secara terus menerus dengan nilai di atas ambang batas getaran yaitu 4 m/det. Gangguan yang disebabkan oleh getaran dapat muncul dalam waktu yang berbeda-beda sejak pertama terpapar, tetapi kadang-kadang gejala ini timbul dalam beberapa bulan setelah paparan berat. Perubahan rangka biasanya timbul tidak lebih awal dari 10 tahun atau lebih. Getaran yang dihasilkan oleh mesin apabila terpapar oleh manusia atau pekerja dapat menimbulkan efek yang merugikan bagi kesehatan

antara lain: *angioneurosis* jari-jari tangan, gangguan tulang, sendi, dan otot, *neuropati*, dan *carpal tunnel syndrome*. Getaran pada mesin yang digunakan dengan bantuan tangan untuk mengoperasikan dapat dapat menyebabkan penyakit *carpal tunnel syndrome* dimana adanya gangguan pada syaraf yang disebabkan karena terperangkapnya *nervus medianus* dan atau karena adanya penekanan pada *nervus medianus* yang melewati terowongan karpal. Gangguan pada syaraf ini berhubungan dengan pekerjaan yang mempunyai paparan getaran dalam jangka waktu panjang secara berulang. (Rusdi & Koesyanto, 2010).

Tabel 2.1 Distribusi Intensitas Getaran Mekanis Alat Kerja

Variabel	Frekuensi	Prosentase (%)
$\geq 4 \text{ m/det}^2$	26	78,8
$< 4 \text{ m/det}^2$	7	21,2
Jumlah	33	100,0

derita *carpal tunnel syndrome* disebabkan karena kurang kesadaran akan pentingnya dalam penggunaan alat pelindung diri berupa sarung tangan sehingga paparan getaran akan secara utuh sampai ke lengan tangan pekerja. Keluhan subyektif yang dirasakan oleh pekerja yang menderita *carpal tunnel syndrome* adalah parestesia/ kesemutan (68,4%), telapak tangan seperti tertusuk (10,5%), sakit pada telapak tangan (15,8%), dan sakit pada jempol (5,3%).

Tabel 2.2 Karakteristik Responden

Variabel	Frekuensi	Persentase (%)
<b>Kelompok Umur</b>		
37-40	2	6,1
41-44	9	27,3
45-48	17	51,5
≥49	5	15,2
Jumlah	33	100,0
<b>Masa Kerja</b>		
10-15 tahun	3	9,1
16-25 tahun	27	81,8
≥ 26 tahun	3	9,1
Jumlah	33	100,0
<b><i>Carpal Tunnel Syndrome</i></b>		
Ya	19	57,6
Tidak	14	42,4
Jumlah	33	100,0
<b>Keluhan Subjektif</b>		
Parestesia/ kesemutan	13	68,4
Seperti Tertusuk	2	10,5
Sakit	3	15,8
Sakit Jempol	1	5,3
Jumlah	19	100,0

Tabel 2.3 Tabulasi Silang antara Intensitas Getaran dengan Carpal Tunnel Syndrome

Intensitas Getaran	Carpal Tunnel Syndrome						nilai P
	Jumlah		Ya		Tidak		
	f	%	f	%	f	%	
≥4 m/det <sup>2</sup>	26	100,0	19	73,1	7	26,9	0,001
<4 m/det <sup>2</sup>	7	100,0	0	0,0	7	100,0	
Jumlah	33	100,0	19	57,6	14	42,4	

Penggunaan mesin atau alat-alat yang menghasilkan getaran mekanis yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada pekerja, khususnya gangguan pada lengan tangan akibat kontak langsung dengan mesin atau alat-alat yang menimbulkan getaran pada lengan tangan. Beberapa mesin atau alat-alat yang digunakan dalam proses produksi yang menimbulkan getaran pada lengan tangan antara lain *vibrator table*, *grinding wheel*, *impact wrench* dan *vibrator table* U. Secara umum getaran dapat mengganggu kenyamanan dalam bekerja, dapat mempercepat terjadinya kelelahan serta dapat menimbulkan masalah kesehatan. Getaran mekanis dapat mencapai lengan tangan operator melalui getaran yang dihantarkan ke tubuh secara lokal melalui tangan, sehingga getaran jenis ini disebut juga sebagai *segmental vibration*. Gangguan akibat getaran yang dirasakan oleh lengan tangan operator antara lain gangguan sirkulasi, gangguan persendian, gangguan otot, gangguan syaraf dan gangguan sirkulasi lainnya. Gangguan yang dipicu oleh penggunaan mesin dan peralatan bergetar sehingga tangan terus

menerus terpapar diistilahkan sebagai *Hand Arm Vibration Syndrome* (HAVs). (Pramuditta & Kunaefi, 2016).

## **Diagnosis Tingkat Keparahan *Hand Arm Vibration Syndrome***

### **1. Tes Fungsi Vaskuler**

#### **a. Tes Rasa Dingin**

Tangan pasien atau pekerja dicelupkan kedalam air dingin (10oC) selama 3 menit. Apabila terdapat kondisi yang abnormal, maka akan timbul perubahan warna dan rasa nyeri yang khas.

### **2. Tes Fungsi Sensorik**

#### **a. Tes Raba**

Berikut adalah tahapan-tahapan dalam tes ini:

- i. Ujung kapas digoreskan pada permukaan jari pasien
  - ii. Rangsangan dilakukan secara bergantian pada daerah yang normal kemudian dilanjutkan pada daerah yang abnormal
  - iii. Pasien atau pekerja diminta untuk menunjukkan kapan mulai merasakan goresan dari kapas tersebut
- b. Tes Nyeri**
- i. Alat yang digunakan adalah jarum pentul
  - ii. Rangsangan dilakukan bergantian antara ujung jarum yang tajam dan yang tumpul
  - iii. Kemudian pasien atau pekerja disebut diminta

untuk membedakan kedua rangsangan tersebut

**c. Tes Suhu**

Rangsangan panas dilakukan dengan menempelkan botol yang berisi air panas (40oC-45oC), dan rangsangan untuk suhu dingin dengan menempelkan botol berisi air dingin (10oC-15oC). Dengan mata tertutup pasien diminta membedakan botol tersebut setelah disentuh.

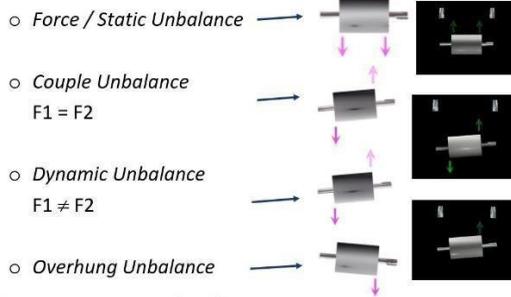
Tabel 2. 4 Klasifikasi *stockholm*

Stadium	Derajat	Deskripsi
Gejala Vaskuler		
1	Ringan	Terjadi pemucatan pada satu atau lebih ujung-ujung jari
2	Sedang	Pemucatan pada ujung dan sebagian ruas jari, pada satu jari atau lebih
3	Berat	Terjadi pemucatan pada semua ruas jari
4	Sangat Berat	Seperti gambaran stadium 3 dengan perubahan kulit (kulit <i>trophic</i> )
Gejala Sensorik		
SN 0		Tidak ada gejala
SN 1		Rasa baal yang hilang timbul atau menetap dengan atau tanpa rasa nyeri
SN 2		Seperti pada SN 1, namun disertai dengan gangguan saraf sensorik
SN 3		Seperti pada SN 2 gangguan ketangkasan

Menurut Nanang Endriatno (2021) dalam penelitiannya terkait Analisa Getaran Akibat Massa yang Tidak Seimbang pada Motor yang Berputra menyimpulkan bahwasannya Pemeliharaan mesin dengan teknik pemantauan level getaran dapat dilakukan baik secara kontinyu maupun secara berkala dengan jarak waktu tertentu. Pemantauan getaran bertujuan untuk mengidentifikasi perkembangan masalah sebelum masalah tersebut menjadi lebih berbahaya dan mempengaruhi system. Analisis getaran terutama dapat dilakukan pada komponen mesin yang berputar seperti

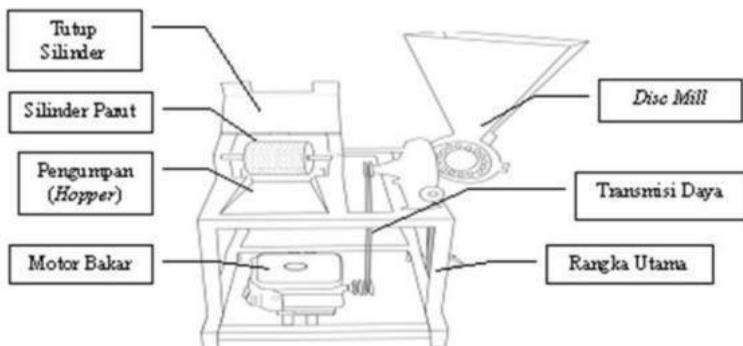
kincir angin, motor listrik, motor bensin, motor diesel, bantalan, poros, roda gigi dan sebagainya. Tingkat level getaran pada komponen tersebut dapat berbeda dan ditentukan menurut karakteristik dinamikny masing- masing. Selain mendeteksi kerusakan pada komponen mesin, level getaran juga dapat mendeteksi pekerjaan produksi yang tidak tepat, seperti penggunaan peralatan diluar spesifikasi desain, penggunaan diluar ambang batas kekuatannya, kemampuan menahan kondisi kerja (temperatur, kecepatan, beban, dan lain-lain). Pada ujungnya analisis getaran bertujuan untuk mengoptimalkan kehandalan peralatan atau sistem. Pada saat komponen mesin seperti bantalan, roda gigi, motor, sabuk, poros bekerja terus menerus dalam waktu yang lama maka peralatan tersebut akan mengalami ketidakseimbangan massa, kerusakan, cacat, yang lama kelamaan akan terus berkembang. Keadaan ini menimbulkan level getaran menjadi meningkat. Keparahan getaran ini akan menyebabkan umur peralatan menjadi lebih pendek karena peningkatan keausan dan tegangan, mengurangi kenyamanan, mengurangi kualitas produk, dan fungsi alat. *Unbalance* adalah kondisi getaran yang terjadi karena ketidakseimbangan massa yang berputar. Hal ini dapat terjadi Ketika massa yang berputar (rotor) tidak berada pada pusat perputaran dari poros. Kondisi ini mengakibatkan mesin bergetar.

## Unbalance



Gambar 2.2 Faktor *Unbalance* terhadap getaran\

Wilson, dkk (2019) meneliti judul rancang bangun dan kinerja teknis mesin pamarut singkong dengan tipe silinder bertenaga motor bakar yang di lakukanberfokus kepada diameter gigi pamarut pada pamarut tipe silinder. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa penggunaan gigi parut berdiameter 1,5 mm yang menghasilkan kapasitas efektif. Jadi semakin besar gigi parut pada pamarut tipe silinder akan menghasilkan kapasitas dan rendemen pati yang lebih rendah.



Gambar 2.3 Rancang Bangun Mesin Pamarut

## **2.2 Landasan Teori**

### **2.2.1 PERMENKES No.70 Tahun 2016**

Pengelolaan bahaya kesehatan di lingkungan kerja industri maupun pemenuhan persyaratan kesehatan lingkungan merupakan salah satu aspek penting dalam penerapan sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja seperti yang diamanatkan dalam Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang kesehatan, Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, dan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Lingkungan kerja industri yang sehat merupakan salah satu faktor yang menunjang meningkatnya kinerja dan produksi yang secara bersamaan dapat menurunkan risiko gangguan kesehatan maupun penyakit akibat kerja.

Standar dan persyaratan kesehatan lingkungan kerja industri sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri ini dilengkapi dengan pedoman penggunaan standar dan persyaratan sehingga dapat menjadi acuan bagi seluruh pengguna dalam rangka mengurangi kemungkinan kesalahan dalam penggunaan dan interpretasi standar dan persyaratan. Penetapan standar dan persyaratan kesehatan lingkungan kerja industri difokuskan untuk aplikasi di industri sehingga diharapkan lebih memudahkan para pengguna di lapangan, dimana pada Keputusan Menteri

Kesehatan Nomor 1405/Menkes/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri tidak hanya mengatur untuk industri saja tetapi juga di perkantoran.

### 2.2.1.1 NILAI AMBANG BATAS LINGKUNGAN KERJA INDUSTRI

#### a. Iklim Kerja

Nilai Ambang Batas (NAB) iklim lingkungan kerja merupakan batas pajanan iklim lingkungan kerja atau pajanan panas (heat stress) yang tidak boleh dilampaui selama 8 jam kerja per hari sebagaimana tercantum pada Tabel.

Tabel 2.5 Nilai Ambang Batas Iklim Lingkungan Kerja Industri

Alokasi Waktu Kerja dan Istirahat	NAB (°C ISBB)			
	Ringan	Sedang	Berat	Sangat Berat
75 – 100%	31,0	28,0	*	*
50 – 75%	31,0	29,0	27,5	*
25 – 50%	32,0	30,0	29,0	28,0
0 – 25%	32,5	31,5	30,0	30,0

Catatan:

1. ISBB atau dikenal juga dengan istilah WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) merupakan indikator iklim lingkungan kerja
2.  $ISBB \text{ luar ruangan} = 0,7 \text{ Suhu Basah Alami} + 0,2 \text{ Suhu Bola} + 0,1 \text{ Suhu Kering}$
3.  $ISBB \text{ dalam ruangan} = 0,7 \text{ Suhu Basah Alami} + 0,3 \text{ Suhu}$

Bola

(\*) tidak diperbolehkan karena alasan dampak fisiologis.

Iklim lingkungan kerja ditentukan berdasarkan alokasi waktu kerja dan istirahat dalam satu siklus kerja (8 jam per hari) serta rata-rata laju metabolik pekerja. Kategori laju metabolik, yang dihitung berdasarkan rata-rata laju *metabolic* pekerja.

Tabel 2.6 Kategori Laju Metabolik dan Contoh Aktivitas

Kategori	Laju Metabolik (W)**	Contoh Aktivitas
Istirahat	115 (100 – 125)***	Duduk
Ringan	180 (125 – 235)***	Duduk sambil melakukan pekerjaan ringan dengan tangan, atau dengan tangan dan lengan, dan mengemudi. Berdiri sambil melakukan pekerjaan ringan dengan lengan dan sesekali berjalan.
Sedang	300 (235 – 360)***	Melakukan pekerjaan sedang: dengan tangan dan lengan, dengan lengan dan kaki, dengan lengan dan pinggang, atau mendorong atau menarik beban yang ringan. Berjalan biasa
Berat	415 (360 – 465)***	Melakukan pekerjaan intensif: dengan lengan dan pinggang, membawa benda, menggali, menggergaji secara manual, mendorong atau menarik benda yang berat, dan berjalan cepat.
Kategori	Laju Metabolik (W)**	Contoh Aktivitas
Sangat Berat	520 (> 465)***	Melakukan pekerjaan sangat intensif dengan kecepatan maksimal.

Catatan: (\*\*) Dihitung menggunakan estimasi dengan standar berat badan 70 kg. Untuk menghitung laju metabolik dengan berat badan yang lain, dilakukan dengan mengalikan hasil estimasi laju metabolik dengan rasio antara berat badan aktual pekerja dengan 70 kg. (\*\*\*) Mengacu pada ISO 8996 Tahun 2004. (INDONESIA, 2016).

### 2.2.2 Getaran (*Vibration*) Pada Mesin Manufaktur

Getaran (*vibration*) yang berbahaya dalam proses permesinan biasanya terjadi pada mesin-mesin berkecepatan tinggi yang memiliki komponen poros berputar. Meskipun motor *spindle* pada mesin *milling* dapat dirancang untuk mengatasi gaya-gaya yang menyebabkan getaran, kondisi ideal sulit untuk diwujudkan. Dalam beberapa situasi, para desainer perlu memastikan amplitudo (besaran) gaya-gaya yang muncul dan frekuensinya. Selain itu, desainer harus memastikan bahwa frekuensi natural struktur pendukung tidak mendekati frekuensi operasi mesin, untuk menghindari resonansi yang dapat merusak.

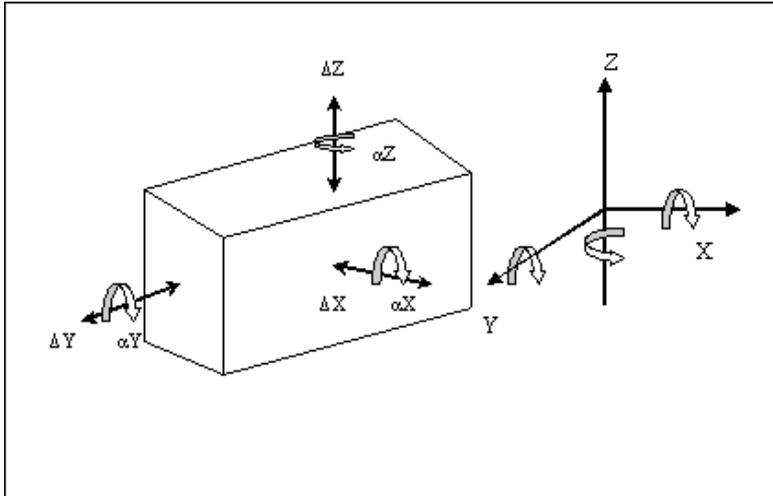
Jika frekuensi *impuls* melebihi 1000 rpm, struktur pendukung mungkin memiliki frekuensi natural yang lebih rendah dari konstruksinya, sehingga tidak akan menghasilkan getaran harmonis atau resonansi. Namun, zona berbahaya biasanya berada pada rentang frekuensi antara 200 hingga 500 rpm. Meskipun pabrikan dapat menentukan frekuensi operasi mesin, memperkirakan frekuensi natural dari getaran fondasi dan struktur pendukungnya secara akurat tetap menjadi tantangan. Hal

ini diusahakan agar tidak melebihi 30 — 50% dari frekuensi terendah mesin atau berkisar diatas 200 — 300% diatas frekuensi mesin yang bekerja.

