

**ANALISIS PENGGUNAAN SENSOR ACCELEROMETER
ADXL335 UNTUK PENGUKURAN SINYAL GETARAN
GEARBOX**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh:

Nama : Alif Daffa Fauzan H

No. Mahasiswa : 18525119

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis ilmiah yang saya buat merupakan karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari karya tulis yang dibuat oleh orang lain. Semua referensi dan kutipan yang saya tulis pada karya tulis ini saya cantumkan sitasi dari sumber pustakanya. Apabila dikemudian hari saya dianggap melakukan pelanggaran hak kekayaan intelektual dan yang saya tulis pada karya ilmiah ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi dan hukuman yang berlaku.

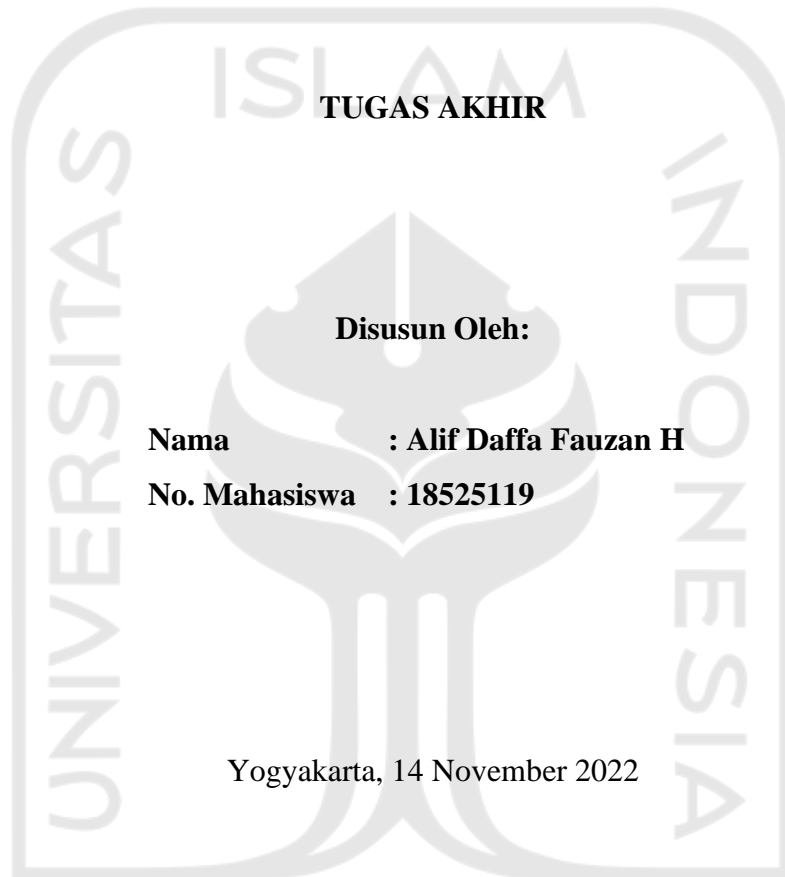
Yogyakarta, 30 November 2022

A 10,000 Indonesian Rupiah banknote is shown, partially obscured by a large, dark, handwritten signature. The banknote features the Garuda Pancasila emblem and the text 'SEPULUH RIBU RUPIAH', '10000', and 'MASERAD TEAM'. The serial number 'KX890499632' is visible at the bottom of the note.

Alif Daffa Fauzan H
18525119

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**ANALISIS PENGGUNAAN SENSOR ACCELEROMETER
ADXL335 UNTUK PENGUKURAN SINYAL GETARAN
GEARBOX**



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Alif Daffa Fauzan H

No. Mahasiswa : 18525119

Yogyakarta, 14 November 2022

الجمعة الإسلامية الأندلسية

Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Paryana Puspaputra', is written over a horizontal line.

Dr. Ir. Paryana Puspaputra. M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Analisis Penggunaan Sensor *Accelerometer* ADXL335 Untuk Pengukuran Sinyal Getaran *Gearbox*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Alif Daffa Fauzan H

No. Mahasiswa : 18525119

Tim Penguji

Dr. Ir. Paryana Puspaputra. M.Eng.

Ketua



Tanggal : 28/11/2022

Arif Budi Wicaksono, S.T., M.Eng.

Anggota I



Tanggal : 28/11/2022

Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP

Anggota II



Tanggal : 28/11/2022

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa Allah SWT yang telah melimpahkan rezeki dan rahmat-Nya, serta panjatan doa dan dukungan yang selalu diberikan oleh orang-orang tercinta, hingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh sebab itu penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

Mama yang selalu senantiasa memberikan dukungan baik moral maupun materill dan serta doa yang selalu dipanjatkan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Bapak Dr. Ir. Paryana Puspaputra. M.Eng. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak sekali ilmu terhadap penulis baik ilmu yang berhubungan dengan studi Teknik Mesin maupun ilmu kehidupan yang sangat bermanfaat bagi penulis

Rekan-Rekan penulis yang selalu memberikan semangat untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang yang sesuai dengan topik penulis.

HALAMAN MOTTO

“Pengetahuan yang baik adalah yang memberikan manfaat, bukan hanya diingat.”

(Imam Syafi’i)

“Pendidikan bukan tentang mengenai mengisi wadah yang kosong, *tapi* pendidikan merupakan proses untuk menyalakan api pikiran.”

(B. Yeats)

Tidak ada satu pun perjuangan yang tidak melelahkan. *“Dan berikanlah berita gembira kepada orang-orang yang sabar, yaitu yang ketika ditimpa musibah mereka mengucapkan: sungguh kita semua ini milik Allah dan sungguh kepadaNya lah kita kembali”*.

(QS Al-Baqarah: 155-156)

Pantang dalam menyerah, pantang dalam berpatah arang. Tidak ada kata gagal untuk orang yang enggan berhasil. *“Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah melainkan orang-orang yang kafur”*.

(QS Yusuf: 87)



KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH



Alhamdulillah rabbil 'alamin segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Penggunaan Sensor *Accelerometer* ADXL335 Untuk Pengukuran Sinyal Getaran *Gearbox*” dengan lancar dan tepat waktu. Shalawat serta salam tidak lupa penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah merubah zaman gelap gulita menjadi zaman yang terang benderang bagi seluruh umat manusia.

Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Dalam proses pengerjaan tugas akhir ini tentunya penulis cukup banyak mendapatkan doa serta dukungan yang diberikan terus-menerus kepada penulis untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, hingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Maka sebab itu penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Yang telah memberikan kesehatan keselamatan dan kekuatan dalam menyelesaikan Tugas Akhir
2. Mama yang selalu memberikan dukungan serta doa kepada penulis, sehingga penulis dapat menjalankan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
3. Bapak Dr. Muhammad Khafidh S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Dr.Ir. Paryana Puspaputra, M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak bantuan dan saran serta ilmu yang sangat bermanfaat bagi penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir.
5. Anas Saputra selaku rekan kerja selama melakukan penelitian ini dari awal hingga akhir bersama-sama.

6. Rekan-rekan ruangan 1.09 yang selalu bekerja sama saling membantu untuk menyelesaikan tugas akhir ini bersama-sama sesuai dengan judul masing-masing. Serta rekan-rekan jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia yang senantiasa memberikan dukungan.
7. Semua pihak yang penulis tidak dapat menyebutkan satu per satu yang telah mendoakan penulis membantu penulis memberikan semangat kepada penulis.

Semoga segala bantuan yang diberikan kepada penulis selama penulis menyelesaikan Studi Teknik Mesin ini mendapatkan balasan yang jauh lebih besar dari Allah SWT dan selalu diberikan kesehatan serta rezeki yang melimpah dan dipermudah segala urusannya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak terdapat kesalahan sehingga jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk mencapai hasil yang lebih baik dalam penelitian berikutnya. Penulis juga berharap semoga laporan ini dapat berguna bagi semua yang membacanya.

Yogyakarta, 6 November 2022



(Alif Daffa Fauzan Hidayatullah)

ABSTRAK

Perawatan prediktif adalah sebuah strategi perawatan yang pada pelaksanaannya berdasarkan hasil dari pemantauan kondisi mesin secara berkala atau bisa disebut monitoring kondisi mesin. Dalam memonitoring kondisi mesin tentunya harus memantau secara langsung bahkan pada saat mesin tersebut digunakan. Cara yang dapat dilakukan salah satunya adalah dengan melakukan monitoring terkait sinyal getaran yang dihasilkan mesin tersebut. Dalam proses pemantauan sinyal getaran tentunya dibutuhkan alat pengukur yang dapat membaca terjadinya suatu getaran. Salah satu sensor yang dapat membaca suatu getaran adalah sensor *accelerometer*. Dari hal tersebut maka dipilihlah sensor *accelerometer* ADXL335, sensor tersebut merupakan sensor yang mudah didapatkan dan dengan harga yang sangat terjangkau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor tersebut dapat membaca suatu getaran yang terjadi pada *gearbox*. Sehingga dapat diketahui terkait peluang penggunaan sensor ADXL335 dalam membaca suatu sinyal getaran, dengan dapat digunakannya sensor ADXL335 dalam membaca suatu sinyal getaran maka kita tidak perlu membeli alat pembaca sinyal getaran dengan harga yang cukup mahal.

Kata kunci: adxl335, perawatan prediktif, *gearbox*, sinyal getaran

ABSTRACT

Predictive maintenance is a maintenance strategy of implementation based on the results of regular machine condition monitoring or it can be called machine condition monitoring. During monitoring the condition of the machine, it must be monitored directly even when the machine is used. The only way to do is monitoring the result of the vibration signal. The process of monitoring the vibration signal needed a kind of measurement with the specification be able to read any vibration. One of sensor can read the vibration is accelerometer sensor. Accordingly, the explanation above accelerometer ADXL335's sensor is a sensor that easily available with affordable price. This research aims to determine whether the sensor be able to read a vibration occurred in the gearbox. With the result of utilization chance of ADXL335 Sensor in reading some signal vibrations, with the usability of ADXL335 Sensor in reading signal vibration we don't need to buy a vibration signal reader with a fairly expensive price.