Ketika motor mulai berputar dari keadaan diam untuk meningkatkan kecepatan, ada kemungkinan frekuensi impuls sesaat akan sama dengan frekuensi struktur pendukung. Namun, kondisi ini bersifat sementara dan efeknya dapat diabaikan. Meski begitu, jika perubahan kecepatan motor berlangsung cukup lambat, hal tersebut dapat memicu masalah getaran. Oleh karena itu, fondasi perlu dirancang dengan sangat hati-hati agar sesuai dengan kondisi operasional yang sebenarnya (Dunham, Clarence W.1962).

### 2.2.3 Vibrasi Pada Saat Mesin Berputar

Jika diberikan tiga gaya yang bekerja pada arah x, y, dan z seperti ditunjukkan pada Gambar 1, balok tersebut akan cenderung bergerak *translasi* dan rotasi terhadap tiga sumbu, sehingga memiliki enam derajat kebebasan. Sistem ini juga dapat berupa gerakan yang dibatasi, di mana setidaknya terdapat enam derajat kebebasan. Sebagai contoh, jika balok hanya dapat bergerak secara vertikal, maka sistem memiliki satu derajat kebebasan. Balok berbentuk persegi yang ditunjukkan pada Gambar 1 dipilih untuk mempermudah visualisasi. Secara praktis, balok dapat memiliki berbagai bentuk, tetapi bentuk persegi membuat model matematisnya lebih sederhana dibandingkan bentuk lainnya.



Gambar 2.4 Balok Fondasi Persegi dengan Suatu Harga Maksimum dari Enam Derajat Kebebasan (*three displacement and three rotations*)

Perhatikan pergerakan suatu elemen yang ditempatkan pada sebuah pegas, seperti yang ditunjukkan pada Gambar Elemen tersebut berada pada jarak kecil  $x$  dari posisi kesetimbangannya. Persamaan diferensial yang menjelaskan perpindahan elemen setelah dilepaskan diperoleh dengan menjumlahkan gaya-gaya yang bekerja dalam arah vertikal (Andrew Dimarogonas, 1996).

#### 2.2.4 Gerak Harmonik

Gerak osilasi dapat terjadi secara teratur dan berulang. Jika gerakan tersebut berulang dalam interval waktu yang sama, maka gerakannya disebut gerak periodik. Waktu yang diperlukan untuk satu kali pengulangan, disebut periode osilasi  $\tau$  sedangkan kebalikannya  $f = 1/\tau$  disebut frekuensi. Jika gerakan dinyatakan

$x(t) = x(1 + \tau)$  sebagai fungsi waktu  $x(t)$ , maka setiap gerak periodik harus memenuhi persamaan. Secara umum, gerak harmonik dapat dinyatakan menggunakan persamaan berikut:

$$x = A \sin 2\pi t \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana  $A$  adalah amplitudo osilasi yang diukur dari posisi setimbang massa, dan  $\tau$  adalah periode dimana gerak diulang pada  $t = \tau$ .

Gerak harmonik sering dinyatakan sebagai proyeksi suatu titik yang bergerak melingkar dengan kecepatan tetap pada suatu garis lurus, seperti terlihat pada gambar 2.11. Dengan kecepatan sudut garis  $OP$  sebesar  $\omega$ , perpindahan simpangan  $x$  dapat dituliskan sebagai:

$$X = A \sin \omega t \dots\dots\dots(2.2)$$

Besaran  $\omega$  biasanya diukur dalam radian per detik dan disebut frekuensi lingkaran. Oleh karena gerak berulang dalam  $2\pi$  radian, maka didapat hubungan:

$$\omega = \frac{2\pi}{t} = 2\pi f \dots\dots\dots(2.3)$$

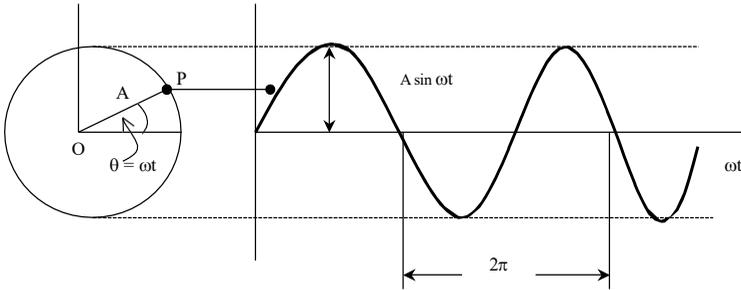
dengan  $\tau$  dan  $f$  adalah periode dan frekuensi gerak harmonik berturut-turut dan biasanya diukur dalam detik dan siklus per detik.

Kecepatan dan percepatan gerak harmonik dapat diperoleh secara mudah dengan diferensiasi simpangan gerak harmonik. Dengan menggunakan notasi titik untuk turunannya, maka

didapat:

$$x = \omega^2 A \cos \omega t = \omega A \sin \omega t$$

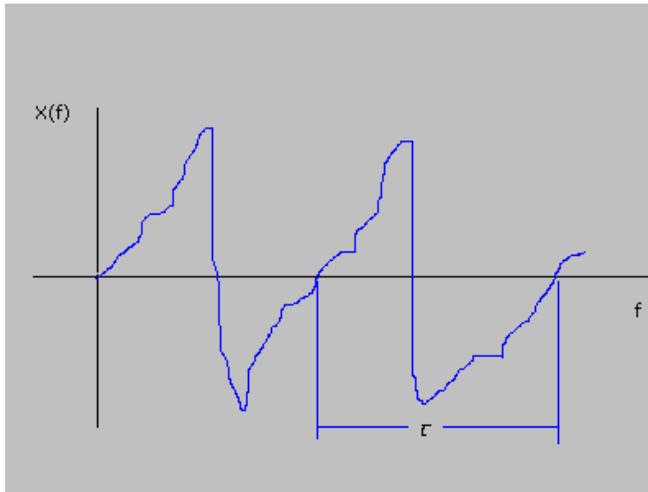
$$x = -\omega^2 A \sin \omega t = \omega^2 A \sin(\omega t + \tau)$$



Gambar 2.5 Gerak Harmonik Sebagai Proyeksi Suatu Titik yang Bergerak pada Lingkaran

### 2.2.5 Gerak Periodik

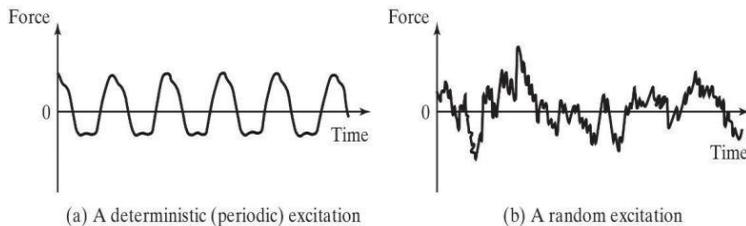
Dalam getaran, biasanya terdapat beberapa frekuensi yang muncul secara bersamaan. Misalnya, getaran pada dawai biola terdiri atas frekuensi dasar  $f$  serta seluruh harmoniknya seperti  $2f$ ,  $3f$ , dan seterusnya. Contoh lainnya adalah getaran bebas pada sistem dengan banyak derajat kebebasan, di mana getaran pada setiap frekuensi natural memberikan kontribusinya. Getaran seperti ini menghasilkan bentuk gelombang kompleks yang berulang secara periodik, seperti yang terlihat pada gambar berikut (William T. Thomson, Lea Prasetya, 1995).



Gambar 2.6 Gerak Periodik dengan Periode  $\tau$

### 2.2.6 *Getaran Bebas (Free Vibration)*

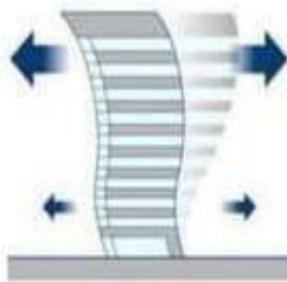
Getaran bebas terjadi ketika suatu sistem beresiliasi akibat pengaruh gaya internal yang terdapat dalam sistem tersebut (gaya inherent) tanpa adanya gaya eksternal yang bekerja. Sistem yang mengalami getaran bebas akan beresiliasi pada satu atau lebih frekuensi naturalnya, yang merupakan karakteristik dinamis yang ditentukan oleh distribusi massa dan kekakuan sistem tersebut (William T. Thomson, Lea Prasetya, 1995).



Gambar 2.7 Getaran Bebas (*Random*)

### 2.2.7 Getaran Paksa (Force Vibration)

Getaran yang dihasilkan akibat adanya pengaruh gaya luar disebut getaran paksa. Apabila gaya rangsangan tersebut beresilasi, sistem akan dipaksa untuk bergetar pada frekuensi rangsangan tersebut. Jika frekuensi rangsangan ini sama dengan salah satu frekuensi natural sistem, maka akan terjadi resonansi, yang dapat menghasilkan osilasi besar dan berpotensi berbahaya (William T. Thomson, Lea Prasetya, 1995).



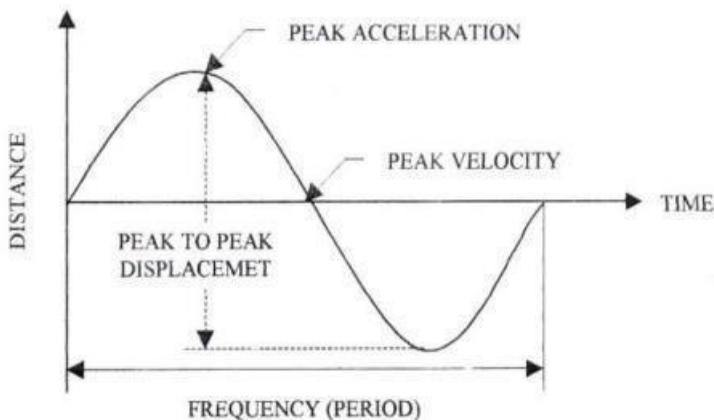
Gambar 2.8 Getaran Paksa

### 2.2.8 Karakteristik Getaran Mesin

Informasi tentang kondisi mesin dan kerusakan mekanis dapat diperoleh dengan mempelajari karakteristik getaran mesin. Dalam sebuah sistem pegas- massa, karakteristik getaran dapat dipahami melalui pembuatan grafik pergerakan beban terhadap waktu. Gerakan beban dari posisi netral ke batas atas, kemudian kembali ke posisi netral (kesetimbangan), dilanjutkan dengan gerakan ke batas bawah dan kembali ke posisi kesetimbangan, mewakili satu siklus

gerakan. Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus ini disebut periode, sedangkan jumlah siklus yang terjadi dalam suatu interval waktu tertentu disebut frekuensi (Arif, 2022).

Dalam analisis getaran mesin, frekuensi memiliki nilai yang lebih signifikan karena terkait dengan rpm (putaran per menit) mesin tersebut.



Gambar 2.9 Karakteristik Getaran

Frekuensi adalah jumlah siklus yang terjadi dalam satu unit waktu. Nilainya dapat dinyatakan dalam siklus per detik (cycles per second/cps) atau siklus per menit (cycles per minute/cpm). Dalam analisis getaran mesin, pengetahuan tentang frekuensi getaran sangat penting karena dapat mengindikasikan adanya masalah pada mesin tersebut. Dengan mengetahui frekuensi getaran, kita dapat mengidentifikasi bagian mesin yang

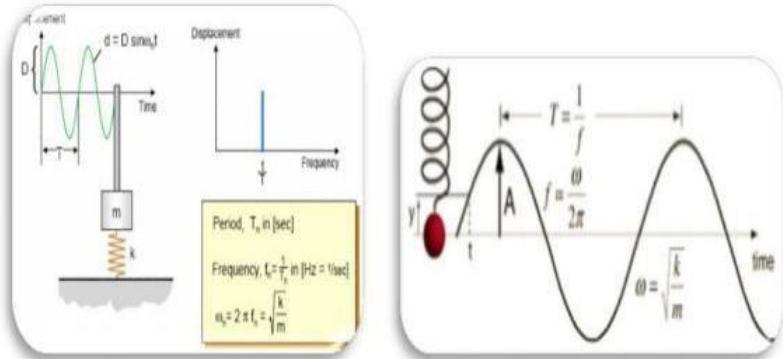
mengalami kerusakan atau masalah. Gaya yang menyebabkan getaran dihasilkan oleh gerakan rotasi elemen mesin. Gaya tersebut berubah baik dalam ukuran maupun arahnya ketika elemen berputar dan berpindah dari posisi netralnya. Sebagai akibatnya, frekuensi getaran yang dihasilkan akan tergantung pada kecepatan putaran elemen yang mengalami gangguan. Oleh karena itu, dengan mengetahui frekuensi getaran, kita dapat mengidentifikasi bagian mesin yang mungkin mengalami masalah. Frekuensi umumnya diukur dalam siklus per detik (CPS) atau siklus per menit (CPM), atau dapat juga dinyatakan dalam Hertz, di mana 1 CPS sama dengan 1 Hz (CPS = Hz). Frekuensi merupakan salah satu parameter yang digunakan dalam analisis kondisi mesin, mirip dengan detak jantung yang mengindikasikan Kesehatan.

#### A. Perpindahan Kecepatan dan Percepatan

Pengukuran perpindahan (displacement), kecepatan (velocity), dan percepatan (acceleration) digunakan untuk menilai magnitudo dan kekerasan suatu getaran. Amplitudo getaran biasanya digunakan sebagai representasi pengukuran tersebut. Perpindahan (displacement) merujuk pada gerakan suatu titik dari satu lokasi ke lokasi lain dengan mengacu pada titik tetap yang tidak bergerak. Dalam pengukuran getaran mesin, standar yang digunakan adalah jarak perpindahan dari puncak positif ke puncak negatif (peak to peak displacement), seperti yang terlihat pada Gambar 3. Contohnya adalah perpindahan poros akibat gerakan

rotasi. Jika perpindahan poros melebihi batas clearance bantalan, dapat menyebabkan kerusakan pada bantalan.

Kecepatan (velocity) menggambarkan perubahan jarak per satuan waktu. Kecepatan puncak (peak velocity) terjadi pada simpul gelombang. Dalam analisis getaran, kecepatan merupakan parameter penting dan efektif, karena data kecepatan dapat memberikan informasi tentang tingkat getaran yang terjadi. Sementara itu, percepatan (acceleration) adalah perubahan kecepatan per satuan waktu. Percepatan memiliki hubungan yang erat dengan gaya. Dengan mengetahui besaran getaran, dapat ditentukan gaya yang menyebabkannya pada bantalan mesin atau bagian lain. Amplitudo getaran juga dapat memberikan petunjuk tentang tingkat kerusakan pada mesin dan digunakan untuk mengukur beberapa masalah getaran. Namun, unit pengukuran yang lebih tepat terkait dengan respons frekuensi getaran. Gambar 2.3 menunjukkan hubungan antara Displacement (perpindahan) dan Frequency (frekuensi).

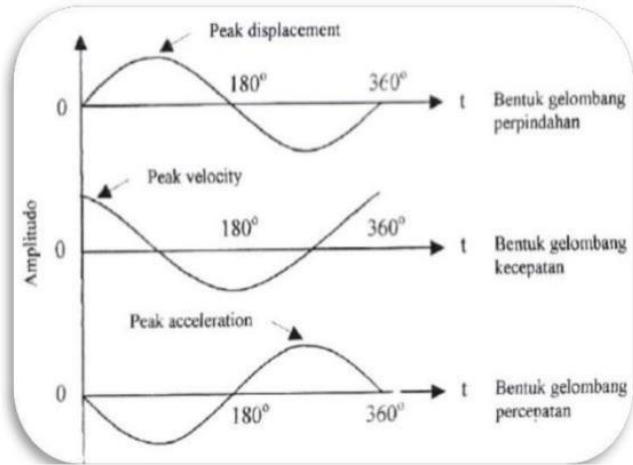


Gambar 2.10 Displacement dan Frequency

Perpindahan (displacement) memberikan informasi tentang jarak yang ditempuh oleh suatu objek saat bergetar, kecepatan (velocity) menggambarkan seberapa cepat objek tersebut bergerak saat bergetar, sedangkan percepatan (acceleration) menjelaskan hubungan antara gerakan objek yang bergetar dan gaya yang menyebabkannya (Arif, 2022).

## B. Fasa

Fasa merupakan posisi relatif elemen getaran terhadap titik atau elemen getaran lainnya. Fasa menggambarkan perbedaan awal dari siklus yang terjadi. Hubungan fasa antara perpindahan, kecepatan, dan percepatan dijelaskan dengan ilustrasi pada Gambar 2.4, di mana kecepatan puncak maju terjadi 90° sebelum puncak perpindahan positif. Dengan kata lain, kecepatan mengalami pergeseran sebesar 90° terhadap perpindahan, sementara percepatan mengalami pergeseran sebesar 180° terhadap perpindahan.



Gambar 2.11 Beda Fasa Antar Perpindahan, Kecepatan, Dan Percepatan

Pengukuran fasa digunakan untuk menentukan hubungan relatif antara gerakan elemen-elemen dalam sebuah sistem getaran. Perbandingan gerakan relatif antara dua atau lebih elemen mesin sering kali diperlukan dalam diagnosis kerusakan spesifik suatu mesin. Misalnya, jika analisis menunjukkan bahwa getaran mesin tidak sefase dengan getaran dasar (base), hal tersebut mungkin menandakan adanya kekendoran pada baut atau pemisahan mesin dari dasarnya.

Penyebab utama getaran adalah gaya yang mengalami perubahan dalam arah dan magnitudo. Karakteristik getaran yang muncul bergantung pada cara gaya tersebut dihasilkan. Inilah mengapa setiap penyebab getaran memiliki karakteristik yang spesifik. Teknik mesin keseimbangan dinamik digunakan untuk mengidentifikasi, mengkompensasi, dan mendistribusikan massa

yang menyebabkan ketidakseimbangan. Untuk memahami cara memperbaiki ketidakseimbangan dengan benar, penting untuk memahami beberapa istilah yang terkait dengan keseimbangan (Arif, 2022). Terdapat beberapa jenis ketidakseimbangan, yaitu:

- 1) Ketidak seimbangan statis
- 2) Ketidak seimbangan kopel
- 3) Ketidak seimbangan quasi statis
- 4) Ketidak seimbangan dinamis

## 2.2.9 Penyebab timbulnya getaran aliran fluida yang *periodic*

### 2.29.1 Penyebab umum terjadinya getaran (*Vibration*)

1. Pemilihan bahan dan material yang tidak memenuhi standartyang akan digunakan untuk turbin atau komponennya.
2. Cara pemasangan atau penempatan turbin tersebut yang belum tepat sempurna.
3. Penyeimbangan yangtidak sesuai.
4. Adanya gaya-gaya gangguan.
5. Perbedaan ukuran-ukuran laluan sudu (terjadi akibat ketidak telitian saat pembuatan).
6. Adanya benda-benda asing yang ikut dalam aliran fluida, yang dapat mengakibatkan ketidak seimbangan dalam kerja (putaran) turbin, dll.

### 2.2.9.2 Penyebab Khusus Terjadinya Getaran (*Vibration*)

1. Adanya aliran turbulen pada fluida kerja.
2. Adanya gaya-gaya lintang tertentu yang mempengaruhi gerak rotasi turbin.
3. Akibat putaran yang tidak stabil.
4. Kecepatan putaran yang tidak sesuai dengan defleksi yang di ijin dari standar material yang digunakan.
5. Peredam yang digunakan tidak lagi mampu meredam gaya-gaya lintang yang semestinya.
6. Frekuensi sudu yang tidak sesuai dengan frekuensi alami sudu.
7. Gesekan-gesekan pada sudu dan atau poros yang dapat mengakibatkan terjadinya getaran. (Sembiring, 2019).

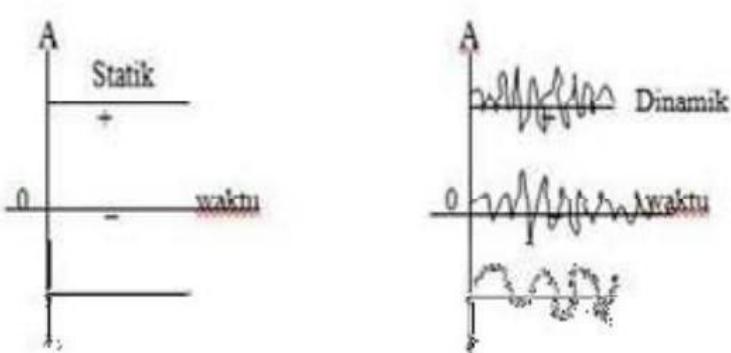
### 2.2.10 Pengolahan Data Vibrasi

#### 2.2.10.1 Data Penentuan Waktu (*Time Determination*)

Pengolahan data time domain melibatkan data hasil pengukuran objek pemantauan sinyal getaran, tekanan fluida kerja, temperatur fluida kerja maupun aliran fluida kerja. Pada prakteknya pengukuran tekanan dengan menggunakan sensor tekanan tipe piezoelektrik memungkinkan mengukur sifat tekanan yang dinamik, sehingga dapat di amati perubahan tekanan dalam ruang bakar atau perubahan tekanan fluida kerja yang mengalir. Dalam kasus pengukuran temperature dengan thermometer yang konvensional karena karakteristik alat

ukurannya, maka tidak dapat dilakukan pengukuran temperatur secara dinamik. Demikian pula halnya dengan pengukuran aliran fluida kerja, sehingga untuk memungkinkan pengukuran objek pemantauan berupa sinyal dinamik, maka diperlukan sensor yang memiliki karakteristik dinamik tertentu. Hasil pengukuran objek pemantauan dalam waktu dapat berupa sinyal:

- a. Sinyal statik, yaitu sinyal yang karakteristiknya (misalkan amplitudo, arah kerja) yang tidak berubah terhadap waktu.
- b. Sinyal dinamik, yaitu sinyal yang karakteristiknya berubah terhadap waktu sehingga tidak konstan. Sinyal dinamik yang sering ditemui dalam prakteknya.
- c. Berdasarkan sinyal getaran, baik yang diukur menggunakan *accelerometer*, *vibrometer*, maupun sensor simpangan getaran.



Gambar 2.12 Gambar Karakteristik sinyal statik dan dinamik

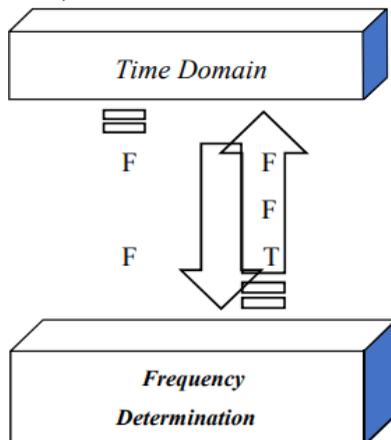
Keperluan pengolahan sinyal getaran dalam Time Determination, perlu diperhatikan karakteristik sinyal getaran yang dideteksi oleh masing-masing sensor percepatan, kecepatan dan simpangan getaran (*Displacement*).

#### 2.2.10.2 Data Penentuan Frekuensi (*Frequency Determination*)

Pengolahan data frekuensi determination umumnya dilakukan dengan tujuan:

1. Untuk memeriksa apakah amplitudo suatu Frequency Determination dalam batas yang diizinkan adalah standart.
2. Untuk memeriksa apakah amplitudo untuk rentang frekuensi tertentu masih berada dalam batas yang diizinkan.
3. Untuk tujuan keperluan diagnosis.

Dalam prakteknya proses konversi ini dilakukan dengan menggunakan proses Transformasi Fourier Cepat (Fast Fourier Transformation, FFT)



Gambar 2.13 Hubungan data *Time Domain* dengan *Frequency Determination*

Data domain waktu merupakan respon total sinyal getaran, sehingga karakteristik masing-masing sinyal getaran tidak terlihat jelas. Dengan bantuan konsep *deret fourier*, maka sinyal getaran ini dapat di pilih-pilih menjadi komponen dalam bentuk sinyal sinus yang frekuensinya merupakan frekuensi dasar dan *harmonic*.

#### 2.2.11 Ikan Tambakang

Ikan tambakan/biawan adalah salah satu jenis ikan air tawar yang berasal dari wilayah tropis, tepatnya Asia Tenggara. Ikan ini pada awalnya berasal dari Indonesia dan Thailand dan pada saat ini telah diintroduksi ke seluruh dunia. Ikan ini di dunia dikenal dengan nama kissing gourami, ikan tambakan/biawan dibudidayakan untuk diambil dagingnya untuk wilayah Asia Tenggara. (Huwoyon & Gustiano, 2013).

Ikan tambakang/biawan merupakan salah satu ikan yang mampu bertahan hidup dalam kondisi yang minim oksigen dan pH rendah terutama pada perairan gambut. Untuk kemampuan reproduksi ikan tambakan/biawan sangat tinggi, hasil penelitian yang telah dicapai menunjukkan bahwa ikan tambakan/ biawan yang dipijahkan dengan cara disuntik dengan hormon memiliki jumlah telur (*fekunditas*) yang lebih besar dari yang alami. Ikan tambakan/biawan yang dipijahkan dengan metode kawin suntik dapat menghasilkan telur 25.000- 35.000/100 g induk dengan tingkat sintasan sebesar 80%-90% (Kusmini, Sukadi, Gustiano, Prihadi, & Huwoyon, 2010).

Parameter kualitas air yang mendukung pertumbuhan ikan tembakang adalah  $\text{CaCO}_3$ , pH, Suhu, Oksigen Terlarut, Salinitas. Ikan tembakang dapat bertahan hidup dan beraktivitas secara normal pada kisaran salinitas £ 10 ppt, pH 5-9, Suhu 20-30oC dan kandungan oksigen terlarut >5mg/L kisaran nilai parameter kualitas air di luar batas toleransi dapat berpengaruh negatif pada pertumbuhan dan sintasan ikan tembakang. Ikan tambakan/biawan adalah salah satu jenis ikan air tawar yang berasal dari wilayah tropis, tepatnya Asia Tenggara. Ikan ini pada awalnya berasal dari Indonesia dan Thailand dan pada saat ini telah diintroduksi ke seluruh dunia. Ikan ini di dunia dikenal dengan nama kissing gourami, ikan tambakan/biawan dibudidayakan untuk diambil dagingnya untuk wilayah Asia Tenggara. (Huwoyon & Gustiano, 2013).

Parameter kualitas air yang mendukung pertumbuhan ikan tembakang adalah  $\text{CaCO}_3$ , pH, Suhu, Oksigen Terlarut, Salinitas. Ikan tembakang dapat bertahan hidup dan beraktivitas secara normal pada kisaran salinitas £ 10 ppt, pH 5-9, Suhu 20-30oC dan kandungan oksigen terlarut >5mg/L kisaran nilai parameter kualitas air di luar batas toleransi dapat berpengaruh negatif pada pertumbuhan dan sintasan ikan tembakang



Gambar 2.14 Gambar Ikan Tembakang (*Helostoma temminckii*)

### 2.2.12 Mesin Pencacah

Mesin pencacah tulang ikan adalah peralatan industri yang dirancang khusus untuk menghancurkan atau mencacah tulang ikan menjadi potongan-potongan kecil. Mesin ini sangat berguna dalam industri pengolahan ikan, baik skala kecil maupun besar.

Fungsi Utama Mesin Pencacah Tulang Ikan:

1. Mengurangi Volume Limbah: Tulang ikan yang telah dicacah akan memiliki volume yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan tulang utuh, sehingga memudahkan dalam pengelolaan dan pembuangan limbah.
2. Mempermudah Proses Pengolahan Selanjutnya: Tulang ikan yang telah dicacah dapat digunakan sebagai bahan baku untuk berbagai produk turunan, seperti tepung ikan, pupuk organik, atau pakan ternak.
3. Meningkatkan Efisiensi Produksi: Dengan menggunakan

mesin pencacah tulang ikan, proses pengolahan ikan menjadi lebih cepat dan efisien.



Gambar 2.15 Mesin Pencacah Tulang Ikan Tipe *Hammermill*

Mesin pencacah dirancang untuk mencacah material bahan baku tepung ikan berupa tulang dan kepala ikan berukuran besar dan keras. Hasil yang diharapkan adalah cacahan dengan ukuran lebih kecil (2-3 cm), disesuaikan dengan mesin grinder yang akan digunakan untuk proses selanjutnya. Sistem kerja mesin pencacah dibuat sederhana sehingga mudah dioperasikan oleh operator di unit pengolahan. Kapasitas yang diharapkan adalah 500 kg/jam untuk dapat memenuhi kebutuhan bahan baku tepung ikan. Kapasitas pencacahan tersebut berdasarkan hasil identifikasi kebutuhan dari pengolah tepung ikan. (Handoyo, Assadad, & Sedayu, 2020).

### 2.2.13 Motor Listrik

Motor Listrik adalah mesin yang mampu mengkonversikan energi listrik menjadi energi mekanik. Motor induksi adalah jenis motor yang paling banyak digunakan, hal ini dikarenakan semua kelebihan pada motor listrik ada pada motor induksi seperti: hemat biaya, penanganan bersih, konstruksi sederhana, dan keserbagunaan untuk disesuaikan dengan beban. Adapun jenis motor listrik terbagi menjadi 2 yaitu: (Yudha, 2020)

1. Motor arus searah (DC), yang mana jenis motor ini cukup mahal sehingga membutuhkan arus searah sumber atau perangkat konversi untuk mengkonversikan arus bolak-balik menjadi searah.
2. Motor arus bolak-balik (AC), jenis ini yang banyak digunakan karena listrik daya biasanya disuplai sebagai arus bolak-balik.



Gambar 2.16 *Dinamo Electric Motor*

### 2.2.14 Poros

Mananoma dkk. (2016) menjelaskan, poros adalah suatu bagian stasioner yang berputar, biasanya berpenampang bulat

dimana terpasang elemen- elemen seperti gear (roda gigi), *pulley* (puli), *flywheel* (roda gila), engkol, *sproket*, dan elemen pemindah tenaga lainnya. Atau dengan kata lain, poros adalah komponen alat mekanis yang mentransmisikan gerak berputar dan daya. Poros merupakan salah satu bagian terpenting dari mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan seperti itu dapat dilakukan oleh poros.



Gambar 2. 17 *Shaft* / Poros

Macam-macam Poros Menurut pembebanannya poros diklasifikasikan menjadi tiga macam yaitu poros transmisi, poros spindle, dan poros gandar.

#### 1. Poros Transmisi

Poros transmisi merupakan poros yang mengalami pembebanan puntir (torsion), pembebanan lentur murni maupun kombinasi dari pembebanan torsion dengan lentur

#### 2. Poros Spindel

Spindle adalah poros transmisi yang memiliki dimensi lebih

pendek dengan pembebanan puntir saja, contohnya pada mesin perkakas.

### 3. Poros Gandar

Gandar merupakan poros yang tidak berputar dengan kata lain yang berputar adalah rodanya yang biasa kita jumpai pada roda kereta api.

Menurut Sularso dan Suga (2004) dalam perancangan sebuah poros, hal-hal yang perlu diperhatikan antara lain :

#### 1. Kekakuan Poros

Dalam perancangan pembuatan poros ada beberapa faktor yang perlu di perhatikan misalnya: kelemahan, dan pengaruh konsentrasi bila menggunakan poros bertangga ataupun penggunaan alur pasak pada poros tersebut Meskipun sebuah poros mempunyai kekuatan yang cukup aman untuk menahan pembebanan, tetapi adanya lenturan yang terlalu besar akan mengakibatkan getaran suara mesin. Kekakuan poros harus di sesuaikan dengan jenis mesin yang di transmisikan dayanya dengan poros tersebut.

#### 2. Kekuatan poros

Suatu proses transmisi mengalami beban puntir atau lentur atau gabungan antara puntir dan lentur telah di utarakan di atas. Juga ada poros yang mendapat beban tarik atau tekan seperti poros baling-baling kapal atau turbin, dan lain-ain.

### 3. Material Poros

Poros yang di gunakan dalam putaran tinggi dan bebas yang berat pada umumnya di buat dari baja paduan dengan proses pengerasan kulit sehingga tahan terhadap keausan. baja sering digunakan karena modulus elastisitasnya tinggi, sehingga ketahanannya terhadap defleksi tinggi. Besi cor nodular digunakan ketika gear atau komponen lain terintegrasi pada poros. Perunggu dan stainless steel digunakan di laut atau pada kondisi korosif lainnya. Through atau case hardened steel sering digunakan pada poros yang digunakan juga sebagai jurnal pada sleeve.

Tabel 2.7 Standar Tegangan Tarik Material

Standard	Lambang	Perlakuan Panas	Kekuatan tarik (Kg/mm <sup>2</sup> )	Keterangan
Baja Karbon konstruksi mesin (JIS G 4501)	S30C	Penormalan	48	
	S35C		52	
	S40C		55	
	S45C		58	
	S50C		62	
S55C	66			
Batang Baja yang difinis dingin	S35C-D	-	53	Ditarik dingin, digerinda, dibubut atau gabungan antara hal – hal tersebut.
	S45C-D	-	60	
	S55C-D	-	72	

### 4. Daya Poros

Daya instan yang ditransmisikan poros adalah hasil perkalian torsi  $T$  dengan kecepatan sudut  $\omega$  ( $\omega$  dalam radian per satuan waktu).

Tabel 2.8 Daya Transmisi

Daya yang akan ditransmisikan	$f_c$
Daya rata – rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

$sf_1$  5,6 merupakan harga untuk bahan SF yang kekuatannya sudah terjamin, dan harga 6,0 untuk bahan S-C yang dipengaruhi massa dan baja paduan. Maka faktor ini dinyatakan dengan  $sf_1$ . Dan untuk  $sf_2$  perlu dilakukan peninjauan apakah poros tersebut akan diberi alur pasak atau dibuat bertangga, karena pengaruh konsentrasi tegangan cukup besar. Dan juga pengaruh kekasaran permukaan juga harus di perhatikan untuk perhitungan-perhitungan yang perlu diambil untuk pernyataan  $sf_2$  dengan harga sebesar 1,3 sampai 3,0.

##### 5. Perancangan Poros

Tegangan dan defleksi adalah parameter yang harus diperhatikan pada perancangan poros. Defleksi sering menjadi parameter kritis, karena defleksi yang besar akan mempercepat keausan bantalan dan mengakibatkan terjadinya misalignment pada roda gigi, sabuk dan rantai. Metode ASME standar ANSI/ASME untuk perancangan poros transmisi dipublikasikan sebagai B106. 1M-1985. Pendekatan ASME mengasumsikan pembebanan adalah fully reversed bending (komponen bending rata-rata adalah nol) dan steady torque (komponen torsi

alternating adalah nol) pada kondisi yang mengakibatkan tegangan di bawah kekuatan yield torsional material.