Keywords: adxl335 sensor, predictive maintenance, gearbox, vibration signal

DAFTAR ISI

Pernyataan Keaslian.....	Error! Bookmark not defined.
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	Error! Bookmark not defined.
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto	vi
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih	vii
Abstrak	ix
<i>Abstract</i>	x
Daftar Isi	xi
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Gambar	xiv
Daftar Notasi.....	xvi
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan	2
1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
Bab 2 Tinjauan Pustaka	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	5
2.2.1 Getaran.....	5
2.2.2 Frekuensi Natural	7
2.2.3 Frekuensi Harmonik	7
2.2.4 <i>Accelerometer</i>	8
2.2.5 <i>Fast Fourier Transform</i> (FFT)	9
2.2.6 <i>Alignment</i>	10
2.2.7 Kriteria Kemunculan Sinyal Getaran	13

2.2.8	Osiloskop.....	14
Bab 3	Metode Penelitian	16
3.1	Alur Penelitian	16
3.2	Perancangan	17
3.2.1	Identifikasi masalah.....	17
3.2.2	Kriteria Desain.....	17
3.2.3	Design 3 Dimensi Sumber Getaran	18
3.3	Peralatan dan Bahan.....	19
Bab 4	Pengujian, Hasil dan Pembahasan.....	24
4.1	Hasil Perancangan.....	24
4.1.1	Proses Manufaktur.....	24
4.1.2	Hasil Proses Manufaktur	25
4.1.3	Proses <i>Alignment</i>	25
4.1.4	Validasi sensor.....	31
4.1.5	Pengeliminasian <i>Noise</i>	34
4.1.6	Penempatan Sensor ADXL335 Pada <i>Gearbox</i>	35
4.1.7	Pengambilan Data.....	35
4.2	Hasil Pengambilan Data.....	36
4.3	Analisis dan Pembahasan.....	40
Bab 5	Penutup.....	42
5.1	Kesimpulan	42
5.2	Saran atau Penelitian Selanjutnya.....	42
Daftar Pustaka	43

DAFTAR TABEL

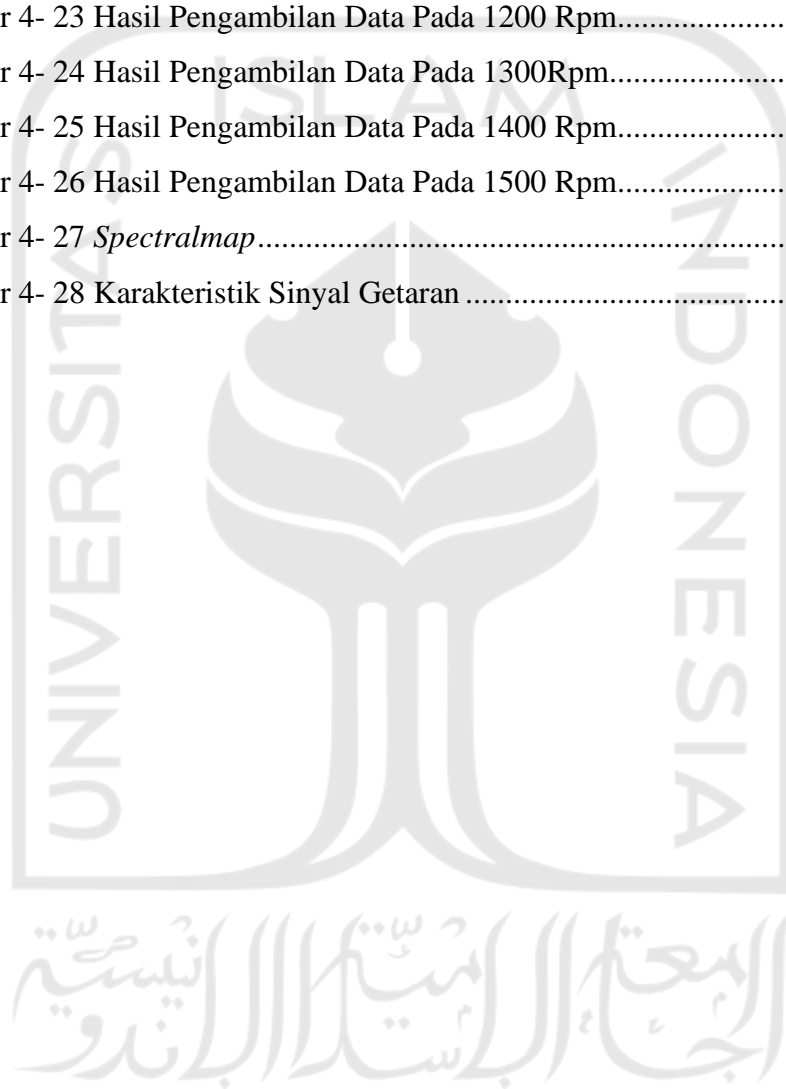
Tabel 3- 1 Kriteria Desain	17
Tabel 3- 2 Kriteria Penangkap Getaran	18
Tabel 3- 3 Bahan.....	20
Tabel 3- 4 Peralatan.....	22



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2- 1 Getaran	5
Gambar 2- 2 Karakteristik Getaran	6
Gambar 2- 3 Gelombang Harmonik	8
Gambar 2- 4 <i>Accelerometer ADXL335 Triple axis</i>	9
Gambar 2- 5 <i>Time Domain & Frequency Domain</i>	10
Gambar 2- 6 <i>alignment</i>	11
Gambar 2- 7 <i>Pararel misalignment</i>	11
Gambar 2- 8 <i>Angular Misalignment</i>	12
Gambar 2- 9 <i>Combination Misalignment</i>	12
Gambar 2- 10 <i>Alignment Metode Laser</i>	13
Gambar 2- 11 Diagnosa Permasalahan.....	13
Gambar 2- 12 Osiloskop.....	15
Gambar 3- 1 Desain Sumber Getaran.....	19
Gambar 3- 2 Bahan- Bahan yang digunakan.....	19
Gambar 4- 1 Proses Manufaktur.....	24
Gambar 4- 2 Hasil Akhir Beda Uji.....	25
Gambar 4- 3 Proses <i>Alignment</i>	26
Gambar 4- 4 Pengaturan jarak pada aplikasi <i>Shaft alignment</i>	26
Gambar 4- 5 Foto mesin dan pengaturan toleransi.....	27
Gambar 4- 6 Pengaturan Sensor	27
Gambar 4- 7 Pengukuran Posisi Pertama	28
Gambar 4- 8 Pengukuran Posisi Kedua.....	28
Gambar 4- 9 Pengukuran Posisi Ketiga.....	29
Gambar 4- 10 Hasil Pengukuran	29
Gambar 4- 11 Perintah Penambahan Tinggi.....	30
Gambar 4- 12 Perintah Geser	30
Gambar 4- 13 Laporan Hasil Pengukuran	31
Gambar 4- 14 Benda <i>Unbalance</i>	32
Gambar 4- 15 Peletakan Sensor Pada Mesin CNC.....	32
Gambar 4- 16 Rangkaian dan Hasil pembacaan sensor	33

Gambar 4- 17 Hasil pembacaan sensor	33
Gambar 4- 18 Hasil Setelah Pengeliminasian <i>Noise</i>	34
Gambar 4- 19 Penempatan Sensor.....	35
Gambar 4- 20 Proses Pengambilan data	36
Gambar 4- 21 Hasil Pengambilan Data Pada 1000 Rpm.....	36
Gambar 4- 22 Hasil Pengambilan Data Pada 1100 Rpm.....	37
Gambar 4- 23 Hasil Pengambilan Data Pada 1200 Rpm.....	37
Gambar 4- 24 Hasil Pengambilan Data Pada 1300Rpm.....	38
Gambar 4- 25 Hasil Pengambilan Data Pada 1400 Rpm.....	38
Gambar 4- 26 Hasil Pengambilan Data Pada 1500 Rpm.....	39
Gambar 4- 27 <i>Spectralmap</i>	40
Gambar 4- 28 Karakteristik Sinyal Getaran	41



DAFTAR NOTASI

- CPM = *Cycle Per Minute*
CPS = *Cycle Per Second*
RMS = *Root-means-square*
FFT = *Fast Fourier Transform*
CNC = *Computer Numerical Control*



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dan industri pada saat ini berkembang sangat cepat, banyak sekali peralatan-peralatan di dunia industri yang sudah sangat canggih, dengan meningkatnya kualitas peralatan yang ada maka diperlukan pula proses *maintenance* yang terjadwal dan tepat penanganannya. Oleh karena itu diperlukan metode pemantauan yang efisien dan dapat mendeteksi kerusakan dengan keakuratan tinggi yaitu dengan metode perawatan prediktif.

Perawatan prediktif (*Predictive maintenance*) adalah strategi perawatan yang pelaksanaannya berdasarkan kondisi mesin itu sendiri. Perawatan prediktif disebut juga perawatan berdasarkan kondisi (*condition based maintenance*) atau juga disebut monitoring kondisi mesin (*machinery condition monitoring*), yang artinya sebagai penentuan kondisi mesin dengan cara memeriksa mesin secara rutin, sehingga dapat diketahui keandalan mesin serta keselamatan kerja terjamin. (Sugiarto, 2017)

Dalam perawatan prediktif ini salah satu kegiatan yang dilakukan adalah dengan memantau mesin yang bekerja melalui sinyal getaran yang dihasilkan mesin tersebut. Dari hasil pantauan sinyal getaran yang dihasilkan oleh mesin tersebut nantinya akan dilakukan analisis supaya dapat diketahui bagian-bagian mana saja yang mengalami kerusakan atau bisa juga untuk melakukan perencanaan perbaikan berdasarkan hasil dari analisis sinyal getaran tersebut.

Dalam membaca sebuah sinyal getaran tentunya diperlukan alat pengukur getaran, sehingga kita dapat melihat apa yang terjadi pada sebuah komponen mesin. Alat pengukur getaran ini adalah mata yang kita gunakan untuk melihat getaran itu sendiri. Banyak sekali alat-alat pengukur getaran yang digunakan pada saat ini. Namun pada intinya alat-alat tersebut menggunakan sensor-sensor yang dapat membaca getaran salah satunya adalah sensor *accelerometer*.

Salah satu sensor *accelerometer* adalah ADXL335 oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor ADXL335 dapat

membaca sebuah sinyal getaran. Sehingga dapat diketahui terkait peluang penggunaan sensor ADXL335 dalam membaca sebuah sinyal getaran. Apabila sensor ADXL335 dapat membaca suatu sinyal getaran maka dalam melakukan pemantauan sinyal getaran tidak harus membeli peralatan pembaca getaran dengan harga yang cukup mahal.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka perlu dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara membaca sinyal getaran menggunakan sensor *accelerometer*?
2. Bagaimana cara mengetahui bahwa sensor ADXL335 yang digunakan dapat membaca sinyal getaran dari sebuah *gearbox*?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menentukan arah penelitian, maka diberikan batasan masalah sebagai berikut:

1. Sumber getaran yang digunakan berupa sebuah *gearbox*
2. Penelitian ini berfokus pada hasil pembacaan sensor *accelerometer* ADXL335
3. Tidak menganalisis sinyal getaran roda gigi secara detail
4. Pengamatan sinyal getaran menggunakan osiloskop

1.4 Tujuan Penelitian atau Perancangan

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Membaca sinyal getaran dengan menggunakan sensor *accelerometer* ADXL335
2. Mengetahui dan memastikan bahwa sensor *accelerometer* ADXL335 dapat membaca sinyal getaran pada sebuah *gearbox*

1.5 Manfaat Penelitian atau Perancangan

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan informasi terkait penggunaan sensor ADXL335 dalam pembacaan sinyal getaran
2. Mengetahui karakteristik dari sinyal getaran
3. Mengetahui bahwa sensor ADXL335 dapat membaca suatu getaran
4. Melihat peluang penggunaan sensor ADXL335 dalam pembacaan getaran

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Laporan Tugas Akhir ini diuraikan dalam lima bab yang berurutan agar pembahasannya mudah dipahami. Bab 1 berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat penelitian dan perancangan yang dilakukan, serta sistematika penulisan laporan akhir. Bab 2 berisi kajian pustaka dan teori-teori yang melandasi dan berhubungan dengan penelitian dan perancangan yang dilakukan. Bab 3 berisi alur penelitian dan perancangan, alat dan bahan yang digunakan serta tahapan-tahapan proses kerja. Bab 4 membahas mengenai hasil-hasil yang sudah diperoleh dari perancangan dan pembahasan dari hasil-hasil tersebut. Kesimpulan hasil penelitian dan perancangan serta saran untuk penelitian selanjutnya dijelaskan pada Bab 5.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Getaran adalah suatu gerak bolak-balik di sekitar titik kesetimbangan. Kesetimbangan disini maksudnya adalah keadaan dimana suatu benda berada pada posisi diam jika tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut. Getaran merupakan fenomena yang umum terjadi pada struktur mesin. Setiap struktur mesin yang memiliki massa dan kekakuan merupakan sistem getaran. Kebanyakan mesin dan struktur rekayasa mengalami getaran sampai derajat tertentu dan rancangannya biasanya memerlukan pertimbangan sifat osilasinya. (Taufik et al., 2016)

(Benny Kresno Sunarko, 2010) Dalam penelitiannya yang berjudul “Analisa Getaran Pada Mesin Sepeda Motor Berbasis Labview” menyatakan Pemanfaatan sinyal yang dihasilkan akibat getaran mesin dengan menggunakan analisa FFT (*Fast Fourier Transform*) dapat mendeteksi kerusakan yang terjadi. Perangkat analisis getaran memerlukan beberapa alat antara lain seperti sensor /transduser dan sistem unit kendali (alat), sedangkan teknik analisa untuk menemukan masalah kerusakan pada mesin antara lain dengan menggunakan Analisa Spektrum, Analisa Orbit, Analisa Fase, dan lain-lain.