Tabel 2.9 Faktor Koreksi

No	Kt	Keterangan
1	1,0	Jika beban dikenakan secara halus
2	1,0 – 1,5	Jika terjadi sedikit kejutan atau tumbukan
3	1,5 – 3,0	Jika beban dikenakan dengan kejutan dan tumbukan besar

Kemudian perlu ditinjau pula apakah ada kemungkinan terpakai beban lentur. Dan jika terpakai beban lentur maka dapat memakai faktor  $C_b$  yang harganya 1,2 sampai 2,3 (jika tidak terkena beban lentur maka gunakan  $C_b = 1,0$ )

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P \text{ Daya}}{n1} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

$T = \text{Momen rencana (kg.mm)}$

$n1 = \text{Putaran poros (rpm)}$

$pd = \text{Daya Rencana (Kw)}$

Dan jika T momen rencana di bebaskan pada suatu diameter poros d (mm) maka tegangan geser  $\tau$  (kg/mm<sup>2</sup>) terjadi sebagai berikut:

$$\tau = \frac{T}{\left(\frac{\pi d^3}{16}\right)} = \frac{5,1 T}{n2} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

$\tau$  = Tegangan geser ( $kg/mm^3$ )

$T$  = Momen rencana ( $kg.mm$ )

$d$  = Diameter poros ( $mm$ )

Adapun tegangan yang diizinkan  $\tau_a$  pada poros dapat dilakukan dengan berbagai macam cara. Dan didalam buku Sularso (2004) untuk  $\tau_a$  dihitung atas batas kelelahan puntir yang besarnya diambil 40% dari batas kelelahan tarik yang kira-kira besarnya 40% dari kekuatan tarik  $\sigma_B$  ( $kg/mm^2$ ). Jadi batas kelelahan puntir adalah 18% dari kekuatan tarik  $\sigma_B$  yang sesuai dengan standar ASME.

$$\tau_a = \sigma_B / (sf1 \times sf2) \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

$\tau_a$  = tegangan geser yang diizinkan ( $kg/mm^2$ )

$\sigma_B$  = kekuatan tarik ( $kg/mm^2$ )

$sf1$  = faktor keamanan

$sf2$  = faktor keamanan

### 2.2.15 Dasar Perhitungan Motor Listrik

Surianto (2018) menyatakan, daya listrik atau dalam bahasa Inggris disebut dengan Electrical Power adalah jumlah

energy yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Sumber energi seperti tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan kata lain, daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Rumus yang digunakan untuk menghitung daya listrik adalah sebagai berikut.

$$P = V \times I \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

P = Daya Listrik (Watt)

V = Tegangan Listrik (Volt)

I = Arus Listrik (Ampere)

Torsi adalah gaya pada gerak translasi menunjukkan kemampuan sebuah gaya untuk membuat benda melakukan gerak rotasi/berputar. Sebuah benda akan berotasi bila dikenai torsi. Satuan yang sering digunakan adalah Newtonmeter (Nm). Torsi pada motor listrik dapat diperoleh dari hasil bagi antara daya keluaran (Watt) dengan kecepatan motor (rpm). Setelah didapatkan daya keluaran, maka dapat pula didapatkan hasil torsi yang dihasilkan dengan menggunakan rumus :

$$\tau = F \times r \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana :

$\tau$  = Torsi Beban (Nm)

$F$  = Beban Perencanaan

$r$  = Jari-jari *Screw*

Daya keluaran adalah daya yang keluar setelah daya masukan dikurangi dengan rugi-rugi yang ada.

$$P_{motor} = T \times \omega \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

$P$  = Daya Keluaran (Watt)

$T$  = Torsi

$\omega$  = Kecepatan Sudut

### 2.2.16 Bantalan *Bearing*

Bantalan (*Bearing*) adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak baliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang umur pemakaiannya. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bantalan tidak berfungsi dengan baik maka presentasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja semestinya.

Fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta

elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Tujuan dari bantaran balock untuk mengurangi gesekan rotasi dan mendukung radial dan aksial beban. (Lubis, Pane, Lubis, Siregar, & Kusuma, 2021)



Gambar 2.18 Bantalan

Bantalan dapat diklasifikasikan, gerakan bantalan terhadap poros sebagai berikut:

- a. Bantalan luncur, pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantara pelapisan pelumas.
- b. Bantalan gelinding, pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen seperti bola.

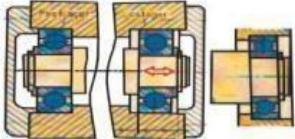
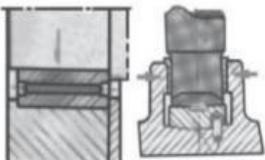
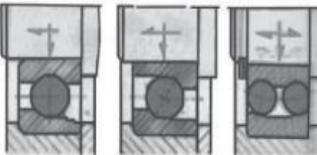
Atas dasar arah beban terhadap poros :

- a. Bantalan Radial, arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu poros.

- b. Bantalan Aksial. Arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros.

Bantalan gelinding khusus. Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

Tabel 2. 10 Jenis Bantalan

<p>Bantalan radial (<i>radial bearing</i>): menahan beban dalam arah radial/tegak lurus sumbu poros</p>	
<p>Bantalan aksial/<i>thrust bearing</i>: menahan beban dalam arah aksial/sejajar dengan sumbu poros</p>	
<p>Bantalan yang mampu menahan kombinasi beban dalam arah radial dan arah aksial / bantalan gelinding khusus</p>	

Tabel 2.11 Jenis Bantalan Berdasarkan Standarisasi

Jenis bantalan		Beban putar pd cincin dalam	Beban putar pada cincin luar	Baris tunggal				Baris ganda				$e$	Baris tunggal		Baris ganda	
				$F_a/VF_r > e$				$F_a/VF_r \leq e$					$X_0$	$Y_0$	$X_0$	$Y_0$
				$X$	$Y$	$X$	$Y$	$X$	$Y$	$X$	$Y$					
Bantalan bola alur dalam	$F_a/C_0 = 0,014$	1	1,2		2,30				2,30	0,19	0,6	0,5	0,6	0,5		
	$= 0,028$				1,99				1,90	0,22						
	$= 0,056$				1,71				1,71	0,26						
	$= 0,084$				1,55				1,55	0,28						
	$= 0,11$				1,45	1	0	0,56	1,45	0,30						
	$= 0,17$				1,31				1,31	0,34						
	$= 0,28$				1,15				1,15	0,38						
$= 0,42$		1,04				1,04	0,42									
$= 0,56$		1,00				1,00	0,44									
Bantalan bola sudut	$\alpha = 20^\circ$	1	1,2	0,43	1,00	1,09	0,70	1,63	0,57		0,42		0,84			
	$= 25^\circ$			0,41	0,87	0,92	0,67	1,41	0,68		0,38		0,76			
	$= 30^\circ$			0,39	0,76	1	0,78	0,63	1,24	0,80	0,5	0,33	1	0,66		
	$= 35^\circ$			0,37	0,66	0,66	0,60	1,07	0,95		0,29		0,58			
	$= 40^\circ$			0,35	0,57	0,55	0,57	0,93	1,14		0,26		0,52			

Bantalan berfungsi sebagai dudukan poros dan untuk mendukung poros akibat gaya tegangan sabuk dan beban yang diberikan terhadap poros. Beban radial bantalandapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$P = X.V.Fr + Fa..... (2.10)$$

Keterangan :

$P$  = Beban radial ekivalen (N)

$Fr$  = Beban radial yang bekerja (N)

$Fa$  = Beban aksial yang bekerja (N)

$V$  = Faktor rotasi

$X$  = Faktor radial

Perhitungan umur bearing:

$$L10h = \frac{(c)^b}{p} x (1000.000 n x 60)..... (2.11)$$

Keterangan

$C$  = Kapasitas nominal spesifik (N)

$P$  = Fr = beban equivalen (N)

$b$  = Jenis isi rol bearing

Tabel 2.12 Nomor Bearing

Bearing Number	Nominal Bearing Dimensions					Preferred Shoulder Diameters			Basic Load Ratings (lbs)	
	$d$		$D$		$B$	$r^*$	Shaft	Housing		
	mm	Inch	mm	Inch	Inch	Inch	Inch	Inch	$C_1$	$C_2$
63304 DDU	20	0.7874	52	2.0472	0.8750	0.039	1.016	1.772	3580	1770
63305 DDU	25	0.9843	62	2.4409	1.0000	0.039	1.220	2.165	4630	2530
63306 DDU	30	1.1811	72	2.8346	1.1875	0.039	1.469	2.559	5990	3380
63307 DDU	35	1.3780	80	3.1496	1.3750	0.069	1.688	2.795	7490	4320
63308 DDU	40	1.5748	90	3.5433	1.4375	0.059	1.929	3.189	9160	5400
63309 DDU	45	1.7717	100	3.9370	1.5625	0.059	2.126	3.583	11910	7210
63310 DDU	50	1.9686	110	4.3307	1.7500	0.079	2.362	3.937	13940	8610
63311 DDU	55	2.1654	120	4.7244	1.9375	0.079	2.559	4.331	16070	10040
63312 DDU	60	2.3622	130	5.1181	2.1250	0.079	2.835	4.646	18400	11700

### 2.2.17 Pulley

Choerullah, dkk (2022, hal. 3) menjelaskan, *Pulley* merupakan salah satu elemen mesin yang berfungsi untuk mentransmisikan daya seperti halnya sprocket rantai dan roda gigi. Puli pada umumnya dibuat dari besi cor kelabu FC 20 atau FC 30, dan adapula yang terbuat dari baja.

*Pulley* memiliki beberapa fungsi diantaranya sebagai berikut :

1. Mentransmisikan daya dari penggerak menuju komponen yang digerakkan
2. Mereduksi putaran
3. Memperbesar dan memperkecil torsi
4. Mempercepat putaran

Untuk memilih atau menghitung besarnya diameter puli, dapat menggunakan rumus perbandingan putaran (i). Bila koefisien rangkaian diabaikan maka rumus yang digunakan adalah persamaan, sedangkan bila rangkaian tidak diabaikan maka rumus yang digunakan adalah persamaan (Mahmudi, 2021)

$$DpB = \frac{n1}{n2} \times DpA \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana:

DpB : Diameter Pulley pada Transmisi

DpA :Diameter Pulley Pada Gearbox

n1 : Rasio Output Gearbox

n2 : Rasio Input Transmisi



Gambar 2.19 Pulley Transmisi

Tabel 2.13 Diameter sabuk yang diizinkan

Penampang sabuk-V	Diameter Nominal (Diameter lingkaran jarak $d_p$ )	$\alpha(^{\circ})$	$W^*$	$L_0$	$K$	$K_0$	$\epsilon$	$F$
A	71-100	34	11,95	9,2	4,5	8,0	15,0	10,0
	101-125	36	12,12					
	126 atau lebih	38	12,30					
B	125-160	34	15,86	12,5	5,5	9,5	19,0	12,5
	161-200	36	16,07					
	201 atau lebih	38	16,29					
C	200-250	34	21,18	16,9	7,0	12,0	25,5	17,0
	251-315	36	21,45					
	316 atau lebih	38	21,72					
D	355-450	36	30,77	24,6	9,5	15,5	37,0	24,0
	451 atau lebih	38	31,14					
E	500-630	36	36,95	28,7	12,7	19,3	44,5	29,0
	631 atau lebih	38	37,45					

Keuntungan dalam menggunakan puli sebagai berikut :

1. Bidang kontak sabuk puli luas, tegangan puli biasanya lebih kecil sehingga lebar puli bisa dikurangi.
  2. Tidak menimbulkan suara yang bising dan lebih tenang.
- Untuk mengetahui berapa diameter puli yang diizinkan, sehingga tidak terjadi kesalahan saat puli digunakan. Berikut ini tabel diameter puli yang dianjurkan dan diizinkan (Sularso & Kiyokatsu, 2004)

Tabel 2.14 Diameter *Pulley* yang diizinkan

Penampang	A	B	C	D	E
Diameter min. yang diizinkan	65	115	175	300	450
Diameter min. yang dianjurkan	95	145	225	350	550

Tabel 2.15 Faktor Koreksi

Tipe sabuk sempit	3V	5V	8V
Diameter minimum	67	180	315
Diameter minimum yang dianjurkan	100	224	360

Adapun faktor koreksi dalam pemilihan ukuran dari diameter dan sudut kontak *pulley* dengan *v-belt*, sebagai berikut

Tabel 2.16 Sudut Kontak *Pulley*

$\frac{D_p - d_p}{C}$	Sudut Kontak puli kecil $\theta(^{\circ})$	Faktor Koreksi $K_a$
0,00	180	1,00
0,10	174	0,99
0,20	169	0,97
0,30	163	0,96
0,40	157	0,94
0,50	151	0,93
0,60	145	0,91
0,70	139	0,89
0,80	133	0,87
0,90	127	0,85
1,00	120	0,82
1,10	113	0,80
1,20	106	0,77
1,30	99	0,73
1,40	91	0,70
1,50	83	0,65

Tabel 2.17 Ukuran *Pulley*

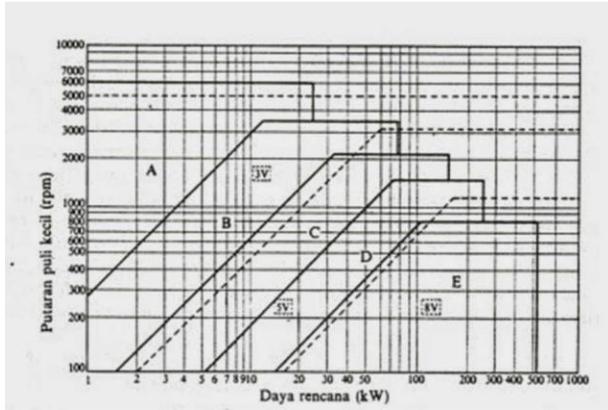
Putaran puli kecil (rpm)	Penampang-A								Penampang-B							
	Merek merah		Standar		Harga tambahan karena perbandingan putaran				Merek merah		Standar		Harga tambahan karena perbandingan putaran			
	67mm	100mm	67mm	100mm	1,25-1,34	1,35-1,51	1,52-1,99	2,00-	118mm	150mm	118mm	150mm	1,25-1,34	1,35-1,51	1,52-1,99	2,00-
200	0,15	0,31	0,12	0,26	0,01	0,02	0,02	0,02	0,51	0,77	0,43	0,67	0,04	0,05	0,06	0,07
400	0,26	0,55	0,21	0,48	0,04	0,04	0,04	0,05	0,90	1,38	0,74	1,18	0,09	0,10	0,12	0,13
600	0,35	0,77	0,27	0,67	0,05	0,06	0,07	0,07	1,24	1,93	1,00	1,64	0,13	0,15	0,18	0,20
800	0,44	0,98	0,33	0,84	0,07	0,08	0,09	0,10	1,56	2,43	1,25	2,07	0,18	0,20	0,23	0,26
1000	0,52	1,18	0,39	1,00	0,08	0,10	0,11	0,12	1,85	2,91	1,46	2,46	0,22	0,26	0,30	0,33
1200	0,59	1,37	0,43	1,16	0,10	0,12	0,13	0,15	2,11	3,35	1,65	2,82	0,26	0,31	0,35	0,40
1400	0,66	1,54	0,48	1,31	0,12	0,13	0,15	0,18	2,35	3,75	1,83	3,14	0,31	0,36	0,41	0,46
1600	0,72	1,71	0,51	1,43	0,13	0,15	0,18	0,20	2,67	4,12	1,98	3,42	0,35	0,41	0,47	0,53

### 2.2.18 Sabuk V-Belt

Jarak antara dua buah poros tidak memungkinkan terhubung ke mesin langsung dengan poros, dalam hal ini demikian cara mesin penggerak yang lain diterapkan dimana sebuah sabuk atau rantai dibelitkan sekeliling puli atau sprocket pada poros.

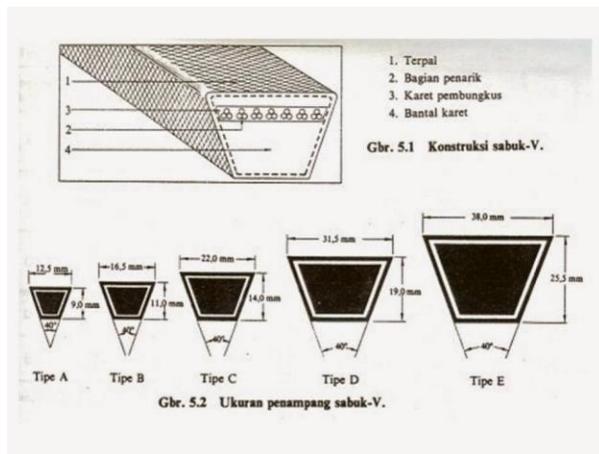
Sabuk atau belt terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium, tenunan, teteron dan semacamnya digunakan sebagai inti sabuk untuk membawa tarikan yang besar. Sabuk-V atau V-belt adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Dalam penggunaannya sabuk-V dibelitkan mengelilingi alur puli yang berbentuk V pula. Bagian sabuk yang membelit pada puli akan mengalami lengkungan sehingga lebar bagian dalamnya akan bertambah besar.

Sabuk-V banyak digunakan karena sabuk-V sangat mudah dalam penanganannya dan murah harganya. Selain itu sabuk-V juga memiliki keunggulan lain di mana sabuk-V akan menghasilkan transmisi daya yang besar pada tegangan yang relatif rendah serta jika dibandingkan dengan transmisi roda gigi dan rantai, sabuk-V bekerja lebih halus dan tak bersuara. (Sularso & Kiyokatsu, 2004)



Gambar 2.20 *Variable* Sabuk V dengan kecepatan Putaran Motor

Dalam gambar diberikan berbagai proporsi penampang sabuk-V yang umum dipakai. Atas dasar daya rencana dan putaran poros penggerak, penampang sabuk V yang sesuai dapat diperoleh dari diagram.



Gambar 2.21 Ukuran Penampang Sabuk V

Tabel 2.18 Faktor Koreksi *Estimasi* Lama Operasi Mesin

Mesin yang digerakkan		Pengerak					
		Momen puntir puncak > 200%			Momen puntir puncak > 200%		
		Motor arus bolak-balik (momen normal, sangkar bajang, sinkron), motor arus searah (lilitan shunt)			Motor arus bolak-balik (moment tinggi, fasa tunggal, lilitan seri), motor searah (lilitan kompon, lilitan seri), mesin torak, kopling tak tetap		
		Jumlah jam kerja tiap hari			Jumlah jam kerja tiap hari		
		3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam	3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam
beban sangat	Pengaduk zat cair, kipas angin, blower (sampai 7,5 kW) pompa sentrifugal, konveyor tugas ringan.	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
Variable beban kecil	Konveyor sabuk (pasir, batu bara), pengaduk, kipas angin (lebih dari 7,5kW), mesin torak, peluncur, mesin perkakas, mesin pencetak.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
Variable beban sedang	Konveyor (ember, sekrup), pompa torak, kompresor, pilingan palu, pengocok, roots-blower, mesin tekstil, mesin kayu	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Variable beban bebas.	Penghancur, gilingan bola atau batang, pengangkat, mesin pabrik karet (rol, kalender)	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

(Sularso, 1991:163)

Tabel 2.19 Nomor Sabuk

Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal		Nomor nominal	
(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)	(inch)	(mm)
10	254	45	1143	80	2032	115	2921
11	279	46	1168	81	2057	116	2946
12	305	47	1194	82	2083	117	2972
13	330	48	1219	83	2108	118	2997
14	356	49	1245	84	2134	119	3023
15	381	50	1270	85	2159	120	3048
16	406	51	1295	86	2184	121	3073
17	432	52	1321	87	2210	122	3099
18	457	53	1346	88	2235	123	3124
19	483	54	1372	89	2261	124	3150
20	508	55	1397	90	2286	125	3175
21	533	56	1422	91	2311	126	3200
22	559	57	1448	92	2337	127	3226
23	584	58	1473	93	2362	128	3251
24	610	59	1499	94	2388	129	3277
25	635	60	1524	95	2413	130	3302
26	660	61	1549	96	2438	131	3327
27	686	62	1575	97	2464	132	3353
28	711	63	1600	98	2489	133	3378
29	737	64	1626	99	2515	134	3404
30	762	65	1651	100	2540	135	3429
31	787	66	1676	101	2565	136	3454
32	813	67	1702	102	2591	137	3480
33	838	68	1727	103	2616	138	3505
34	864	69	1753	104	2642	139	3531
35	889	70	1778	105	2667	140	3556
36	914	71	1803	106	2692	141	3581
37	940	72	1829	107	2718	142	3607
39	965	73	1854	108	2743	143	3632
39	991	74	1880	109	2769	144	3658
40	1016	75	1905	110	2794	145	3683
41	1041	76	1930	111	2819	146	3708
42	1067	77	1956	112	2845	147	3734
43	1092	78	1981	113	2870	148	3759
44	1118	79	2007	114	2896	149	3785

2.2.18.1 Kecepatan Keliling atau Kecepatan Linear

$$V_p = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \times 1000} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana:

V<sub>p</sub> = Kecepatan linier (m/s)

D = Diameter puli (mm)

n = Putaran puli (rpm)

### 2.2.18.2 Panjang Belt (L)

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (D1 + D2) + \frac{1}{4C} (D2 - D1)^2 \dots\dots\dots (2.14)$$

Dimana:

C = Jarak sumbu poros

D1 = Diameter puli penggerak (mm)

D2 = Diameter puli yang digerakkan (mm)

### 2.2.18.3 Jarak Antar Kedua Sumbu

Bila panjang belt sudah diketahui, maka jarak kedua sumbu poros dapat dinyatakan dengan persamaan di bawah ini.

$$C = \left( \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(DpB - DpA^2)}}{8} \right) \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana.

$$b = 2Ls - \pi (DpA + DpB)$$

### 2.2.19 Tachometer

*Tachometer* adalah alat ukur genggam yang digunakan untuk mengukur kecepatan benda yang berputar seperti operasi mesin, dalam satuan putaran per menit (RPM). *Tachometer* hadir dalam bentuk analog dan digital yang memainkan peran penting dalam menentukan output daya mesin.

Fungsi dari *tachometer* adalah dirancang untuk mengukur kecepatan putaran poros atau piringan saat mesin sedang bergerak. Alat ukur tachometer ideal untuk memantau turbin dan kesehatan alat berat. (Huang & Andreasen, 2005)



Gambar 2.1 Tachometer

### 2.2.20 Volt Ampere Meter

Meter digital mengukur dan menampilkan kuantitas satu baris pada satu waktu dan dapat diganti dengan meter analog. Meter ini mampu mengukur dan menampilkan parameter individual seperti Tegangan / Arus.



Gambar 2.2 Volt Ampere Meter

### 2.2.21 Vibrometer

**Vibrationmeter** adalah alat ukur getaran yang cocok untuk

mengukur getaran pada mesin industri. Alat ini memiliki ukuran yang tidak terlalu besar sehingga mudah dibawa kemanapun, mudah digunakan, serta range pemakaian yang luas. Fungsi vibration meter yaitu untuk mengukur RMS, Peak, dan Peak-factor dari akselerasi, velocity, dan displacement pada mesin. Pada saat melakukan pengukuran pertama akan ditunjukkan apakah ada beberapa masalah seperti pada pelumasannya, bagian yang tidak seimbang, adanya kelonggaran ataupun adanya kerusakan pada bantalan.

Dengan menggunakan alat ini, user yang belum memiliki pengalaman menggunakan alat ini tetap bisa melakukan pengukuran dengan mudah seperti:

1. Pengukuran secara keseluruhan
2. Spektrum tiga pita
3. Bentuk gelombang waktu
4. Spektrum FFTa

*Vibrationmeter* ini merupakan alat ukur revolusioner dengan desain yang sudah diperbaharui, yang mana pengoperasiannya instrumen sangat mudah sehingga siapa pun dapat belajar menggunakannya dengan sangat cepat. Alat yang dirancang khusus untuk mengukur, merekam, dan menganalisis getaran yang dihasilkan oleh mesin dan peralatan industri. Dengan menggunakan sensor yang sensitif, vibration meter dapat mengkonversi getaran menjadi data numerik yang dapat dianalisis lebih lanjut.

### 2.2.21.1 Pemeliharaan *Preventif* atau Pencegahan

*Vibration* meter dapat membantu dalam pemeliharaan preventif, yang merupakan langkah kritis dalam menjaga kinerja dan masa pakai mesin industri. Dengan mengukur tingkat getaran pada mesin, vibration meter dapat mendeteksi adanya masalah seperti ketidakseimbangan, keausan pada bantalan, atau kerusakan mekanis lainnya. Dengan mendeteksi masalah ini sedini mungkin, tindakan perbaikan dapat diambil sebelum kerusakan lebih lanjut terjadi. Ini membantu menghindari kerusakan yang lebih serius, downtime yang tidak diinginkan, dan biaya perbaikan yang mahal.

### 2.2.21.2 Kinerja Mesin Optimal

Alat ukur getaran ini membantu memastikan kinerja optimal dari mesin. Dalam industri, banyak mesin bekerja dalam kondisi lingkungan yang keras dan menghasilkan getaran yang signifikan. Dalam jangka waktu tertentu, getaran berlebih dapat menyebabkan kerusakan mesin, penurunan efisiensi operasional, atau bahkan kecelakaan. Dengan menggunakan vibration meter secara teratur, Anda dapat memantau tingkat getaran dan mengambil tindakan jika diperlukan untuk menjaga mesin tetap optimal. Hal ini membantu meningkatkan efisiensi operasional, produktivitas, dan keselamatan kerja.

### 2.2.21.3 Analisis Kerusakan

*Vibrationmeter* memungkinkan analisis kerusakan

yang efektif. Dengan mengukur pola dan karakteristik getaran, Anda dapat mengidentifikasi sumber masalah dengan lebih baik. Informasi yang diperoleh dari vibration meter, seperti frekuensi, amplitudo, dan bentuk gelombang, dapat membantu memahami penyebab masalah dan jenis kerusakan yang mungkin terjadi. Dengan pemahaman ini, Anda bisa merencanakan strategi perbaikan yang lebih efektif dan efisien, mengurangi waktu pemeliharaan, dan meminimalkan gangguan produksi.

#### 2.2.21.4 Standar Keselamatan dan Regulasi

*Vibrationmeter* juga penting dalam memenuhi standar keselamatan dan regulasi industri. Pemaparan pekerja terhadap getaran berlebih dapat menyebabkan masalah kesehatan jangka panjang, seperti kerusakan saraf, kerusakan tulang, atau gangguan pada sistem musculoskeletal. Dengan menggunakan vibration meter, Anda dapat memonitor tingkat getaran yang dialami pekerja dan memastikan bahwa mereka berada dalam batas yang aman sesuai dengan standar yang ditetapkan. Ini membantu melindungi kesehatan dan keselamatan pekerja, serta mematuhi persyaratan hukum dan regulasi terkait.

#### 2.2.22 Elemen Redaman (Damping Element)

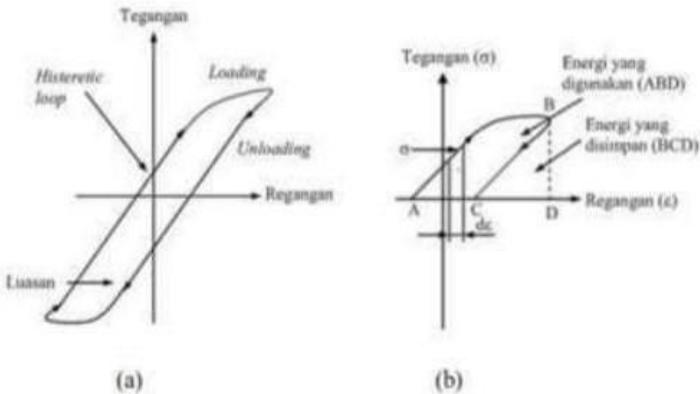
Dalam beberapa sistem, energi getaran berangsur-angsur diubah menjadi panas atau sound. Karena adanya reduksi energi, maka respon getaran seperti simpangan berangsurangsur akan

menurun. Sistem mekanis di mana energi getaran berangsur-angsur diserap menjadi panas dan sound dikenal sebagai redaman. Peredam berfungsi sebagai gaya bila ada kecepatan relatif di antara dua ujung peredam.

- i. *Viscous Damping*. *Viscous damping* adalah yang paling umum digunakan sebagai redaman mekanis dalam analisis getaran. Bila sistem mekanis digetarkan di medium fluida, seperti udara, gas, air dan oli akan terjadi tahanan budi oleh fluida sebab energi sistem diserap. Dalam hal ini besarnya penyerapan tergantung pada beberapa faktor, seperti ukuran dan bentuk budi getaran, viskositas fluida, dan kecepatan budi yang bergetar. Gaya redaman sebanding dengan kecepatan budi yang bergetar. Contoh tipe *viscous damping* adalah selaput fluida di antara permukaan yang bergesekan, aliran fluida di sekeliling piston dalam silinder, aliran fluida yang melewati orifis dan selaput fluida di sekitar *jurnal bearing*.
- ii. *Coulomb* atau Redaman Gesekan. Di sini besarnya gaya redaman adalah konstan tetapi arahnya berlawanan dengan budi yang bergetar. Redaman ini disebabkan oleh gesekan antara bidang gesekan yang kering atau mempunyai

pelumas diantaranya.

- iii. *Material atau Solid atau Hysteretic Redaman.*  
Ketika material terdeformasi, energi diserap oleh material. Hal ini disebabkan gesekan antara *internal planes*, yang slip atau bergeser karena deformasi. Bila bodi mempunyai material redaman, diagram tegangan regangan ditunjukkan oleh *hysteretic loop*. Luas loop ini merupakan energi yang hilang setiap volume bodi per siklus. (Rusianto, 2021).



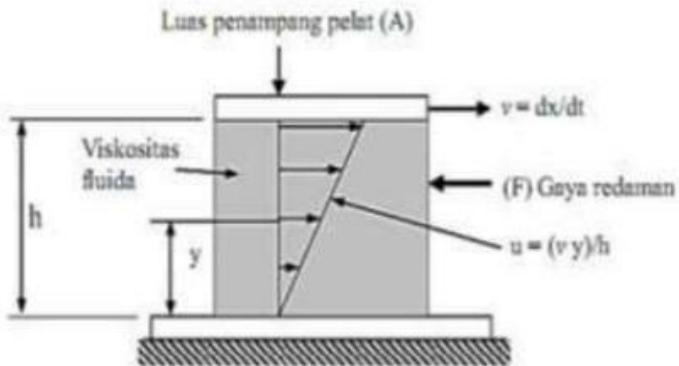
Gambar 2.22 *Hysteretic loop* pada material elastis

Gaya pada damper adalah:

$$F = \tau A = \frac{\mu A v}{h} = CV$$

Dimana  $A$  adalah luas penampang permukaan yang bergerak,  $v$  adalah kecepatan, dan  $c$  adalah konstanta redaman yang dihitung dengan persamaan.

$$c = \frac{\mu A}{h}$$



Gambar 2.23 Dua buah plat paralel yang dibatasi oleh fluida

## **BAB III PERANCANGAN**

Pada proses analisa proyek akhir, alat yang akan dilakukan pengujiannya terhadap getaran (*vibration*) yang bertujuan untuk dapat meminimalisir dampak getaran terhadap operator sehingga yang mengakibatkan kurang efisien dalam proses produksi. Tujuan dalam Analisa ini agar dapat memberikan standar getaran yang terjadi pada mesin sesuai standar yang telah dikeluarkan oleh Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016. Adapun tahapan dalam melakukan Analisa alat mesin pamarut kepala ikan adalah:

### **3.1 Diskusi**

Diskusi yang dilakukan terhadap referensi yang telah ada berupa bimbingan dan konsultasi dengan dosen pembimbing. Serta juga melakukan tanya jawab bersama teman-teman mengenai hal-hal yang berhubungan dengan pembuatan proyek akhir ini.

### **3.2 Studi Literatur**

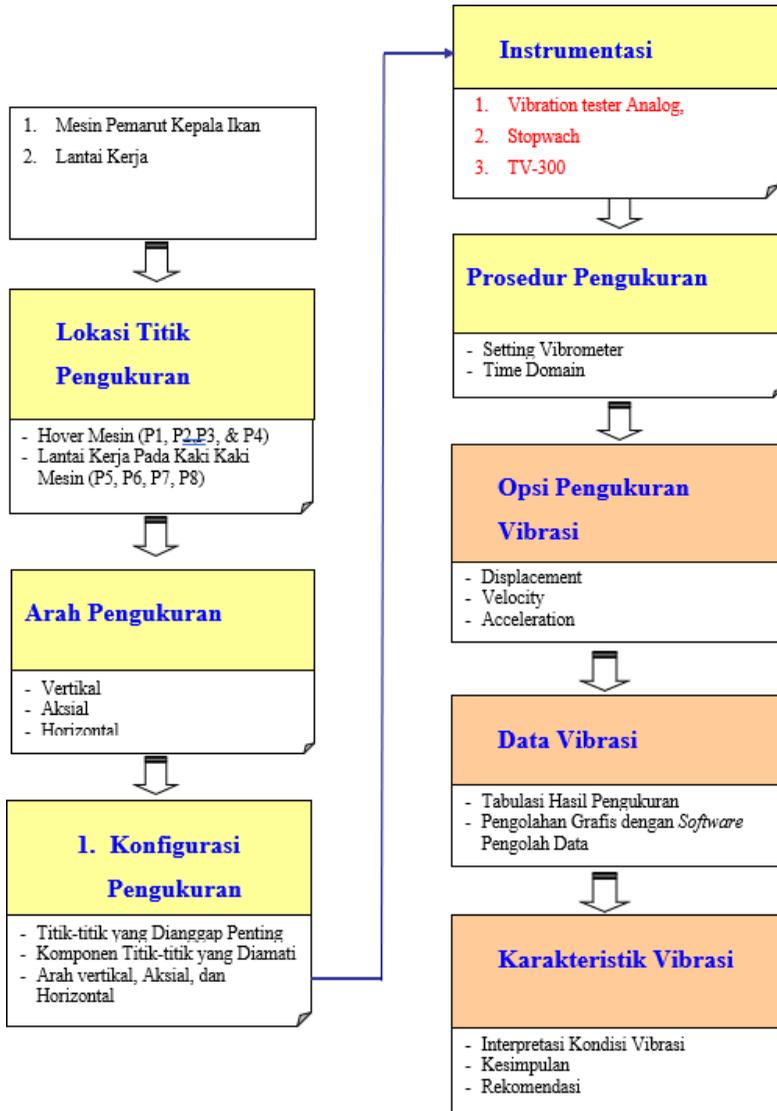
Tahap selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan studi kasus atau literasi dimana hal ini dilakukan dengan mencari sumber jurnal yang dibutuhkan melalui akses internet dan juga buku-buku yang berkaitan dengan perancangan.

### **3.3 Konsep Desain**

Dari beberapa penelitian terdahulu, di lakukan beberapa perbandingan konsep desain dengan alat yang akan direncanakan dengan nilai aspek penilaian sesuai kebutuhan lapangan diantaranya, ergonomis, efisiensi, kapasitas, biaya perawatan, dan kualitas hasil produk outputnya.

### **3.4 Rancangan Skema Penelitian**

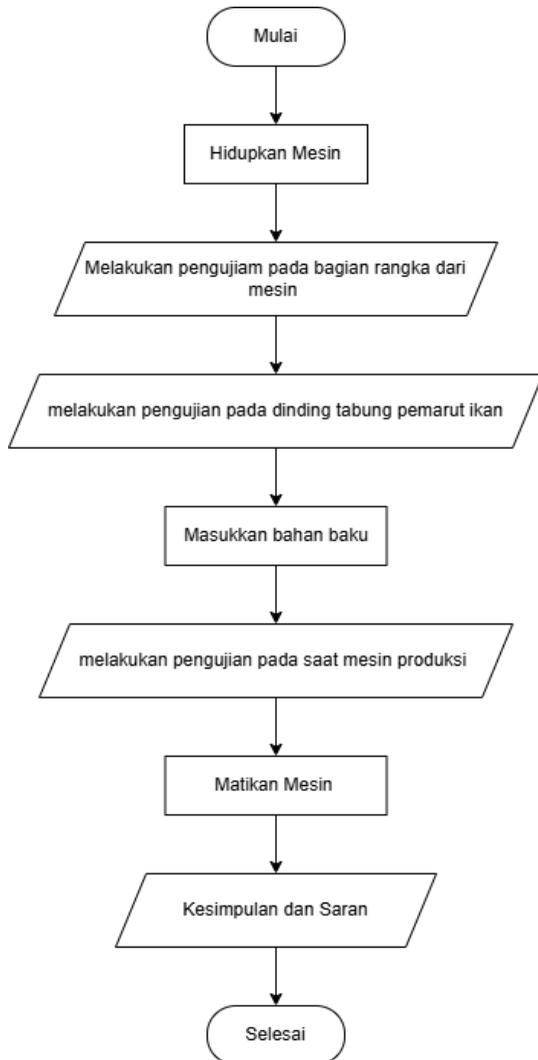
Didalam menulis penelitian ini, terlebih dahulu membuat rancangan penelitian dalam bentuk skematik dan menentukan komponen-komponen yang akan dipasang didalam eksperimen yang akan dibuat. Komponen yang telah ditentukan selanjutnya diuraikan satu persatu untuk menjelaskan spesifikasi dari komponen tersebut.



Gambar 3.1 Skema Instalasi Sistem, dan Pengukuran Sinyal Vibrasi

### **3.5 Flowchart**

Di dalam flowchart terdapat gambaran diagram alur pembuatan alat yang berfungsi menjelaskan urutan pelaksanaan proyek akhir. Flowchart membantu dalam memahami suatu proses dan kekurangan dari proses tersebut. Masing-masing memiliki kumpulan kotak dan notasi sendiri.