Analisa Spektrum menghasilkan bentuk spektrum frekuensi yang unik, ini merupakan teknik yang umum digunakan karena bentuk spektrum frekuensi yang unik dapat mengidentifikasi kerusakan pada mesin. Pemilihan sensor dan pemasangannya juga merupakan faktor terpenting dalam analisa getaran pada mesin. Sinyal yang dihasilkan oleh sensor adalah sinyal analog dengan perubahan yang sangat cepat, oleh karena itu diperlukan suatu alat ukur yang mempunyai waktu pengolahan data yang relatif cepat dan mempunyai fleksibilitas dalam pengolahan data.

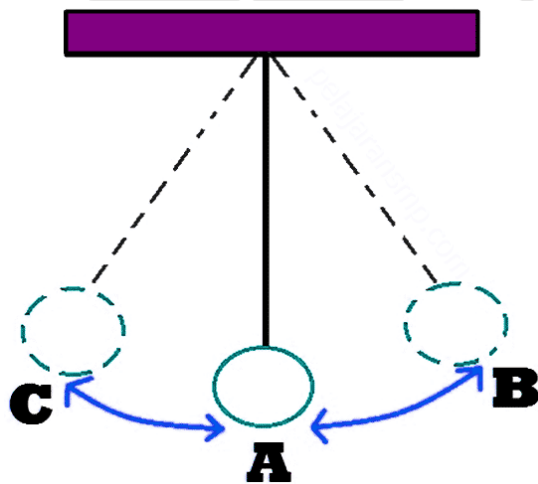
Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya tentang deteksi kerusakan roda gigi pada *gearbox* menggunakan sinyal getaran, kerusakan roda gigi dapat dideteksi melalui analisa domain waktu dan analisa domain frekuensi,

deteksi tersebut dilakukan dengan melihat fenomena lonjakan bentuk domain waktu, sedangkan untuk dalam domain frekuensi nilai dari *gearmesh* merupakan parameter untuk menganalisa domain frekuensi. (Handoko Bagus, 2013)

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Getaran

Gerakan teratur suatu benda bolak-balik dari posisi diam atau seimbang merupakan getaran. Getaran juga sering kali diartikan gerakan osilasi terhadap suatu titik yang disebabkan oleh getaran yang berada di udara ataupun getaran yang bersifat mekanis yang berasal dari berbagai mesin mekanis yang sedang beroperasi baik secara rotasi atau translasi. (Supriadi Adisty, 2014)



Gambar 2- 1Getaran

Sumber (Pendidikan.co.id)

Adapun parameter-parameter pengukur dari getaran. Diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Amplitudo

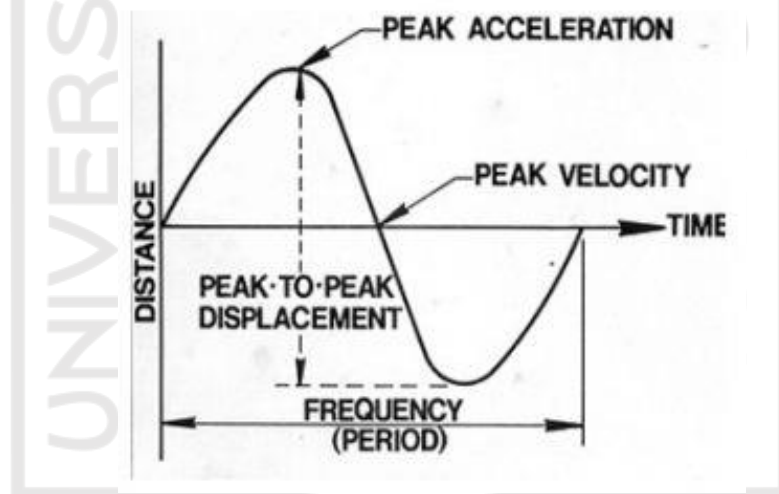
Amplitudo diartikan sebagai jarak atau simpangan terjauh dari titik keseimbangan dalam sinusoidal. Amplitudo adalah nilai besar sinyal vibrasi yang dihasilkan dari pengukuran vibrasi yang menunjukkan besar gangguan atau vibrasi yang terjadi. Makin besar amplitudo maka makin besar getaran atau gangguan pada suatu benda.

2. Frekuensi

Frekuensi merupakan banyaknya jumlah getaran gelombang dalam suatu putaran waktu. Frekuensi dari pengukuran vibrasi dapat mengartikan jenis gangguan yang terjadi. Frekuensi juga biasanya ditunjukkan dalam satuan *Hertz* (Hz). Frekuensi dari getaran biasanya dinyatakan sebagai jumlah siklus getaran yang terjadi tiap menit (CPM = *Cycle per minute*).

3. Fase Vibrasi

Phase ialah gambaran akhir dari karakteristik suatu getaran atau vibrasi pada suatu benda atau mesin yang sedang bekerja. Atau merupakan perubahan posisi dari bagian-bagian yang bergetar secara relatif untuk menentukan titik referensi atau titik awal pada bagian lain yang bergetar.



Gambar 2- 2 Karakteristik Getaran

Selain parameter-parameter pengukuran dari getaran ada pula satuan satuan dari pengukuran getaran itu sendiri antara lain sebagai berikut:

1. *Peak-to-peak*

Merupakan harga amplitudo dari gelombang sinusoida mulai dari batas atas hingga batas bawah. Pengukuran *displacement* suatu getaran biasanya menggunakan harga *peak-to-peak* dengan satuan *mils* atau *mikron*.

2. RMS (*root-means-square*)

Merupakan harga yang sering digunakan untuk mengklasifikasikan keparahan getaran dari suatu mesin. Harga RMS ini mengukur harga energi efektif yang dipakai untuk menghasilkan getaran pada suatu mesin. Untuk gerak sinusoidal harga RMS adalah $0.707 \times \text{peak}$. Sedangkan harga *average* dari suatu gelombang sinusoidal adalah $0,637 \times \text{harga peak}$.

2.2.2 Frekuensi Natural

Frekuensi Natural (*Natural frequency*) adalah sebuah istilah fisika dalam ilmu mekanika. Peristiwa resonansi merupakan fenomena yang berkaitan erat dengan frekuensi natural yaitu ikut bergetarnya sebuah benda karena getaran benda lain yang berada disekitarnya. Frekuensi natural adalah frekuensi dimana sistem berosilasi ketika sistem itu terganggu. (Kristanto, 2016)

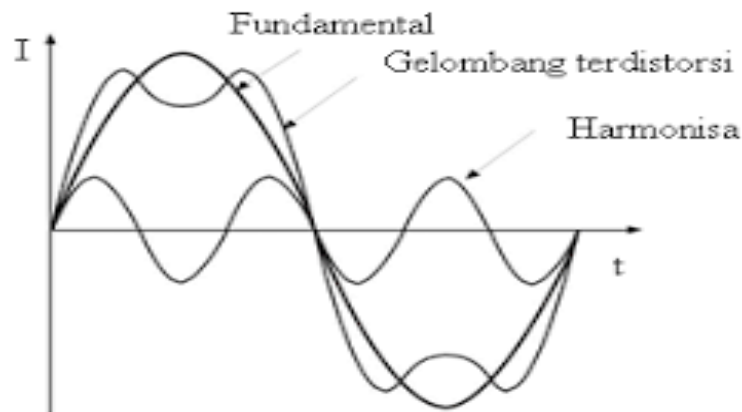
Frekuensi pribadi dipengaruhi oleh massa dan kekakuan. Kekakuan sendiri adalah sifat dari suatu material. Pegas memiliki konstanta pegas k , sedangkan material memiliki modulus elastisitas yang merupakan suatu perbandingan tegangan regangan.

Frekuensi pada saat suatu sistem akan mengalami bergetar ketika mengalami getaran bebas dapat didefinisikan sebagai frekuensi natural. Pada waktu frekuensi yang bekerja pada sebuah mesin mendekati frekuensi natural pondasinya maka amplitudo cenderung akan menjadi besar. Sistem dikatakan berada dalam keadaan resonansi ketika dua frekuensi tersebut menjadi sama. Pada resonansi ditemukan bahwa sebagai tambahan pada amplitudo yang berlebihan/ lebih besar terjadi juga hasil yang besar.

2.2.3 Frekuensi Harmonik

Sebuah distorsi periodik dari suatu gelombang sinus tegangan, arus dan daya dengan bentuk gelombang yang frekuensinya muncul atau pada kelipatan di luar bilangan satu terhadap frekuensi utamanya. Munculnya frekuensi harmonik terjadi ketika beban yang tidak seimbang sehingga menghasilkan arus *non* linier dan tegangan fundamental berada pada gelombang frekuensi *non*-sinusoidal,

sehingga hal tersebut dapat membuat cacatnya gelombang. (Sukarman & Almanda, 2015)



Gambar 2- 3 Gelombang Harmonik

2.2.4 Accelerometer

Accelerometer adalah sebuah transduser yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran ataupun untuk mengukur percepatan gravitasi bumi. *Accelerometer* juga dapat digunakan untuk mengukur getaran yang terjadi pada kendaraan, bangunan, mesin, dan juga bisa digunakan untuk mengukur getaran yang terjadi di dalam bumi, getaran mesin, jarak yang dinamis, dan kecepatan dengan ataupun tanpa pengaruh gravitasi bumi.