Gambar 3.2 Flowchart pengujian alat

### 3.6 Metode Penelitian

#### 3.6.1 Metode Pengukuran dan Pengolahan Data Vibrasi Domain Waktu (*Time Domain*)

Pengolahan data *time domain* melibatkan data hasil pengukuran objek pemantauan sinyal getaran. Hasil pengukuran objek pemantauan dalam domain waktu dapat berupa sinyal.

- a. Sinyal statik, yaitu sinyal yang karakteristiknya (misal: amplitudo, arah kerjanya) tidak berubah terhadap waktu.
- b. Sinyal dinamik, yaitu sinyal yang karakteristiknya berubah terhadap waktu, sehingga tidak konstan.

Sinyal dinamik yang sering ditemui dalam praktik berasal dari sinyal getaran, baik yang diukur menggunakan accelerometer, vibrometer, maupun sensor simpangan getaran. Untuk keperluan pengolahan sinyal getaran dalam *time domain*, perlu diperhatikan karakteristik sinyal getaran yang dideteksi oleh masing-masing sensor *acceleration*, *velocity*, dan simpangan getaran (*displacement*).

Penelitian dilakukan dengan Metode perancangan dan pembuatan alat fondasi dan instalasi genset, dimana secara garis besar adalah sebagai berikut.

- a. Menentukan titik-titik pengukuran sebanyak 4 titik pada rangka *mesin* pamarut kepala ikan dan 4 titik pada lantai

- kerja mesin pada saat mesin beroperasi, dengan masing - masing 3 arah yakni arah aksial, vertical, dan horizontal.
- b. Melakukan *setting* Vibrometer sebagai instrumen pengukur sebelum melakukan pengukuran terhadap respon sinyal vibrasi pada hover *mesin* pamarut kepala ikan dan lantai kerja mesin pada saat beroperasi.
  - c. Mengolah data hasil pengukuran dalam bentuk grafik dengan *software* pengolah data untuk selanjutnya menginterpretasikan makna grafik yang ditampilkan mengenai kondisi sinyal vibrasi hasil pengukuran vibrasi pada hover *mesin* pamarut kepala ikan dan lantai kerja mesin.

### 3.6.2 Prosedur Pengambilan Data Vibrasi

Terdapat beberapa tahapan yang harus dipersiapkan dan dilaksanakan dalam pengambilan data vibrasi pada fondasi mesin genset.

#### 1. Persiapan Tabel Data Pengukuran Vibrasi

Menyiapkan format tabel untuk pencatatan data hasil pengukuran sinyal vibrasi berdasarkan kondisi pengukuran yang telah ditentukan sebelumnya.

#### 2. Setting Instrumen

Tahapan persiapan yang perlu dilakukan dalam men-*setting* alat pengukur sinyal vibrasi, berupa Vibration tester analog TV-300, antara lain:

- a. Memasang/menghubungkan perlengkapan vibrometer, yaitu rangkaian sensor (*vibration pick up*) dengan *cord* dan *metal connector* pada *input connector*.
- b. Memasang sensor pada objek pengukuran, atau bila menggunakan probe, maka sentuhkan ujung sensor pada objek pengukuran tidak terganggu dengan sumber getaran lainnya.

Tahapan pengukuran sinyal vibrasi:

- a. Menentukan pengukuran yang akan dilakukan apakah dengan *frequency overall* atau *frequency analyzer*.
- b. menentukan unit pengukuran; simpangan (mm), kecepatan (cm/sec), dan percepatan (cm/sec<sup>2</sup>)
- c. Mencatat/merekam angka getaran yang ditunjukkan oleh jarum indicator apabila telah menunjukkan *range* angka

### 3. Prosedur Pengukuran Sinyal Vibrasi

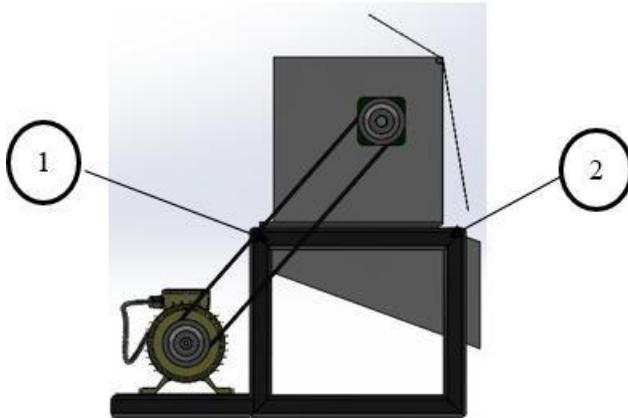
Prosedur pengukuran yang digunakan dalam mendapatkan sinyal vibrasi pada kepala mesin milling adalah

- 1) Mendata spesifikasi genset yang akan diukur sinyal vibrasi pada fondasinya, berupa: Daya, kapasitas listrik, putaran, voltase, dan sebagainya.
- 2) Menetapkan atau menentukan lokasi titik-titik pengukuran pada genset dalam tiga arah pengukuran, yaitu: aksial, vertikal, dan horizontal

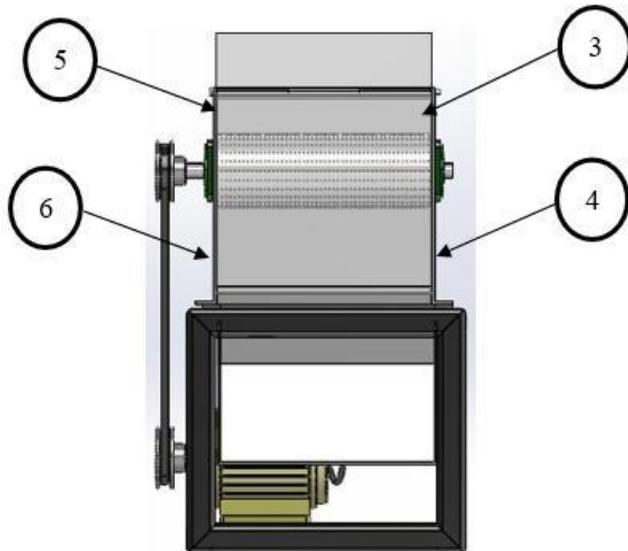
- 3) Mempersiapkan kelengkapan alat ukur, memastikan dapat berfungsi dengan baik dan men-*setting* alat ukur pada titik-titik pengukuran untuk pengukuran langsung.
- 4) Mempersiapkan dan memastikan alat ukur pendukung seperti *tachometer*, *amperemeter* dan *stopwatch* bekerja dengan baik.
- 5) Melakukan pengukuran vibrasi/getaran (simpangan, kecepatan, dan percepatan) dengan *time domain*.
- 6) Mencatat atau merekam hasil pengukuran vibrasi, berupa angka vibrasi (simpangan, kecepatan, percepatan) yang ditunjukkan oleh indikator oleh instrumen pengukur.
- 7) Melakukan interpretasi data hasil pengukuran dengan mengolah data untuk mendapatkan tampilan grafiknya menggunakan *software* pengolah data dan menginterpretasikan hasil grafik yang ditampilkan

Membuat kesimpulan dan rekomendasi yang dapat dijadikan sebagai kondisi dasar untuk memahami kondisi operasi motor listrik penggerak pompa sentrifugal agar dapat beroperasi dengan optimal.

### 3.7 Pengukuran getaran Mesin



Gambar 3.3 Front View



Gambar 3.4 Right View

Dalam proses pengujian dilakukan pada bagian 4 titik *hopper* atau tabung pada bagian sisi dalam pamarut dan pada bagian rangka alat untuk mengetahui nilai getaran yang diperoleh sesuai dengan ketetapan yang dikeluarkan oleh Kementerian Kesehatan dengan standar yang telah di setujui.

### 3.7.1 Getaran

Menurut (Clarkson, 1981), periode adalah banyaknya waktu yang diperlukan untuk melakukan getaran dalam satu siklus penuh. Sebuah gerakan disebut gerak periodik jika gerakan tersebut berulang secara teratur dalam interval waktu yang sama. Interval waktu tersebut disebut periode dan dilambangkan dengan  $T$ . Periode ini menunjukkan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus penuh gerakan.

Secara umum, gerak getaran merupakan suatu fungsi periodik di mana fungsi periodik, Fungsi waktu “ $x(t)$ ” menggambarkan posisi benda pada waktu tertentu “ $t$ ”.

Pada gerakan periodik, posisi benda pada waktu  $t$  akan selalu sama dengan posisi benda pada waktu “ $t + T$ ”, artinya setelah periode waktu berlalu, gerakan benda akan kembali ke keadaan semula. Jadi, hubungan ini bisa ditulis sebagai persamaan dengan domain waktu:

$$x(t) = x(t + T) \dots\dots\dots (3.1)$$

Ini berarti bahwa jika kita mengukur posisi benda pada waktu tertentu dan kemudian mengukur posisi benda lagi setelah periode waktu T, posisinya akan sama.

Perumusan ini bisa dinyatakan dengan:

$$x = A \sin 2\pi \frac{t}{T} \dots\dots\dots (3.2)$$

Dengan A sebagai amplitudo, yaitu simpangan terjauh yang terjadi

$$x = A \sin \omega t \dots\dots\dots (3.3)$$

(x) adalah perpindahan,  $\omega$  adalah kecepatan sudut, dan  $\omega t$  adalah kecepatan sudut fungsi waktu. Lalu selanjutnya adalah persamaan *velocity* (kecepatan):

$$x' = A\omega \cos \omega t \dots\dots\dots (3.4)$$

Lalu selanjutnya persamaan *acceleration* (percepatan):

$$x'' = -A\omega^2 \sin \omega t \dots\dots\dots (3.5)$$

Lalu substitusi dengan persamaan rumus (3.5) dan (3.7), maka didapatkan rumus:

$$x'' = -A \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t \dots\dots\dots (3.6)$$

Terdapat hasil negatif pada persamaan yang didapat dari hasil substitusi, ini berarti arah percepatan berlawanan dengan arah simpangannya ( $\omega$ ):

$$\frac{y}{A \cdot \sin \omega t} = \frac{a}{-A \cdot \omega^2 \cdot \sin \omega t} \dots\dots\dots (3.7a)$$

$$y = \frac{a}{\omega^2} \dots\dots\dots (3.7b)$$

$$\omega^2 =$$

$$\frac{a}{-y} \dots\dots\dots (3.7c)$$

$$\omega =$$

$$\sqrt{\frac{a}{y}} \dots\dots\dots (3.7d)$$

$L\omega$  untuk kecepatan sudut getaran yang dihasilkan. Dapat menggunakan rumus

$$\frac{y}{A.\sin\omega t} = \frac{v}{A.\omega.\cos\omega t} \dots\dots\dots (3.8a)$$

$$\frac{\sin\omega t}{\cos\omega t} = \frac{y.\omega}{v} \dots\dots\dots (3.8b)$$

$$\tan\omega t = \frac{y.\omega}{v} \dots\dots\dots (3.8c)$$

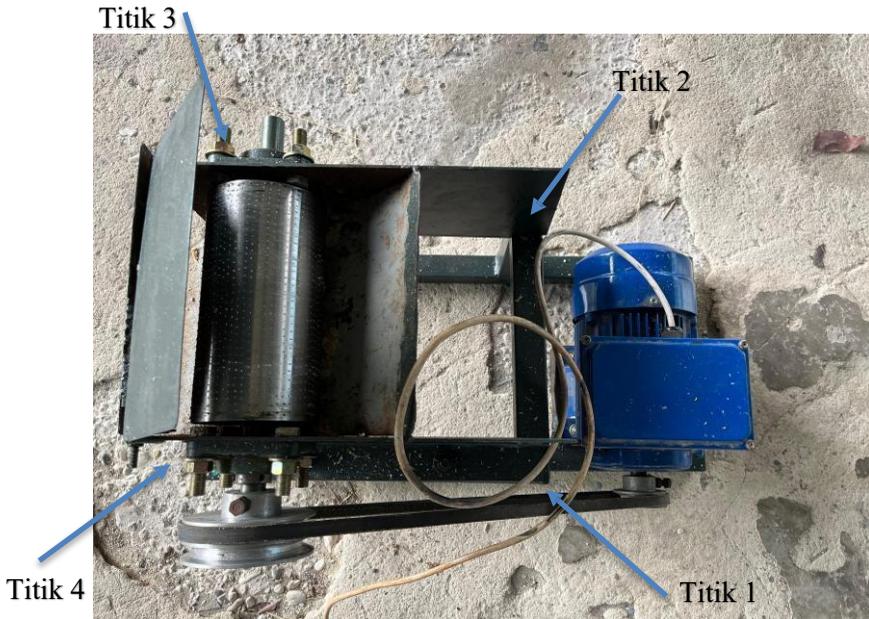
$$L\omega = \tan\omega t) \dots\dots\dots (3.8d)$$

### 3.7.2 Prosedur Pengambilan data getaran pada rangka mesin

Pada pengambilan data getaran ini akan dilakukan di beberapa area yang sudah ditandai pada *apparatus* dan akan digunakan variasi posisi pengukuran (aksial, horizontal, vertikal) Beban TKKS yang akan di cacah. Pada beban yang akan di gunakan adalah 1 kg, dengan time domain. Alat ukur yang digunakan adalah *vibration tester* dengan spesifikasi VM-6370. Berikut adalah gambar posisi titik yang akan di ambil data getarannya



Gambar 3.5 Arah pengukuran getaran



Gambar 3.6 Titik pengambilan pengujian getaran pada mesin dan rangka

### 3.7.2.1 Prosedur Pengukuran Titik 1

Jenis probe yang akan digunakan pada titik ini adalah probe magnet. Berikut ilustrasi letak probe magnet pada titik 1:

Tabel 3.1 Tabel pengambilan data getaran titik 1

Time Domain									
Time (S)	Axial			Vertikal			Horizontal		
	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4									
8									
12									
16									
20									
24									
28									
32									
36									
40									
44									
48									
52									
56									

60									
Rata - Rata									

### 3.7.2.2 Prosedur Pengukuran Titik 2

Jenis probe yang akan digunakan pada titik ini adalah probe magnet. Berikut ilustrasi letak probe magnet pada titik 2

Tabel 3.2 Tabel pengambilan data getaran titik 2

Time Domain									
Time (S)	Axial			Vertikal			Horizontal		
	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4									
8									
12									
16									
20									
24									
28									
32									
36									
40									
44									
48									
52									
56									

60									
Rata - Rata									

### 3.7.2.3 Prosedur Pengukuran Titik 3

Jenis probe yang akan digunakan pada titik ini adalah probe magnet. Berikut ilustrasi letak probe magnet pada titik 3:

Tabel 3.3 Tabel pengambilan data getaran titik 3

Time Domain									
Time (S)	Axial			Vertikal			Horizontal		
	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4									
8									
12									
16									
20									
24									
28									

32									
36									
40									
44									
48									
52									
56									
60									
Rata - Rata									

#### 3.7.2.4 Prosedur Pengukuran Titik 4

Jenis probe yang akan digunakan pada titik ini adalah probe magnet. Berikut ilustrasi letak probe magnet pada titik 4

Tabel 3.4 Tabel pengambilan data getaran titik 1

Time Domain									
Time	Axial			Vertikal			Horizontal		
	Dis	Vel	Acc	Dis	Vel	Acc	Dis	Vel	Acc

(S)	(mm)	(mm/s)	(m/s <sup>2</sup> )	(mm)	(mm/s)	(m/s <sup>2</sup> )	(mm)	(mm/s)	(m/s <sup>2</sup> )
4									
8									
12									
16									
20									
24									
28									
32									
36									
40									
44									
48									
52									
56									
60									
Rata - Rata									

### 3.7.3 Prosedur pengambilan data getaran pada hopper

Tabel 3.5 Tanel Pengambilan Data Getaran pada Hopper

Titik 1				
Time Domain				
Time (Second)	Vertikal			
	Dis (mm)	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4				
8				
12				
16				
20				
24				
28				
32				
36				
40				
44				
48				
52				
56				
60				
Rata Rata				

Tabel 3.6 Tanel Pengambilan Data Getaran pada Hopper

Titik 2				
Time Domain				
Time (Second)	Vertikal			
	Dis (mm)	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4				
8				
12				
16				
20				
24				
28				
32				
36				
40				
44				
48				
52				
56				
60				
Rata Rata				

Tabel 3. 7 Tanel Pengambilan Data Getaran pada Hopper

Titik 3				
Time Domain				
Time (Second)	Vertikal			
	Dis (mm)	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4				
8				
12				
16				
20				
24				
28				
32				
36				
40				
44				
48				
52				
56				
60				
Rata Rata				

Tabel 3. 8 Tanel Pengambilan Data Getaran pada Hopper

Titik 4				
Time Domain				
Time (Second)	Vertikal			
	Dis (mm)	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4				
8				
12				
16				
20				
24				
28				
32				
36				
40				
44				
48				
52				
56				
60				
Rata Rata				

### 3.8 Standar getaran yang di izinkan

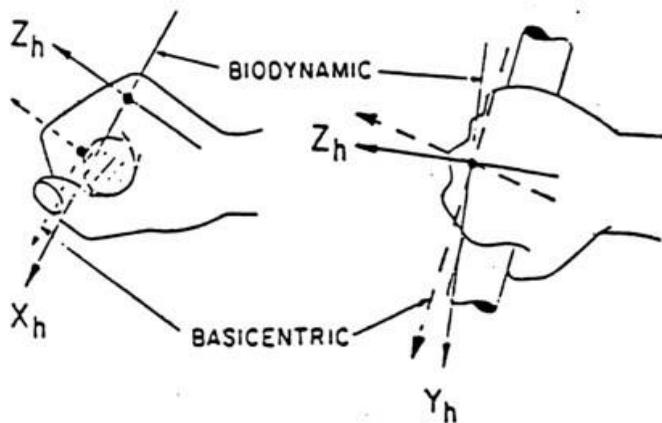
Jenis pajanan getar yang dapat diterima pekerja dapat berupa getaran tangan dan lengan serta getaran seluruh tubuh (Permenkes No. 70 Tahun 2016).

NAB Getaran Tangan dan Lengan Nilai Ambang Batas pajanan getaran pada tangan dan lengan sebagaimana tercantum pada Tabel yang merupakan nilai rata-rata akselerasi pada frekuensi dominan (meter/detik<sup>2</sup>) berdasarkan durasi pajanan 8 jam per hari kerja yang mewakili kondisi dimana hampir semua pekerja terpajan getaran berulang-ulang tanpa menimbulkan gangguan kesehatan atau penyakit. Pekerja dapat terpajan getaran tangan dan lengan pada saat menggunakan alat kerja seperti gergaji listrik, gerinda, jack hammer dan lain-lain. NAB getaran tangan dan lengan untuk 8 jam kerja per hari adalah sebesar 5 meter/detik<sup>2</sup>. Sedangkan NAB getaran tangan dan lengan untuk durasi pajanan tertentu dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 3. 9 Tabel standar getaran frekuensi berdasarkan jam kerja

Durasi Pajanan Per Hari Kerja	Nilai Akselerasi pada Frekuensi Dominan (meter/detik <sup>2</sup> )
8 jam	5
4 jam	7
2 jam	10
1 jam	14

Arah gerakan tangan yang bergetar terdiri atas gerakan biodinamik dan gerakan biosentrik. Kecepatan getaran atau nilai akselerasi getaran tangan dan lengan terdiri atas tiga arah aksis (x, y, dan z) seperti terlihat pada gambar di bawah ini



Gambar 3.7 Biodinamik dan Biosentrik

Beberapa hal yang diperhatikan dalam menginterpretasikan NAB getaran tangan dan lengan adalah sebagai berikut.

- a) Pengukuran getaran tangan dan lengan dilakukan dengan menggunakan vibrasi meter sesuai metode yang standar.
- b) NAB getaran tangan dan lengan nilai merupakan nilai rata-rata akselerasi pajanan getaran tangan dan lengan dalam satuan meter/detik<sup>2</sup> yang diterima oleh tangan dan lengan pekerja dalam periode waktu tertentu yang tidak boleh dilewati.
- c) Nilai Ambang Batas untuk durasi pajanan getaran tangan dan lengan selain yang tercantum pada Tabel, dapat dihitung dengan rumus:

$$t_{pajanan} = 8 \text{ jam} \left( \frac{5 \text{ meter/detik}^2}{a_{terukur}} \right)^2$$

Keterangan:

t = durasi pajanan dalam jam

a = nilai hasil pengukuran akselerasi getaran tangan dan lengan  
(meter/detik<sup>2</sup>)

Nilai akselerasi getaran tangan dan lengan berdasarkan hasil pengukuran yang di lakukan pada bagian hopper sebesar 24,55 meter/detik<sup>2</sup>, maka pajanan yang di perbolehkan adalah :

Penyelesaian:

$$t_{pajanan} = 8 \text{ jam} \left( \frac{5 \text{ meter/detik}^2}{24,55 \text{ meter/detik}^2} \right)^2$$

Waktu pajanan yang diperbolehkan untuk getaran tangan dan lengan pada saat menahan hopper sebesar 24.55 meter/detik<sup>2</sup> adalah selama 0.39 jam atau 23,4 menit/s.

## BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

### 4.1 Pengambilan Data

Pada proses uji pengolahan data rangka mesin di buat dengan menggunakan material jenis *hollow* pada bagian rangka struktur serta menggunakan plat dengan ketebalan 1 mm untuk peruntukan *cover body* dan *hopper*. Perakitan di lakukan dengan menggunakan mesin las dengan menggunakan elektroda E6013



Gambar 4.1 Rangka Mesin Pamarut Kepala Ikan



Gambar 4.2 Pengujian Menggunakan Alat Vibration Tester dan Stopwatch

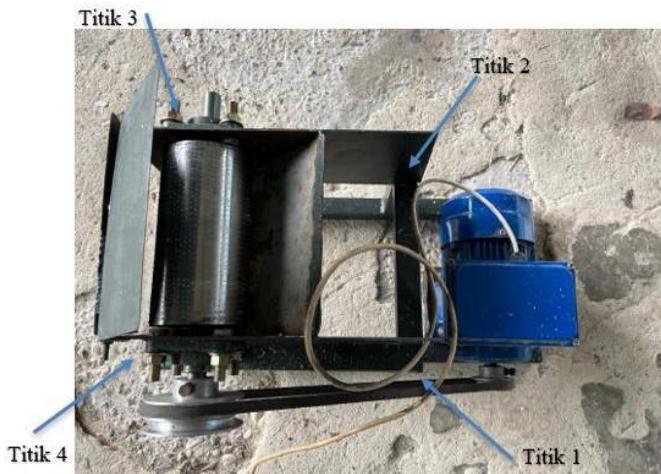


Gambar 4.3 Proses Pengujian Sample

## 4.2 Data Pengujian Sample Getaran pada Mesin

### 4.2.1 Pengambilan data getaran pada rangka mesin

Pada pengambilan data getaran ini akan dilakukan di beberapa area yang sudah ditandai pada *apparatus* dan akan digunakan variasi posisi pengukuran (aksial, horizontal, vertikal) Beban TKKS yang akan di cacah. dengan time domain. Alat ukur yang digunakan adalah *vibration tester* dengan spesifikasi VM-6380. Berikut adalah gambar posisi titik yang akan di ambil data getarannya.



Gambar 4.4 Pengambilan data getaran pada rangka mesin

## 1. Prosedur Pengukuran Titik 1

Jenis probe yang akan digunakan pada titik ini adalah probe magnet. Berikut adalah tabel hasil pengukuran getaran pada titik 1:

Tabel 4.1 Data Sample Pengujian Titik 1

Time Domain									
Time (S)	Axial			Vertikal			Horizontal		
	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4	0,55	4,1	33,6	0,132	9,55	94,7	0,7	7,83	92,2
8	0,81	4,97	48,2	0,73	10,05	94,7	0,76	6,17	100,6
12	0,73	4,96	43,1	0,15	8,62	133,4	0,88	6,2	97,5
16	0,52	4,63	68,9	0,168	8,75	140,2	0,92	8,4	93,5
20	0,113	3,73	41,5	0,143	9,82	122,5	0,93	8,87	93,5
24	0,3	4,42	55,5	0,112	7,75	137,1	0,56	9	73,7
28	0,65	4,77	68,5	0,17	11,05	147,7	0,99	9,85	93,8
32	0,32	4,85	98,7	0,162	8,75	91,9	0,9	8,12	76,8
36	0,42	4,72	102,1	0,173	9,09	88	0,38	4,55	90,7

40	0,10 7	5,46	97,2	0,191	9,3	82,4	0,107	5,46	97,2
44	0,32	4,4	108,3	0,124	7,2	111,8	0,32	4,4	108, 3
48	0,44	5,05	80,6	0,154	7,72	99,8	0,44	5,05	80,6
52	0,6	4,21	58,1	0,149	8,57	87,4	0,6	4,21	58,1
56	0,42	3,89	64,7	0,181	10,44	76,7	0,29	3,83	40,7
60	0,27	4,11	53,5	0,175	10,51	81,4	0,27	4,11	53,5
Rata -	0,43		68,16	0,194	9,144	105,9	0,603	6,403	83,3
Rata	8	4,58	667	267	667	8	133	333	8

## 2 Prosedur Pengukuran Titik 2

Jenis probe yang akan digunakan pada titik ini adalah probe magnet. Berikut adalah tabel hasil pengukuran getaran pada titik 2

Tabel 4.2 Data Sample Pengujian Titik 2

Time Domain									
Time (S)	Axial			Vertikal			Horizontal		
	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4	0,18	8,12	65,7	0,09	7,6	72	0,14	11,27	88

	2								
8	0,12 1	6,42	58,7	0,119	7,54	73,6	0,215	12,19	65,2
12	0,26 1	7,1	48,3	0,108	6,97	66,3	0,199	18,23	78,2
16	0,09 7	6,26	61,7	0,97	7,27	52,7	0,143	14,03	92,9
20	0,18 3	7,17	55,6	0,117	7,2	117,1	0,143	13,27	76,1
24	0,07 8	7,5	47,7	0,128	7,82	67,2	0,115	13,89	64,4
28	0,07 7	4,11	53,5	0,166	9,9	58,3	0,159	13,61	104, 2
32	0,14 9	7,12	69,2	0,11	8,36	71,6	0,15	11,67	81,5
36	0,08	7,24	61,3	0,332	8,65	80,1	0,287	14,91	91,8
40	0,07 8	7,87	65,4	0,128	7,16	64,8	0,313	18,85	72,4
44	1,13 E-01	7,59	74,5	0,128	7,85	57,8	0,254	13,78	107, 8
48	1,13	8,04	60,4	0,201	7,85	57,8	0,181	14,57	116

	E-01								
52	0,12 1	7,75	67,3	0,306	10,08	43	0,166	11,07	78,2
56	0,11 1	7,77	79,6	0,174	8,49	55,2	0,184	14,47	56,7
60	0,12 6	7,82	83,2	0,083	7,16	57,5	0,25	14,33	100, 5
Rata -	0,12		63,47	0,210	8,052	66,33	0,193	14,00	84,9
Rata	6	7,192	333	667	857	333	267	933	2667

### 3. Prosedur Pengukuran Titik 3

Jenis probe yang akan digunakan pada titik ini adalah probe magnet. Berikut adalah tabel hasil pengukuran getaran pada titik 3:

Tabel 4.3 Data Sample Pengujian Titik 3

Time Domain									
Time (S)	Axial			Vertikal			Horizontal		
	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4 8	0,10 8	12,23	68,1	0,134	8,71	51,7	0,52	10,51	124, 1

8	0,09 9	11,77	78,7	0,266	8,57	70,8	0,75	10,29	88
12	0,08 9	9,9	71,6	0,24	9,99	96,4	0,55	10,07	84,2
16	0,11 9	11,94	60,6	0,122	8,44	80,7	0,63	11,18	111, 1
20	0,09 6	11,83	57	0,114	8,87	80,2	0,66	11,97	125, 4
24	0,08 5	10,91	61,1	0,162	9,27	95,8	0,108	9,82	89,5
28	0,11 5	12,67	58,2	0,154	8,52	80	0,8	10,67	101, 9
32	0,10 2	10,73	74	0,197	8,97	71	0,9	10,59	126, 1
36	0,10 1	11,55	89,1	0,184	7,83	85,5	0,135	10,24	81,7
40	0,09 1	11,73	66,4	0,189	8,59	70,1	0,66	11,43	108, 7
44	1,13 E-01	11,61	66,4	0,114	8,69	100,4	0,83	10,62	120, 6
48	1,12	11,61	61,6	0,19	9,21	54,2	0,83	10,02	89,3

	E-01								
52	0,08 1	11,69	60,4	0,149	10,17	102	0,55	11,61	118, 4
56	0,09 7	12,3	61,7	0,221	11,21	66,8	0,75	10,69	89
60	0,08 9	12,37	86,1	0,113	9,42	62	0,72	11,25	92,5
Rata -	0,09		68,06	0,169	9,097		0,25	10,73	103,
Rata	98	11,656	667	933	333	77,84		067	3667

#### 4. Prosedur Pengukuran Titik 4

Jenis probe yang akan digunakan pada titik ini adalah probe magnet. Berikut adalah tabel hasil pengukuran getaran pada titik 4:

Tabel 4.4 Data Sample Pengujian Titik 4

Time Domain									
Time (S)	Axial			Vertikal			Horizontal		
	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4	0,11	9,02	52,1	0,142	7,83	86	0,46	8,82	0,11

	7								7
8	0,8	9,44	51,3	0,108	8,4	71,7	0,75	9	0,8
12	0,10 5	8,19	57,3	0,112	7,59	69,8	0,46	10,11	0,10 5
16	0,07 3	8,67	62,8	0,134	6,94	77,2	0,89	9,02	0,07 3
20	0,08	8,33	65,6	0,157	7,82	78,5	0,51	9,68	0,08
24	0,08 1	9,04	49,9	0,18	7,98	108,6	0,7	9,07	0,08 1
28	0,08 1	8,9	56,9	0,092	6,19	90,6	0,68	8,95	0,08 1
32	0,08 1	9,68	54,7	0,048	7,4	105,5	0,53	8,37	0,08 1
36	0,11	9,17	61,6	0,148	7,55	84,5	0,67	8,4	0,11
40	0,07 3	9,37	50,5	0,117	7,89	84,1	0,77	9,73	0,07 3
44	0,09 2	9,65	78,4	0,126	7,44	122,6	0,48	9,65	0,09 2
48	0,08 5	9,9	67,1	0,139	7,72	119,9	0,72	8,65	0,08 5

52	0,09 5	9,55	62,6	0,168	7,45	72,9	0,46	9,63	0,09 5
56	0,10 5	8,86	70,3	0,21	8,23	78,8	0,8	9,09	0,10 5
60	0,08	9,4	67,2	0,252	7,7	52,7	0,8	10,07	0,08
Rata -	0,13	9,1446	60,55	0,142	7,608	86,89	0,645		0,13
Rata	72	67	333	2	667	333	333	9,216	72

#### 4.2.2 Pengambilan data getaran

Pada bagian ini juga dilakukan pengukuran getaran dimana pada bagian ini operator menyentuh bagian hopper untuk menahan hooper saat mesin beroperasi. Pada bagian ini dilakukan pengukuran sebanyak 4 titik di setiap sudut hopper, pengukuran dilakukan pada posisi vertikal dengan menggunakan alat ukur *vibration tester* dengan spesifikasi VM-6380.

Tabel 4.5 Data Sample Pengujian Titik 1 pada hopper

Titik 1			
Time Domain	Vertikal		
Time (Second)	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4	0,306	14,93	50,8
8	0,303	15,01	48,6
12	0,275	14,57	35,2

16	0,281	15,66	44,8
20	0,324	15,46	39,4
24	0,311	15,57	37,9
28	0,262	14,77	49,2
32	0,329	14,31	63,1
36	0,276	14,73	41,4
40	0,292	15,37	60,7
44	0,248	14,77	42,1
48	0,29	15,45	72,8
52	0,242	15,17	31,3
56	0,313	14,75	37,6
60	0,097	10,67	24,48
Rata Rata	0,2766	14,746	45,292

Tabel 4.6 Data Sample Pengujian Titik 2 pada hopper

Titik 2			
Time Domain	Vertikal		
Time (Second)	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4	0,263	13,29	23,2
8	0,203	11,05	29
12	0,343	11,95	62,5
16	0,214	11,31	22
20	0,26	12,71	23,9
24	0,224	11,25	28,3
28	0,226	12,91	32,2
32	0,245	12,07	27,2
36	0,254	12,75	36,6

40	0,238	11,33	23,5
44	0,254	13,25	23,3
48	0,227	12,73	26,1
52	1,107	13,98	56,5
56	0,242	12,75	32,9
60	0,173	11,27	35,3
Rata Rata	0,2982	12,30667	32,16667

Tabel 4.7 Data Sample Pengujian Titik 1 pada hopper

Titik 3			
Time Domain			
Time (Second)	Vertikal		
	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4	0,311	13,11	97,6
8	0,346	15,97	76,3
12	0,319	10,91	70,6
16	0,415	13,13	76,1
20	0,325	13,39	69,6
24	0,376	13,93	64,8
28	0,303	18,01	171,1
32	0,209	16,22	85,2
36	0,341	16,13	97
40	0,253	17,03	75,5
44	0,284	15,31	123
48	0,229	11,9	113,4
52	0,207	9,69	101,5
56	0,261	9,69	107,2
60	0,293	10,29	96,8
Rata Rata	0,298133	13,64733	93,73571

Tabel 4.8 Data Sample Pengujian Titik 4 pada hopper

Titik 4			
Time Domain			
Time (Second)	Vertikal		
	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4	0,263	11,87	59,8
8	0,167	9,21	51,5
12	0,122	8,65	47
16	0,168	8,49	47,9
20	0,211	8,19	41,9
24	0,218	10,44	33,7
28	0,169	9,47	46,6
32	0,221	10,09	49,1
36	0,151	8,45	35,9
40	0,212	7,79	32,7
44	0,243	10,29	43
48	0,184	8,3	28,3
52	0,172	9,27	60,7
56	0,164	8,02	66,3
60	0,162	11	48,6
Rata Rata	0,188467	9,302	46,2

Pada percobaan kedua dilakukan pengambilan data dengan menambahkan bantalan pada bagian sisi rangka yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi peredam getaran sehingga dapat memberikan dampak yang baik dalam pelaksanaan dan pengujian mesin yang sesuai dengan peraturan permenkes. Adapun berikut data yang telah di peroleh dengan menambahkan bantalan.