Bertambahnya suatu kecepatan dalam suatu rentang waktu disebut percepatan (acceleration). Jika kecepatan semakin berkurang daripada kecepatan sebelumnya, disebut *deceleration*. Percepatan juga bergantung pada arah atau orientasi karena merupakan penurunan kecepatan yang merupakan besaran vektor. Berubahnya arah pergerakan suatu benda akan menimbulkan percepatan pula. (Athallaharizq Muhammad Abiyu, 2019)

2.2.4.1 Prinsip Kerja Accelerometer

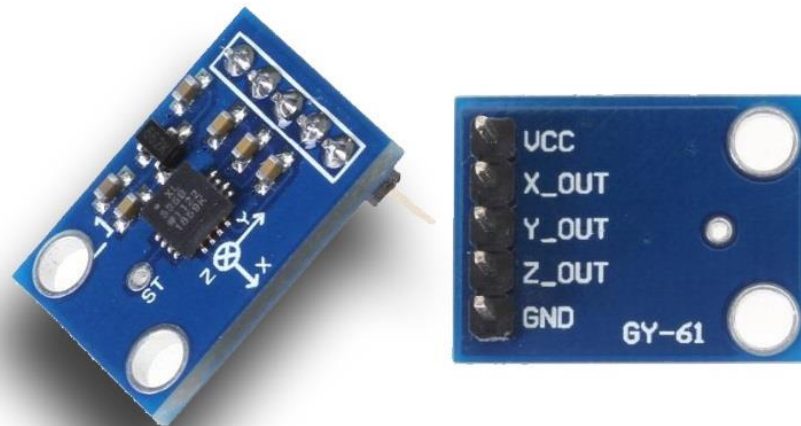
Accelerometer memiliki cara kerja seperti sebuah per dengan benda yang memiliki massa dimana benda tersebut diletakkan pada sistem mekanika acuan. Sehingga prinsip kerja *accelerometer* yaitu gerakan benda bermassa pada *accelerometer* yang diakibatkan adanya gaya. Sesuai dengan hukum Newton dua.

$$F = m \cdot a$$

Keterangan:

F = Gaya
m = massa
a = percepatan

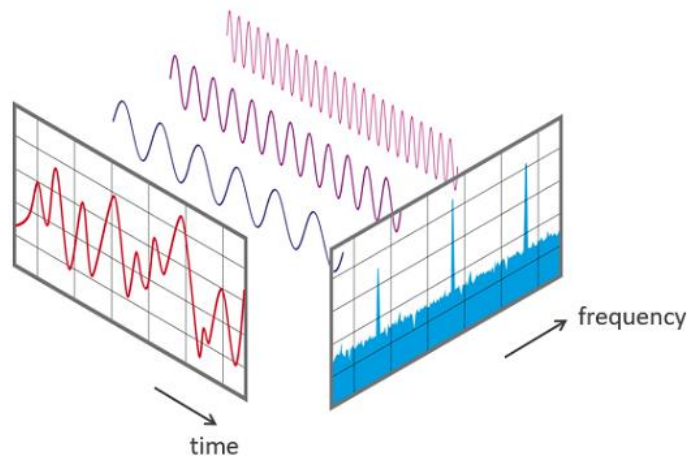
Percepatan yang dihasilkan oleh sensor *accelerometer* akan mengakibatkan perubahan kapasitansi, dari perubahan inilah yang menjadikan sebuah hasil pengukuran. Yang selanjutnya akan mengakibatkan perubahan tegangan output, sehingga tegangan inilah yang membaca percepatan yang dipengaruhi oleh gravitasi. (Supriadi Adistyia, 2014)



Gambar 2- 4 Accelerometer ADXL335 Triple axis

2.2.5 Fast Fourier Transform (FFT)

Fast Fourier Transform adalah salah satu bentuk metode analisis yang digunakan dalam menganalisis suatu sinyal yang merubah fungsi domain waktu menjadi domain frekuensi. Jumlah gelombang dalam satu detik yang terjadi merupakan pengertian frekuensi secara umum. Sehingga waktu yang satuannya (*Second*) akan menjadi Hertz (1/second) untuk frekuensi. Sinyal yang diperhatikan pada analisis dengan FFT ini meliputi sinyal dengan komponen sinusoida. FFT ini juga akan menghasilkan sinyal dengan bentuk domain frekuensi. (Supriadi Adistyia, 2014)



Gambar 2- 5 *Time Domain & Frequency Domain*

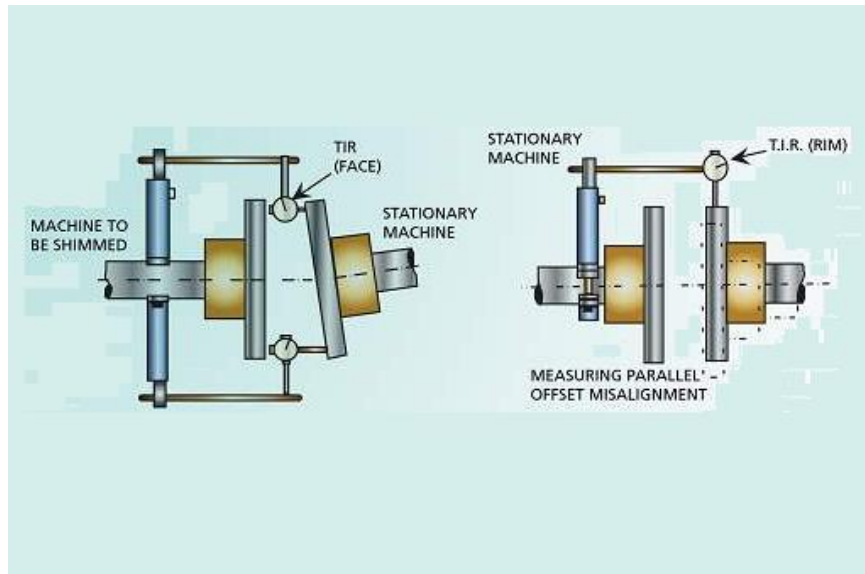
Perubahan domain waktu menjadi domain frekuensi adalah suatu hal yang ada pada FFT. Sehingga sinyal yang telah dirubah menjadi domain frekuensi dapat dianalisa dengan memperhatikan frekuensi yang didapatkan. Pada gambar 2.5 terlihat jelas sinyal yang berwarna merah merupakan sebuah sinyal dengan domain waktu sehingga pada posisi vertikal adalah amplitudo dan pada posisi horizontalnya adalah waktu sedangkan pada sinyal berwarna biru merupakan sebuah sinyal dengan domain frekuensi sehingga pada posisi vertikal merupakan amplitudo dan pada posisi horizontalnya adalah frekuensi.(Eddy Noor et al., 2007).

2.2.6 *Alignment*

Proses *alignment* adalah suatu pekerjaan yang meluruskan/mensejajarkan dua sumbu poros hingga sesumbu (antara poros penggerak dengan sumbu poros yang digerakkan). Setiap poros yang berputar cenderung akan berputar pada garis sumbu masing-masing. Bila dua sumbu poros atau lebih, yang dihubungkan menjadi satu, maka mereka akan berputar pada garis sumbu masing-masing sebagai garis sumbu putarnya. (Pargaulan & Suryono Ahmad Fauzan, 2021)

Alignment sangat penting dilakukan karena apabila *alignment* tidak dilakukan atau dilakukan dengan kurang benar dapat mengakibatkan kerusakan-kerusakan pada komponen mesin. Awal penyebab terjadinya kerusakan tersebut adalah dari kondisi poros penggerak dengan poros yang digerakkan tidak sejajar. Sehingga mengakibatkan bearing pada poros mendapatkan beban berlebih karena

putaran yang tidak seimbang. Hal tersebut juga akan menimbulkan getaran dan akan mengganggu kinerja mesin.

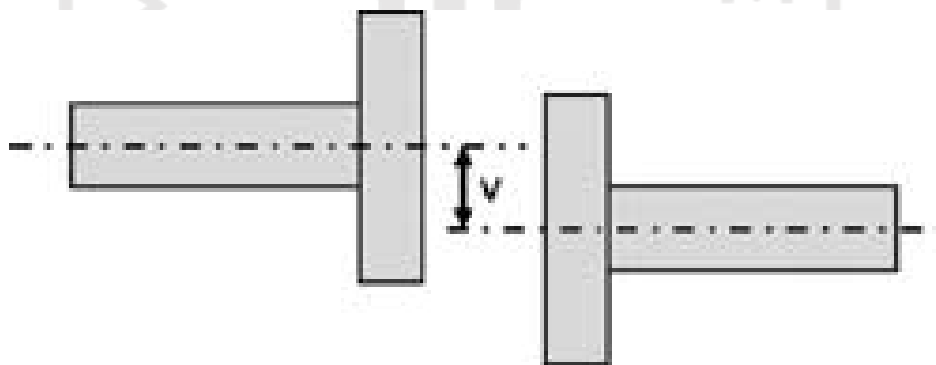


Gambar 2- 6 alignment

Macam-macam ketidaklurusan kedua poros (*misalignment*).

1. *Parallel misalignment*

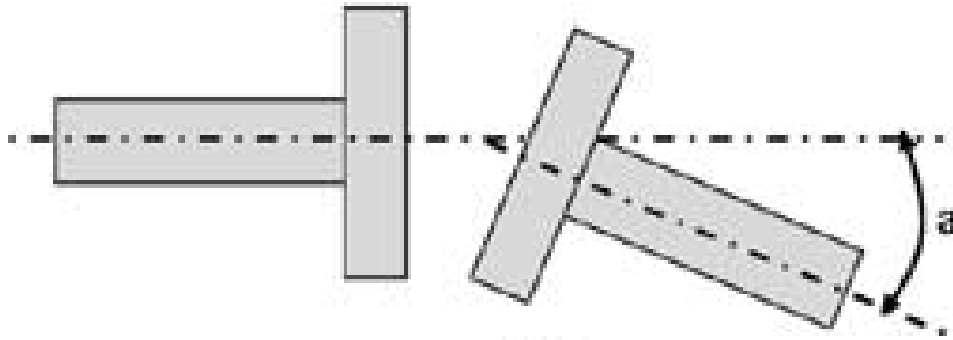
Posisi dari kedua poros dalam keadaan tidak sejajar dengan ketinggian yang berbeda.



Gambar 2- 7 Parallel misalignment

2. *Angular Misalignment*

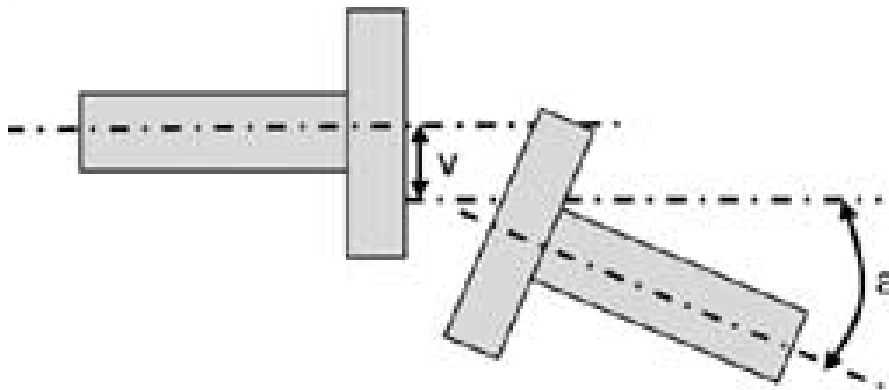
Posisi kedua poros yang saling menyudut, sedangkan posisi kedua ujungnya (kopling) mempunyai ketinggian yang sama.



Gambar 2- 8 *Angular Misalignment*

3. *Combination Misalignment*

Ketidaklurusan kedua poros yang posisinya saling menyudut dan kedua ujung poros (kopling) tidak sama.



Gambar 2- 9 *Combination Misalignment*

2.2.6.1 Alignment poros metode laser

Laser *alignment* merupakan kegiatan mensimetriskan dua buah poros obyek dengan menggunakan sensor *infrared*, dimana objek (poros) diukur dengan *infrared* untuk menguji tingkat simetris selama proses mensimetriskan berlangsung.



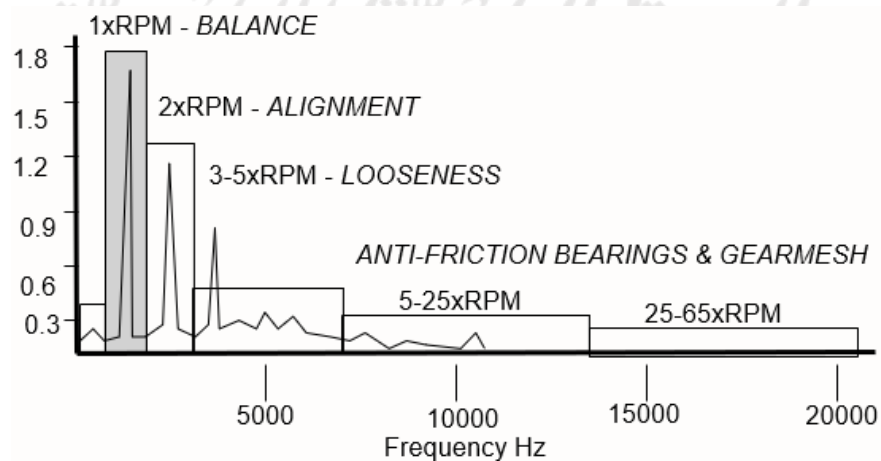
Gambar 2- 10 Alignment Metode Laser

Keuntungan laser *alignment*

- a. Proses cepat
- b. Ketelitian tinggi
- c. Perhitungan otomatis
- d. Laporan pengukuran tercatat
- e. Data dapat disimpan dan dilihat kembali

2.2.7 Kriteria Kemunculan Sinyal Getaran

Deteksi suatu getaran pada permasalahan sebuah *gearbox* dapat dilakukan melalui analisa frekuensi. Ada beberapa bagian-bagian dari suatu rangkaian transmisi atau *gearbox* yang dapat dianalisa frekuensinya guna mengetahui permasalahan-permasalahan yang terjadi dari suatu komponen seperti *bearing*, *coupler*, *gearmesh* dll.



Gambar 2- 11 Diagnosa Permasalahan

Adapun permasalahan yang menjadi penyebab munculnya suatu getaran pada sebuah *gearbox* yaitu:

1. *Unbalance*

Unbalance adalah kondisi titik pusat massa tidak sesumbu dengan sumbu rotasi sehingga rotor mengalami gaya secara relatif untuk menentukan titik referensi atau titik awal pada bagian lain yang bergetar. (Setiono Mardian Andika et al., 2020)

2. *Misalignment*

Misalignment adalah kondisi tidak sejajar atau tidak satu sumbu antara transmisi penggerak dan transmisi yang digerakan. (Adiwidodo, 2016)

3. Permasalahan dalam bantalan (bearing)

Penyebab terjadinya kegagalan ini biasanya berupa *oil whirl* dan *oil whip*

4. Kegagalan dalam roda gigi

Getaran yang terjadi akibat suatu permasalahan pada roda gigi diakibatkan oleh

- a. Keausan di sekitar roda gigi
- b. Roda gigi retak
- c. Defleksi antar roda gigi akibat pembebanan

Permasalahan yang terjadi pada roda gigi adalah suatu permasalahan yang sangat kompleks, sehingga diperlukan pengetahuan dan pengalaman yang memadai untuk mengalalisis suatu permasalahan yang terjadi pada roda gigi.

2.2.8 Osiloskop

Osiloskop merupakan sebuah alat ukur besaran listrik yang dapat memetakan sinyal listrik. Kita dapat mengetahui besaran-besaran pada sinyal listrik menggunakan osiloskop, beberapa besaran yang dapat kita ketahui menggunakan osiloskop seperti tegangan, frekuensi, periode, dan bentuk sinyal dari objek yang diukur. (Denny Wijanarko et al., 2017)



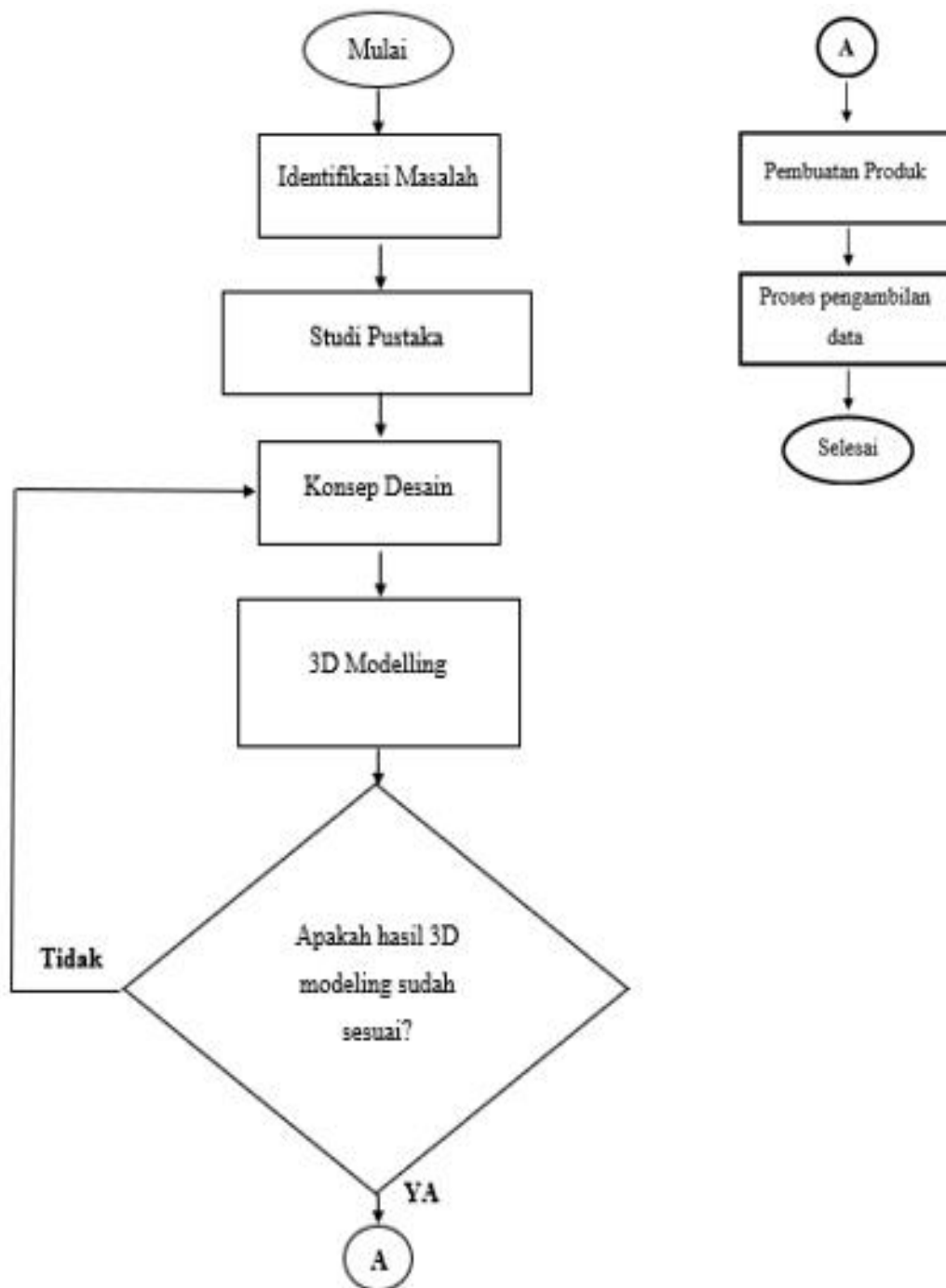
Gambar 2- 12 Osiloskop

Pada umumnya osiloskop dapat menampilkan grafik dua dimensi (2D). Osiloskop dapat mengukur karakteristik yang berbasis tegangan (voltage) pada sumbu Y dan mengukur karakteristik dengan berbasis waktu (time) pada sumbu X. Pengukuran dengan basis tegangan yaitu amplitudo. Amplitudo adalah ukuran besarnya suatu sinyal atau tingginya puncak gelombang. Pengukuran puncak ke puncak atau dari puncak tertinggi ke puncak terendah (V_{pp}), mengukur salah satu puncaknya saja baik yang tertinggi maupun terendah dengan sumbu X dan tegangan rata-rata. (I Wayan Lastera, 2019)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



3.2 Perancangan

Proses perancangan analisis getaran pada gearbox ini dimulai dari identifikasi masalah, penentuan konsep desain dan desain 3D dudukan roda gigi, pembuatan produk, pengambilan data getaran yang terjadi pada *gearbox*.

3.2.1 Identifikasi masalah

Dalam melakukan pengambilan data dan pengamatan getaran diperlukan sebuah sensor yang dapat membaca terkait terjadinya suatu getaran, sensor merupakan komponen yang sangat penting dalam proses pengamatan getaran dikarenakan sensor merupakan mata dari keberlangsungan proses ini. Salah satu jenis sensor yang dapat membaca suatu getaran adalah sensor *accelerometer*.

Salah satu sensor *accelerometer* yang mudah didapatkan dengan biaya yang terjangkau adalah sensor *accelerometer* ADXL335. Sehingga penelitian ini dilakukan untuk melihat peluang penggunaan sensor ADXL335 tersebut dalam hal pembacaan getaran.

Untuk mendukung proses pembacaan sinyal getaran maka dibutuhkan benda uji yang digunakan untuk menghasilkan sinyal-sinyal getaran. Sehingga dalam penelitian ini dipilihlah *gearbox* sebagai benda uji yang digunakan untuk menganalisa getaran yang terjadi pada *gearbox* tersebut

3.2.2 Kriteria Desain

Kriteria desain yang dibahas merupakan kriteria design dari sumber getaran dan kriteria design dari alat penangkap getaran.

3.2.2.1 Kriteria Desain Sumber Getaran

Sumber getaran yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah *gearbox*. Karena dalam sebuah *gearbox* banyak hal yang dapat memunculkan berbagai macam getaran seperti roda gigi, bearing, poros, dan *coupler*. Berikut kriteria yang dibutuhkan dalam membuat sebuah benda sumber getaran.