Tabel 4.9 Data Sample Pengujian Dengan Menggunakan Bantalan titik 1

Time Domain									
Time (S)	Axial			Vertikal			Horizontal		
	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4	0,20	17,35	86,6	0,13	9,79	59,3	0,26	14,73	59,4
8	0,18	18,33	95,8	0,16	9	40,7	0,21	14,79	80,4
12	0,18	15,97	73,3	0,25	8,94	85,2	0,24	13,07	87,7
16	0,27	14,05	61,3	0,28	9,88	63,7	0,26	13,89	44,4
20	0,17	14,77	87,7	0,26	11,65	87,2	0,2	14,93	74
24	0,29	15,03	98,6	0,3	11,25	66,6	0,24	14,49	81,9
28	0,21	17,29	84,1	0,56	11,92	61,9	0,26	14,14	53,3
32	0,19	16,91	98,1	0,24	11,43	43	0,2	13,11	76,9
36	0,25	17,73	80,9	0,3	11,31	69,6	0,28	17,97	61,2
40	0,29	12,85	68,5	0,35	9,69	50,9	0,16	15,77	67,2
44	0,22	16,05	77,7	0,39	10,89	61,6	0,23	15,71	61,9

48	0,29	14,25	62,6	0,26	10,47	63,3	0,17	17,79	33,9
52	0,22	14,11	82,8	0,23	10,73	54,5	0,23	16,31	38,8
56	0,31	14,89	81,3	0,23	11,92	55,6	0,22	11,57	64,8
60	0,18	13,19	82,8	0,37	10,91	67,9	0,23	12,12	43
Rata - Rata	0,23	15,518	81,47 3	0,287	10,65 2	62,06 6	0,226	14,69 2	63,1 71

Tabel 4.10 Data Sample Pengujian Dengan Menggunakan Bantalan titik 2

Time Domain									
Time (S)	Axial			Vertikal			Horizontal		
	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4	0,24	15,55	39,5	0,26	12,09	55,1	0,22	12,95	63,3
8	0,22	13,81	31,3	0,23	13,17	42,5	0,22	16,81	43,5
12	0,29	15,88	30,9	0,22	14,55	30,4	0,24	14,23	66,4
16	0,24	12,01	30,6	0,38	11,07	49,7	0,24	12,45	39,1
20	0,24	14,99	41,5	0,24	15,93	42,4	0,24	12,37	26,7
24	0,22	12,45	42,9	0,22	16,77	51,4	0,23	12,83	36,4

28	0,21	13,05	39,6	0,24	11,63	39	0,24	14,33	43,3
32	0,34	15,15	52,1	0,28	13,73	56,9	0,2	16,93	40,3
36	0,27	13,55	36,3	0,27	11,18	44,7	0,24	16,45	31,2
40	0,31	18,73	48,6	0,2	15,23	47,9	0,27	16,54	50,1
44	0,23	14,65	35,1	0,24	11,49	39,4	0,25	16,19	45
48	0,31	14,63	38,9	0,34	13,69	48,5	0,21	16,09	33,2
52	0,22	14,65	49,4	0,27	14,49	45	0,29	12,93	43,2
56	0,28	14,07	42,3	0,22	14,83	38,9	0,13	11,15	32,6
60	0,23	12,79	34,4	0,24	17,65	44,9	0,19	11,08	39,8
Rata - Rata	0,25 6	14,39 7	39,56	0,256	13,83 3	45,11 3	0,227	14,22 2	42,2 73

Tabel 4.11 Data Sample Pengujian Dengan Menggunakan Bantalan titik 3

Time Domain									
Time (S)	Axial			Vertikal			Horizontal		
	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4	0,35	17,47	78,8	0,19	15,55	10,55	0,23	19,99	52,7

8	0,32	17,19	67,8	0,21	15,49	83,3	0,34	17,23	92,2
12	0,37	17,83	69,9	0,18	11,63	95,8	0,33	15,31	71,7
16	0,53	17,69	80,5	0,24	11,69	91	0,33	15,39	62,9
20	0,41	18,95	80,5	0,2	17,29	93,3	0,35	15,41	98,9
24	0,33	18,08	80,9	0,24	13,24	88,4	0,33	17,41	68,4
28	0,36	19,03	61,5	0,22	13,65	156,8	0,37	16,95	85,4
32	0,36	20,05	65,7	0,3	13,24	149,4	0,31	16,61	54,8
36	0,36	18,09	72	0,27	17,97	10,4	0,33	16,85	60,3
40	0,39	18,35	60,5	0,17	14,81	97,6	0,32	18,17	30,4
44	0,37	17,72	48,4	0,25	14,29	128,5	0,32	17,14	64,9
48	0,43	17,57	68,2	0,19	15,08	70,3	0,32	16,23	64,4
52	0,45	17,59	58,5	0,24	15,41	85,4	0,31	20,79	110, 7
56	0,33	18,27	89,4	0,15	14,83	117,7	0,31	19,05	132, 9
60	0,34	17,95	69,9	0,26	15,71	103,2	0,33	16,56	87,8
Rata - Rata	0,38	18,12 2	10,22	0,220	14,65 8	92,11	0,322	17,27 2	75,8 93

Tabel 4.12 Data Sample Pengujian Dengan Menggunakan Bantalan titik 4

Time Domain									
Time (S)	Axial			Vertikal			Horizontal		
	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4	0,25	12,37	59,5	0,14	9,84	48,5	0,35	17,85	61,9
8	0,22	14,51	62,6	0,16	7,96	47,4	0,27	15,91	50,5
12	0,21	13,09	62,5	0,13	12,75	60,2	0,33	15,99	40,5
16	0,22	12,09	70,1	0,22	11	84,9	0,17	16,23	44,5
20	0,24	14,17	104,1	0,25	9,79	135,3	0,28	15,97	54,6
24	0,21	12,43	81,5	0,17	10,15	78,1	0,31	16,19	39
28	0,25	15,93	58,9	0,19	11,18	53,1	0,28	17,85	49,3
32	0,71	15,95	74,9	0,21	11,29	53,5	0,25	14,95	49,7
36	0,3	17,64	81,3	0,15	10,51	59	0,29	17,21	57,4
40	0,22	18,05	92,1	0,13	12,75	101,2	0,28	15,39	51,9
44	0,19	17,83	46,9	0,15	13,69	87,1	0,26	17,05	52,9
48	0,21	12,3	65,9	0,14	10,03	103,8	0,26	16,43	50,2
52	0,27	14,96	59	0,13	8,94	74,8	0,24	20,49	61

56	0,21	13,61	56	0,2	7,55	70,3	0,21	18,17	33,1
60	0,21	15,31	62,3	0,1	9,42	67,4	0,26	16,42	52,4
Rata -	0,26	14,68	10,22	0,165	10,45	74,97	0,269	16,80	49,9
Rata	1	2			6	3		6	26

Tabel 4.13 Data Sample Pengujian Titik 1 *pada hopper* menggunakan bantalan

Titik 1			
Time Domain			
Time (Second)	Vertikal		
	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4	0,55	25,91	55,4
8	0,58	24,11	39,7
12	0,48	24,71	35,9
16	0,86	23,88	46,6
20	0,71	23,08	44
24	0,57	20,84	36,2
28	0,63	23,01	48,3
32	0,62	21,12	33,3
36	0,65	22,43	38,6
40	0,42	20,33	37,7
44	0,56	19,25	39,1
48	0,57	20,75	37,1
52	0,63	23,01	28,3
56	0,49	21,25	31,6
60	0,54	23,53	31,6

Rata Rata	0,5G0	22,480	10,22
-----------	-------	--------	-------

Tabel 4.14 Data Sample Pengujian Titik 2 pada hopper menggunakan bantalan

Titik 2			
Time Domain	Vertikal		
Time (Second)	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4	0,27	13,53	39
8	0,3	13,49	28,4
12	0,33	13,75	35
16	0,26	12,97	38,9
20	0,23	13,75	41,8
24	0,21	13,23	42,7
28	0,22	13,99	33,3
32	0,22	13,99	33,3
36	0,21	12,17	40,6
40	0,19	12,43	33,5
44	0,34	12,84	34,9
48	0,28	12,65	26,9
52	0,22	12,69	37,5
56	0,18	12,33	45,7
60	0,22	11,23	38,1
Rata Rata	0,245	13,002	36,64

Tabel 4.15 Data Sample Pengujian Titik 3 pada hopper menggunakan bantalan

Titik 3			
Time Domain	Vertikal		
Time (Second)	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4	0,43	13,91	62,4
8	0,53	13,59	24,4
12	0,46	16,71	28,8
16	0,51	15,45	37,7
20	0,43	13,57	48,1
24	0,52	13,57	35,9
28	0,37	12,91	30,9
32	0,23	11,57	43,9
36	0,32	13,04	36,3
40	0,47	12,25	56,8
44	0,38	10,93	46,9
48	0,5	11,97	31,8
52	0,51	10,45	50,8
56	0,49	14,41	28,5
60	0,47	13,87	29,6
Rata Rata	0,441	13,213	39,52

Tabel 4.16 Data Sample Pengujian Titik 4 *pada hopper* menggunakan bantalan

Titik 4			
Time Domain	Vertikal		
Time (Second)	Dis (mm)	Vel (mm/s)	Acc (m/s <sup>2</sup> )
4	0,26	20,89	45,8
8	0,29	21,51	33,6
12	0,27	21,47	39,7
16	0,38	21,51	40,7
20	0,32	22,51	45,4
24	0,36	23,09	48,8
28	0,32	23,27	42,6
32	0,38	22,15	44
36	0,36	22,41	40
40	0,35	21,49	29,2
44	0,35	24,41	37,5
48	0,42	20,19	49,4
52	0,38	19,25	42
56	0,31	20,91	31,6
60	0,26	22,57	47,5
Rata Rata	0,334	21,842	41,186

### 4.3 Pengecekan Volt Ampere

Pada rangkaian rancang bangun ini diperlukannya indikator *volt ampere meter* untuk dapat menentukan daya yang di hasilkan pada saat mesin *running*



Gambar 4.5 Volt Ampere Indicator.

Pengecekan dilakukan menggunakan alat *volt ampere meter* untuk memastikan daya yang akan di gunakan dan daya yang ketikan pada saat beroperasi dan dapat memperhitungkan jumlah daya yang di gunakan pada saat produksi berlangsung.

### 4.4 Tujuan

Tujuan dengan di lakukannya Analisa pada pengaruh getaran terhadap pengguna atau operator adalah untuk meningkatkan kewaspadaan serta keselamatan dalam standar fabrikasi produksi dari *noise* yang di hasilkan oleh mesin yang dapat menurunkan tingkat kewaspadaan yang disebabkan oleh kebisingan getaran mesin. Memberikan evaluasi pada mesin produksi untuk selalu meningkatkan peredaman getaran pada mesin mesin yang di

bangun untuk selalu menjaga keselamatan pengguna nantinya serta dapat meningkatkan branding mesin yang di jual secara masal dengan minimnya getaran.

### **4.3 Analisa**

Dalam proses pengerjaan hingga proses pengambilan data uji sample yang mana menurut aturan dari PERMENKES No.70 Tahun 2016 tentang “Pengaruh Getaran Untuk Standar Persyaratan Lingkungan Kerja” sehingga dapat memberikan keamanan dan kenyamanan dalam penggunaan produk atau pun proses pengerjaan ada saat melakukan produksi nantinya menekankan dan meminimalisirkan adanya getaran atau *Fibration* berlebih yang dapat memberikan dampak buruk bagi pengguna dalam jangka Panjang. dalam Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang kesehatan, Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2012 tentang Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, dan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan. Standar dan persyaratan kesehatan lingkungan kerja industri sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri ini dilengkapi dengan pedoman penggunaan standar dan persyaratan sehingga dapat menjadi acuan bagi seluruh pengguna dalam rangka mengurangi kemungkinan kesalahan dalam penggunaan dan interpretasi standar dan persyaratan.

Pada saat proses pengujian sample, percobaan untuk mengukur getaran yang di peroleh, terjadi lonjakan frekuensi getaran pada saat pengujian ke dua dan ke tiga, hal ini di sebabkan pada saat pengujian pamarutan pertama yang meninggalkan sisa sisa hasil parutan yang terikut dilakukan secara berulang ulang dan menumpuk sehingga meningkatkan kerja motor yang memberikan efek terhadap getaran pada rangka. Kemudian factor pengaruh nya kenaikan frekuensi getaran dapat dipengaruhi oleh tegangan arus yang tidak stabil yang membuat kerja motor tidak optimal dan konsisten, hal penyebab tidak stabilnya arus listrik juga dapat dipengaruhi oleh factor banyak nya pemakai daya listrik di tempat yang sama, dimana akan berpengaruh pada kestabilan arus input ke mesin. Factor terakhir yang dapat mempengaruhi terjadinya getaran berlebihan ialah banyaknya jumlah mesin dengan jarak yang tidak optimal atau berdekatan sehingga pada saat mesin mesin tersebut beroperasi, masing masing mesin memberikan getaran kepada area lingkungan kerja melalu lantai area kerja dan memberikan suara kebisingan pada area kerja yang berakibat akan kelalaian pekerja oleh factor kebisingan tersebut. Pada saat melakukan pengambilan data sample ini, penulis melakukannya pada ruang TA yang difasilitasi oleh kampus sehingga banyak nya pekerja dan mesin mesin yang beroperasi pada saat penulis melakukan pengujian, dampak yang di rasakan ialah getaran pada area workshop dan *noise* yang memberikan atau berpengaruh pada

mesin dan operatir, sehingga penulis menyimpulkan terjadinya lonjakan atau ketidakstabilan frekuensi yang di peroleh ialah karena banyaknya mesin mesin yang beroperasi dan arus yang tidak stabil pada saat percobaan dikarenakan banyak nya mesin mesin yang beroperasi dan pekerjaan pekerjaan lainnya dalam satu lingkup yang kecil.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang diperoleh dari berbagai sumber, berawal dari melakukan studi kasus untuk memperoleh informasi terkait mesin yang akan di uji hingga referensi jurnal sebagai pedoman dalam perancangan ini adalah:

- 1) Untuk skala home industry, mesin ini optimal dalam melakukan pekerjaannya sesuai kebutuhan dan fungsi.
- 2) Getaran yang dihasilkan untuk jangka waktu pengerjaan masih dalam kategori aman.
- 3) Pada percobaan mesin ini keterbatasan dalam pengujian data untuk memperoleh titik yang dapat memberikan hasil yang optimal.

#### **5.2 Saran**

Penulis tentunya berharap adanya masukan untuk pengembangan yang terus dilakukan untuk hasil yang optimal, tentunya sebagai pembaca dapat memberikan masukan untuk menyempurnakan karya tulisan dan rancang bangun ini. Adapun beberapa saran dari penulis terkait rancang bangun ini adalah

1. Pada proses pengujian sebaiknya dilakukan pada area yang tidak berdekatan dengan mesin lainnya.

2. Pada kaki rangka sebaiknya dibeikan bantalan karet untuk meminimalisir getaran berlebihan data mesin beroperasi.
3. Pada pengujian mesin diharapkan dapat dikembangkan untuk menjadi skala produksi UMKM dan ataupun skala industri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aman, W. P., Darma, Roreng, M. K., & Sardi. (2019). Rancang dan Kinerja Teknis Mesin Parut Singkong Tipe Silinder Bertenaga Motor Bakar. *Science and Technology*, 60-61.
- Andriani, A. (2018). *Saya Indonesia, Negara Maritim Jati Diri Negaraku*.  
Sukabumi: CV Jejak.
- Endriatno, N. (2021). ANALISIS GETARAN AKIBAT MASSA YANG TIDAK SEIMBANG PADA MOTOR YANG BERPUTAR. *Ilmiah Teknik Mesin*, 59-61.
- Handoyo, W. T., Assadad, L., & Sedayu, B. B. (2020). Design and Performance Test of Fish Bone Chopping Machine. *Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 76-77.
- Huang, D., & Andreasen, K. (2005). Paten AS No. 6.868.369 . *Washington, DC: Kantor Paten dan Merek Dagang AS*, 3.
- Huwoyon, G. H., & Gustiano, R. (2013). Peningkatan produktivitas Budi daya ikan di Lahan Gambut. *Media Akuakultur*, 8, 1.
- INDONESIA, M. K. (2016). *PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 70 TAHUN 2016 TENTANG STANDAR DAN*

*PERSYARATAN KESEHATAN LINGKUNGAN  
KERJA INDUSTRI.* Jakarta: MENTERI  
KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA.

Iskandar Husin, , Martin Luther King, Hermanto Ali dan Ogik  
Krisna. (2021). PERANCANGAN MESIN MOLEN COR  
MINI DENGAN KAPASITAS

50 Kg. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 9(1), 1.

Kusmini, I., Sukadi, M., Gustiano, R., Prihadi, T., & Huwoyon,  
G. (2010). Peningkatan Produksi ikan potensial daerah di  
Jambi. *Seminar Hasil Riset Tahun 2010*, 13-22.

Lubis, F., Pane, R., Lubis, S., Siregar, M., & Kusuma, B. S. (2021).  
Analisa Kekuatan Bearing Pada Prototype Belt Conveyor.  
*MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 51.

Mananoma, F., Sutrisno, A., & Tangkuman, S. (2016).  
Perancangan Poros Transmisi Dengan Daya 100HP.  
*POROS TEKNIK MESIN UNSRAT*, 2-4.

Marlia Adriana, Anggun Angkasa B.P dan Masrianor. (2017).  
RANCANG BANGUN RANGKA (CHASIS) MOBIL  
LISTRIK. *Jurnal Elemen*, 4(1), 2.

*pengertian parutan kelapa manual.* (n.d.). Retrieved 1  
16,2022,from<https://www.bing.com/search?q=pengertian+parutan+kelapa+manual&qs=n&form=QBRE&sp=-1&pq=pengertian+parutan+kelapa+m&sc=027&sk=&cvid=>

A61D00ABD72E4104961A6215AA476E2D

Pramuditta, L., & Kunaefi, T. D. (2016). THE MACHINE VIBRATION EXPOSURE EFFECT TO FATIGUE AND HAND ARM VIBRATION SYNDROME (HAVS) ON WORKERS IN THE PRECAST CONCRETE

INDUSTRY (Case Study: PT SCG Pipe And Precast Indonesia). *Teknik Lingkungan*, 43-46.

Rusdi, Y., & Koesyanto, H. (2010). Hubungan Antara Getaran Mesin Produksi Dengan Carpal Tunnel Syndrom. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 90.

Rusianto, T. (2021). *Getaran Mekanis*. Jakarta: AKPRIND PRESS.

Sari, L. H. (2009). Perbedaan Kelelahan Kerja Pada Operator Antara Shift Pagi Dan Shift Malam Di SPBU 14203163 Tanjung Morawa. *Skripsi*, 40.

Sembiring, R. A. (2019). ANALISA PENGARUH PUTARAN MESIN UNTUK TURBIN PELTON TERHADAP KARATERISTIK GETARAN

BERDASARKAN TIME DOMAIN. *Universitas HKBP Nommensen*, 11- 13.

Sularso, I., & Kiyokatsu, S. (2004). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Malang: Pradnya Paramita.

Sularso, kiyokatsusuga. (2004). *Dasar Perancangan Dan Pemilihan Elemen Mesin*.

Jakarta: PT.Pradnya Paramita.

SYAHPUTRA, M. (2020). *MESIN PEMARUT KELAPA*.

T, C., & A, S. (2014). Vibration on Board Ships. *Textbook of Maritime Medicine*, 19.2.

Yudha, H. M. (2020). *Buku Ajar Penggunaan Motor Listrik*. Palembang: Pantera Publishing.

# Lampiran