Tabel 3- 1 Kriteria Desain

Must	Want
Mampu menyalurkan getaran yang terjadi pada gearbox	Memiliki bentuk yang mudah untuk diamati sehingga dapat melihat bagaimana cara kerja roda gigi
Bahan bersifat magnetic	Mudah untuk dilepas pasang
Minim dengan getaran tambahan	Simpel dan tidak rumit

3.2.2.2 Kriteria Penangkap Getaran

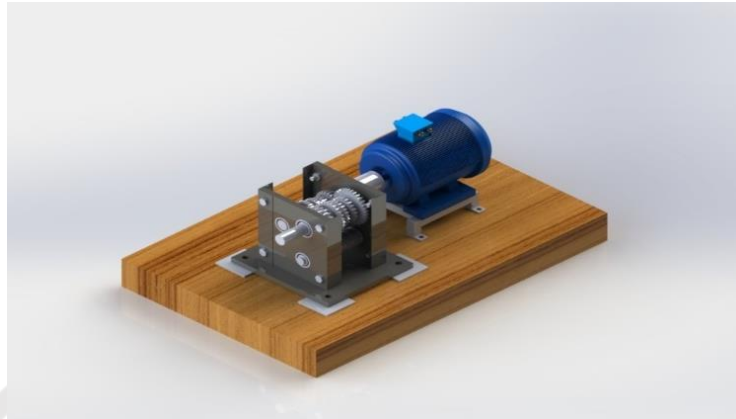
Pada penangkap getaran yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebuah sensor yang dapat membaca suatu sinyal getaran yang dihasilkan oleh sumber getaran sehingga penangkap sinyal getaran yang dibutuhkan memiliki kriteria sebagai berikut:

Tabel 3- 2 Kriteria Penangkap Getaran

Must	Want
Dapat membaca suatu getaran	Mudah untuk di letakan pada sumber getaran
Harga yang terjangkau	Memiliki input voltase yang tidak besar
Memiliki <i>output</i> sinyal analog	Ukuran yang tidak besar

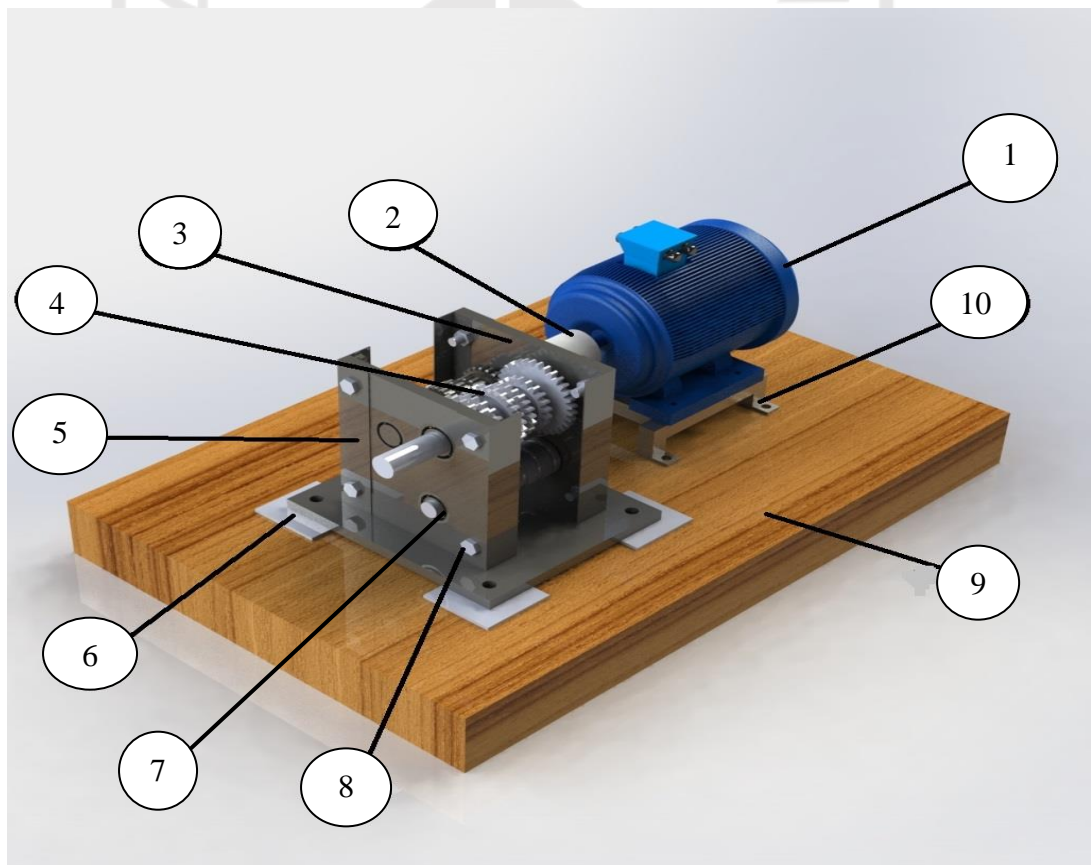
3.2.3 Design 3 Dimensi Sumber Getaran

Setelah menentukan konsep desain dari sumber getaran, proses perancangan selanjutnya adalah melakukan pemodelan CAD atau desain 3 dimensi, pada proses ini desain yang dibuat menyesuaikan dengan ukuran roda gigi yang telah dibeli yaitu roda gigi rasio motor FU 150cc berkaitan dengan diameter dari masing-masing roda gigi dan juga menyesuaikan dengan ukuran motor DC yang akan digunakan untuk memutar roda gigi tersebut. Karena berkaitan dengan penempatan poros baik itu poros motor DC dan poros roda gigi. Desain awal dudukan roda gigi dengan mengacu pada kriteria desain yang telah ditentukan dapat dilihat dibawah ini:



Gambar 3- 1Desain Sumber Getaran



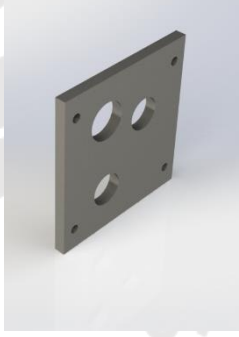
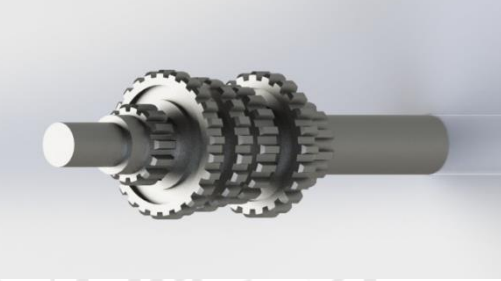
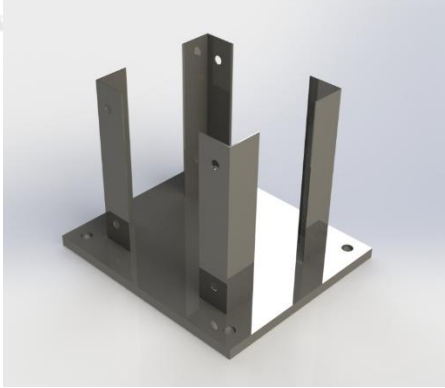
3.3 Peralatan dan Bahan

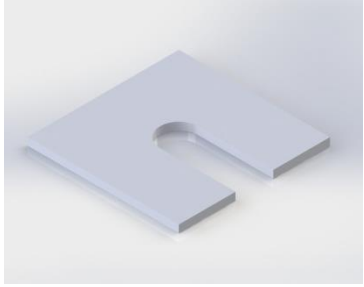
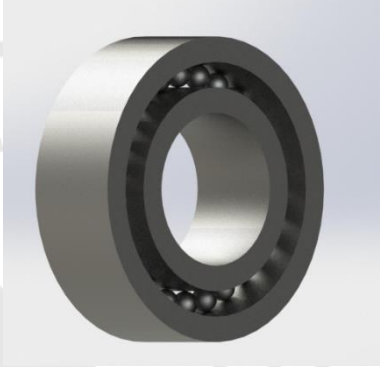
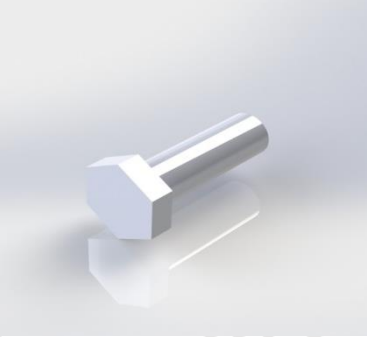

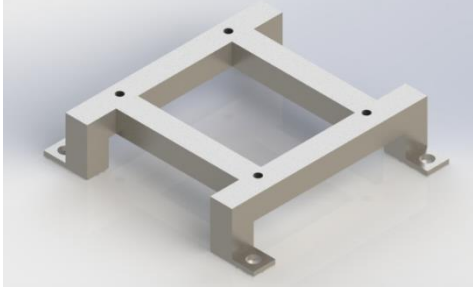


Gambar 3- 2 Bahan- Bahan yang digunakan


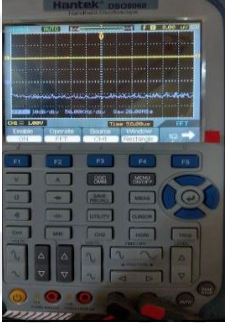


Bahan yang digunakan pada perancangan ini adalah ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3- 3 Bahan

No	Nama	Gambar
1	Motor Induksi	
2	<i>Coupler</i>	
3	Plat besi	
4	Roda gigi	
5	Besi L	

6	Penganjal	
7	Bearing	
8	Mur&Baut	
9	Papan kayu	
10	Kaki motor	

Tabel 3- 4 Peralatan

No	Nama	Gambar
1	Mesin CNC	
2	Osiloskop	
3	TKSA51	
4	Tachometer	

5	Sensor ADXL335	
6	<i>Power Bank</i>	
7	<i>Inverter</i>	

BAB 4

PENGUJIAN, HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

Perancangan benda uji getaran dilakukan melalui beberapa tahap yaitu tahap *design*, mempersiapkan sensor, proses manufaktur, *alignment*. Hingga akhirnya benda uji getaran dapat digunakan untuk melihat getaran yang terjadi pada rangkaiannya. Tentunya dalam proses pembuatan ini tidak lepas dari beberapa kendala yang ditemui pada saat pengerjaan, baik dari tingkat kesulitan proses pengerjaan maupun dari waktu pengerjaan.

4.1.1 Proses Manufaktur

Proses manufaktur dilakukan melalui berbagai proses pemesinan seperti proses pengelasan, Bubut dll.



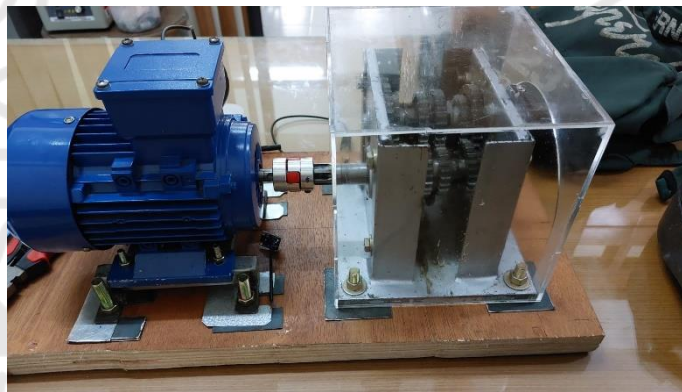
Gambar 4- 1 Proses Manufaktur

Proses pemesinan ini dimulai dari pengerjaan pembuatan lubang pada plat besi dengan ketebalan 10mm yang nantinya akan digunakan untuk tempat poros dari roda gigi, yang dimana dalam proses pembuatannya dengan cara di bubut, kemudian untuk bagian dudukan plat digunakan besi siku dengan jumlah 4 yang di las pada plat besi alas yang nantinya antara plat dudukan roda gigi dengan besi siku di baut. Selain itu pada bagian kaki motor di gunakan besi hollow untuk

meningkatkan ketinggian motor agar poros motor dengan poros roda gigi dapat sejajar.

4.1.2 Hasil Proses Manufaktur

Alat uji getaran yang telah selesai melalui proses manufaktur tentunya memerlukan proses *finishing* dan persiapan lebih lanjut sebelum diambil data terkait getaran yang terjadi pada alat uji tersebut. Proses *finishing* yang dilakukan dari pengecatan hingga pembuatan pelindung supaya pelumas yang diberikan pada *gear* tidak keluar. Sehingga didapatkan hasil akhir benda uji seperti berikut.



Gambar 4- 2 Hasil Akhir Benda Uji

Hasil akhir dari benda uji yang telah dilakukan *finishing* dan *assembly* ini masih belum bisa dianggap layak untuk dilakukan pengambilan sebuah sinyal getaran dikarenakan masih ada satu hal yang belum dilakukan yaitu proses *alignment* atau pensejajaran poros.

4.1.3 Proses *Alignment*

Proses *alignment* adalah salah satu proses yang sangat penting dan memerlukan ketelitian tingkat tinggi. Karena apabila poros tidak sejajar dengan baik maka akan menimbulkan permasalahan lain di kemudian hari. Berikut ini merupakan proses *alignment* yang telah dilakukan.

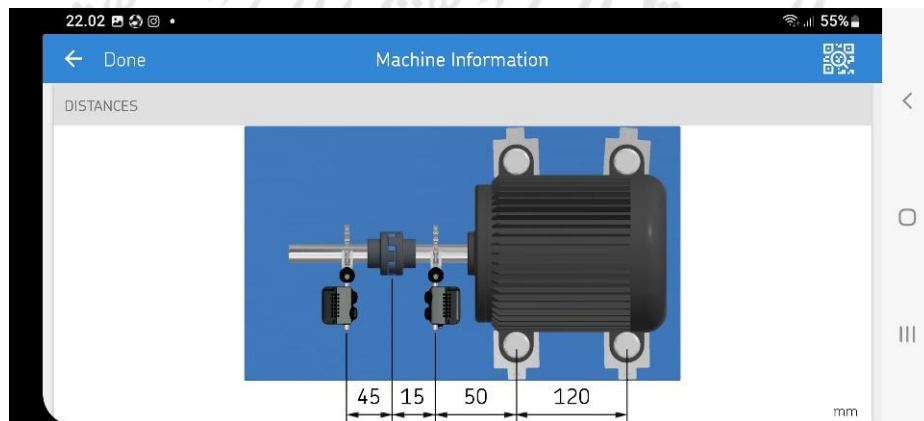


Gambar 4- 3 Proses *Alignment*

Pada proses *alignment* ini menggunakan alat dari SKF dengan nama TKSA 51. Alat tersebut menggunakan sensor laser sebagai acuan mensejajarkan poros dengan melihat dari 3 sudut yang berbeda dengan total 180 derajat, yang pertama pada titik 0 derajat kemudian berjalan pada titik 90 derajat dan yang terakhir pada titik 180 derajat sehingga nanti akan muncul hasil pada aplikasi dari SKF yang dapat dibuka melalui *smartphone* yang terhubung dengan sensor menggunakan *Bluetooth*. dan nantinya pada aplikasi tersebut akan muncul *report* terkait kurang dan lebihnya ketinggian dari poros yang sedang dalam proses *alignment*.

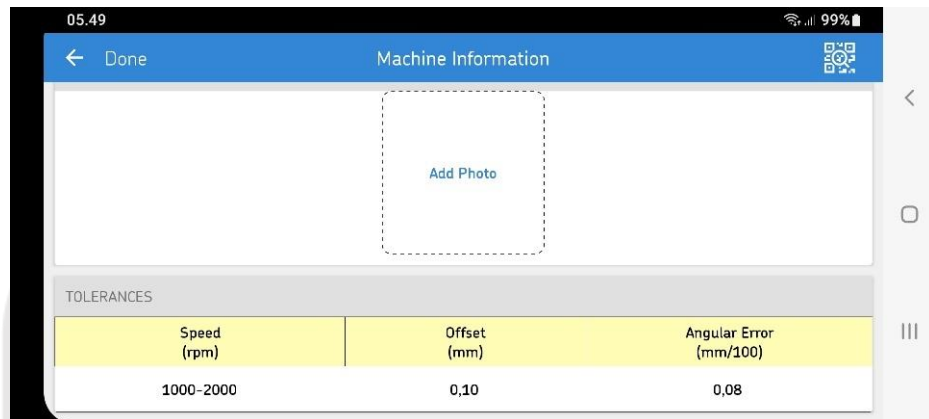
4.1.3.1 Aplikasi *Shaft alignment*

Mengacu pada penjelasan *alignment* di atas berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam proses *alignment* menggunakan aplikasi *shaft alignment* sebagai berikut.



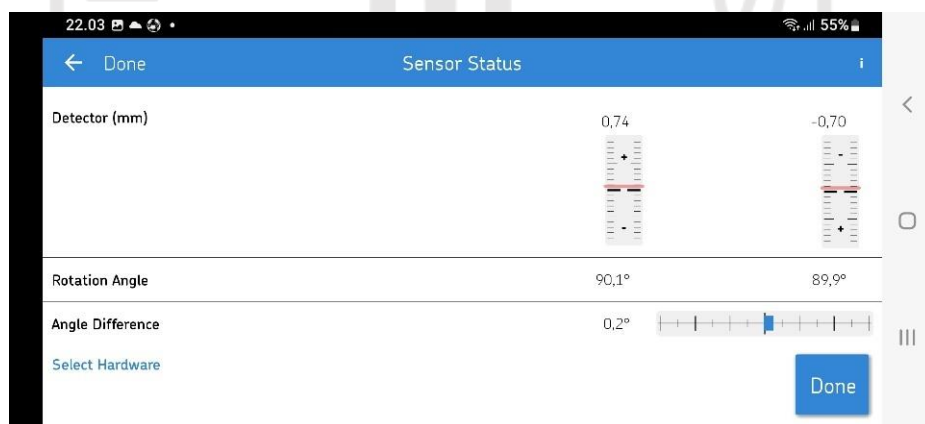
Gambar 4- 4 Pengaturan jarak pada aplikasi *Shaft alignment*

Pada tahap ini ukuran nyata pada benda kerja diukur masing-masing pada titik sensor dengan *coupler* kemudian sensor dengan baut motor dan jarak baut motor. Setelah pengaturan jarak selesai, dilanjutkan ke tahapan berikutnya



Gambar 4- 5 Foto mesin dan pengaturan toleransi

Setelah dilakukannya pengaturan jarak berikutnya adalah pengaturan toleransi dan foto dari mesin yang nantinya akan muncul pada laporan akhir dari proses *alignment* yang telah dilakukan. Toleransi yang dipilih sesuai dengan rpm yang dihasilkan pada motor dan secara otomatis toleransi *offset* dan *angular error* akan muncul dengan sendirinya. Tahapan yang telah dilakukan ini dinamakan dengan *Machine Information*. Setelah *Machine information* selesai dilanjutkan dengan pengaturan sensor.



Gambar 4- 6 Pengaturan Sensor

Pada tahapan selanjutnya adalah pengaturan sensor, posisi sensor diharuskan sejajar kedudukannya supaya hasil dari *alignment* maksimal. Mulai dari tinggi rendahnya sensor kemudian dari kemiringan sensor semua dibuat seminimal mungkin.



Gambar 4- 7 Pengukuran Posisi Pertama

Setelah tahapan pengaturan sensor selesai dilanjutkan pada tahapan berikutnya yaitu tahapan pengukuran, pada tahapan pengukuran ini dilakukan pada tiga posisi yang berbeda pada rentang sudut 180 derajat. Pengukuran posisi pertama pada sudut 0 derajat.



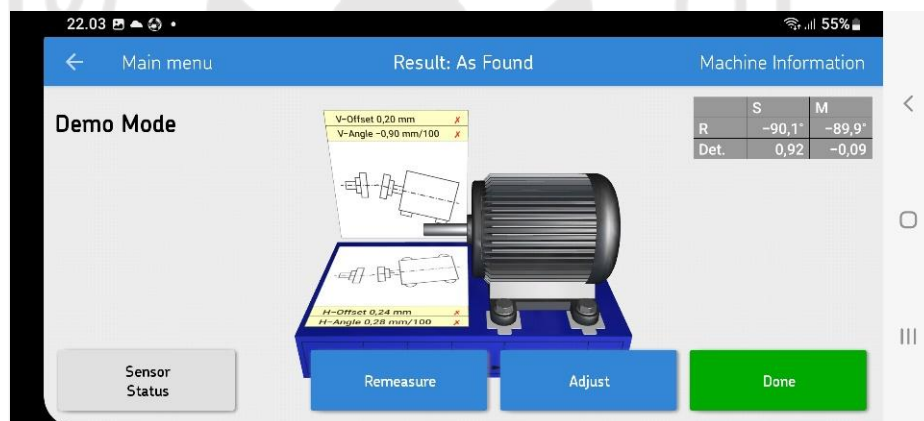
Gambar 4- 8 Pengukuran Posisi Kedua

Pada pengukuran posisi kedua ini diambil pada sudut 90 derajat, data akan terekam otomatis ketika sensor digerakan, pada aplikasi akan berwarna hijau pada tulisan *Auto 2nd* apabila sensor telah pada posisi 90 derajat apabila belum pada posisi 90 derajat maka tulisan tersebut akan berwarna merah dan data tidak dapat disimpan baik secara manual maupun otomatis.



Gambar 4- 9 Pengukuran Posisi Ketiga

Pengukuran posisi ketiga ini adalah pengukuran terakhir sehingga ketika pada aplikasi sudah berwarna hijau maka nanti akan muncul hasil dari proses pengukuran yang telah dilakukan. Pada proses pengukuran pastikan sensor tidak bergeser sedikitpun untuk menjamin hasil akhir yang diinginkan. Hal tersebut bisa dilakukan dengan mengencangkan pengunci-pengunci sensor yang ada.



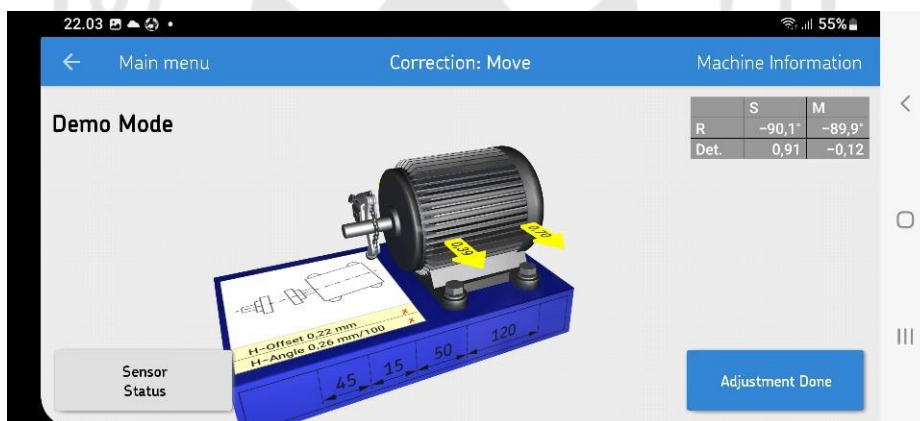
Gambar 4- 10 Hasil Pengukuran

Setelah melalui proses pengukuran maka didapatkan hasil seperti pada gambar 4-10, dari hasil tersebut dapat diketahui bagian mana yang perlu dilakukannya penambahan atau pengurangan, biasa disebut dengan istilah *leveling*. Apabila masih kurang yakin dengan pengukuran yang telah dilakukan maka dapat memilih menu *remeasure* dan apabila ingin mengetahui bagian-bagian mana yang harus dilakukan *leveling* maka pilih menu *adjust* sehingga nantinya akan muncul seperti di bawah ini.



Gambar 4- 11 Perintah Penambahan Tinggi

Pada gambar 4-11 merupakan saran dari aplikasi untuk menambahkan tinggi dari motor supaya poros motor dengan poros *gear* sejajar. Saran aplikasi tidak hanya menambahkan tinggi saja namun juga bisa mengurangi tinggi dari motor. Selain tinggi dan rendahnya aplikasi juga dapat memberitahu terkait lurus atau tidaknya poros yaitu seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4- 12 Perintah Geser

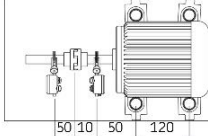
Pada hasil di atas ada ketidak selarasan atau tidak lurus antara poros motor dengan poros *gearbox* sehingga harus diluruskan sesuai dengan perhitungan aplikasi tersebut sehingga didapatkan hasil poros yang sejajar sehingga tidak menyebabkan kerusakan-kerusakan lainnya. Setelah seluruh bagian telah dilakukan pelurusan maka langkah berikutnya adalah mengulangi pengukuran kembali hingga didapatkan hasil yang sejajar antara kedua poros ditandai dengan telah berwarna hijau centang yang ada pada aplikasi *shaft alignment*.

Shaft Alignment Report
 Horizontal SKF


Machine ID **Date**
Company **Operator**

Notes

Speed (rpm)	Offset (mm)	Angular Error (mm/100)
1000-2000	0.10	0.08





	Vertical	Horizontal
Offset (mm)	-	-
Angle (mm/100)	-	-



Stationary Unit (S): TKSA 51, 2132-0220
Movable Unit (M): TKSA 51, 2131-0181
Soft Foot Check Performed: No

Result			
As Found	Vertical	Horizontal	As Corrected
Offset (mm)	-0.06 ✓	0.00 ✓	-0.07 ✓
Angle (mm/100)	0.09 ✗	0.06 ✓	0.06 ✓
Front Feet (mm)	-0.00	0.04	-0.03
Rear Feet (mm)	0.11	0.11	0.05


 Signature

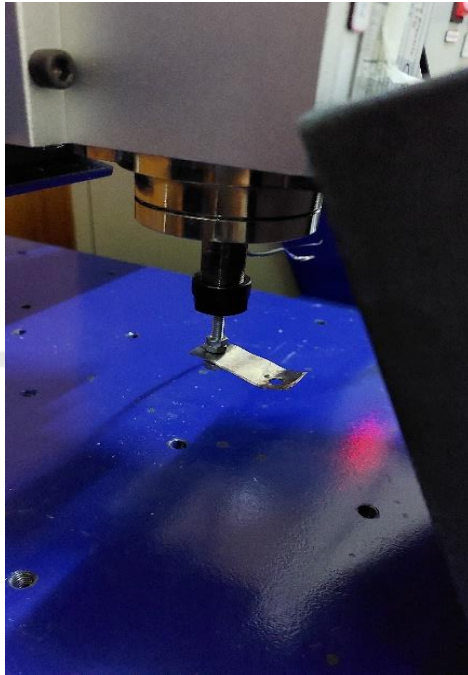


Gambar 4- 13 Laporan Hasil Pengukuran

Setelah keseluruhan pengukuran telah selesai dilakukan maka akan muncul sebuah laporan dimana isi laporan tersebut adalah mengenai informasi mesin jarak antara sensor dengan *coupler* kemudian jarak antar baut, hasil pembacaan pertama yang dimana hasil tersebut ketika posisi poros pada keadaan tidak sejajar dan hasil yang kedua pada posisi poros telah sejajar.

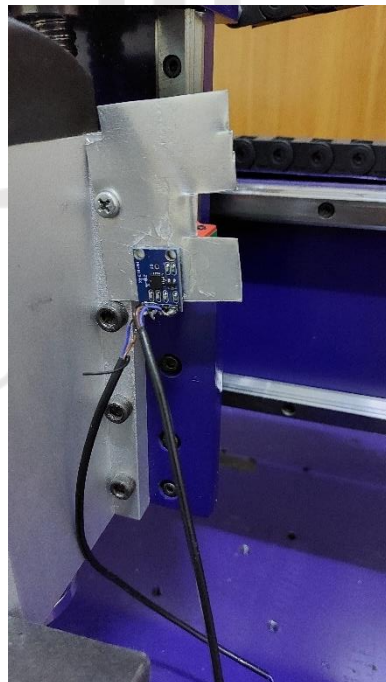
4.1.4 Validasi sensor

Sebelum sensor digunakan untuk membaca getaran pada sebuah *gearbox* maka harus dipastikan terlebih dahulu bahwa sensor itu dapat membaca sebuah sinyal getaran dengan cara membuat sebuah sinyal buatan yaitu sinyal *unbalance*.



Gambar 4- 14 Benda *Unbalance*

Pada gambar 4.14 merupakan sebuah benda *unbalance* yang akan digunakan untuk memvalidasi sensor ADXL335 dapat membaca sebuah sinyal getaran atau tidaknya. Benda *unbalance* ini dipasangkan pada mesin CNC yang pada bagian mata pahat dipasangkan baut dan sebuah plat untuk membuat sebuah putaran mesin CNC menjadi *unbalance*.



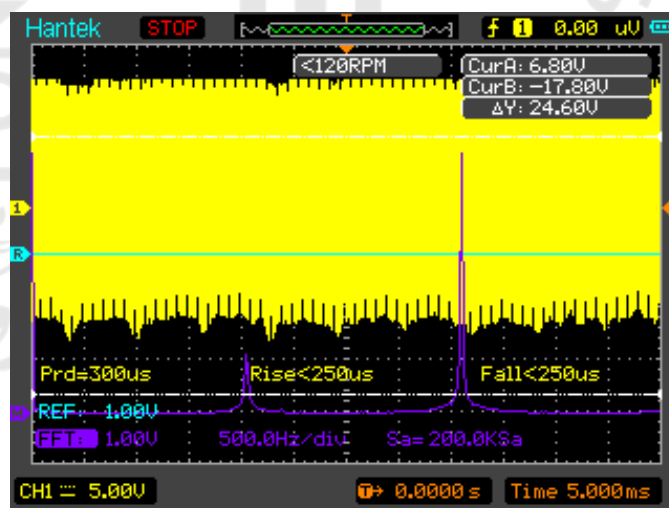
Gambar 4- 15 Peletakan Sensor Pada Mesin CNC

Pada proses validasi sensor, sensor ADXL335 diletakan pada posisi yang sedekat mungkin dengan sumber getaran, dikarenakan pada mesin CNC tidak dapat di baut secara langsung dengan sensor maka sensor di lem pada sebuah plat yang kemudian plat tersebut di baut dengan mesin CNC, sehingga dapat dilihat seperti pada gambar 4.15 di atas.



Gambar 4- 16 Rangkaian dan Hasil pembacaan sensor

Setelah pemosisian sensor telah dilakukan, hal yang dilakukan berikutnya adalah menyambungkan rangkaian sensor dengan osiloskop, *output* sensor dihubungkan dengan input osiloskop kemudian *ground* sensor dihubungkan dengan *ground* osiloskop. Sehingga hasil pembacaan sensor akan muncul secara *real time* pada osiloskop dalam bentuk sinyal sinusoidal.



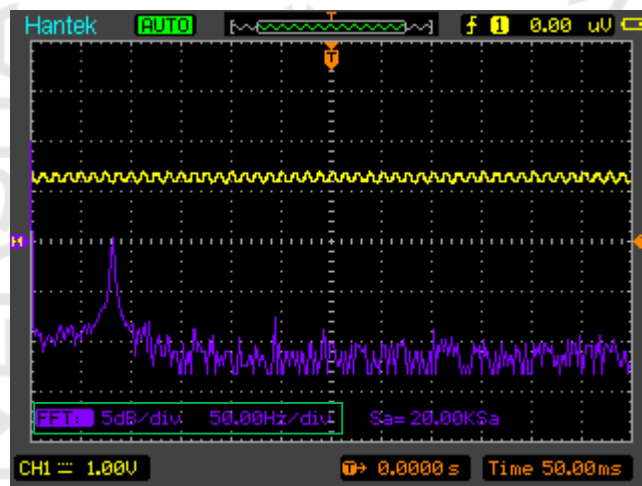
Gambar 4- 17 Hasil pembacaan sensor

Setelah sensor terhubung dengan osiloskop, berikutnya adalah menyalakan mesin CNC dengan kecepatan tertentu. Pada hasil sinyal di atas

merupakan hasil sinyal dengan campuran *noise* yang sangat tinggi sehingga diperlukan pengeliminasian *noise*.

4.1.5 Pengeliminasian *Noise*

Pada proses pengambilan data tidak lepas dari kendala-kendala yang dihadapi salah satu kendala yang dijumpai pada penelitian ini adalah kemunculan *noise* yang cukup besar. Sehingga diperlukan proses pengeliminasian *noise* tersebut. Dengan didapatkan hasil *noise* yang sangat besar tersebut muncul kecurigaan terkait penyebab *noise* tersebut. Mulai dari rangkaian kabel yang terhubung ke sensor hingga rangkaian kabel power yang digunakan.

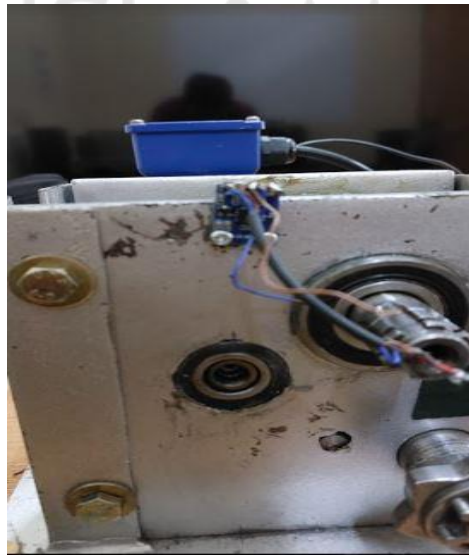


Gambar 4- 18 Hasil Setelah Pengeliminasian *Noise*

Setelah dilakukannya perbaikan penyambungan kabel sensor dan perubahan kabel *input* pada sensor didapatkan hasil sinyal yang lebih baik dengan tidak adanya *noise* yang masuk. Sehingga sinyal getaran dapat dibaca tanpa adanya gangguan dari *noise*. Mesin CNC diputar pada kecepatan 4800 RPM dan pada hasil pembacanya sensor sinyal muncul pada frekuensi 80 Hz yang artinya sinyal muncul pada 1xRPM. Kemunculan sinyal pada 1xRPM adalah karakteristik sinyal *unbalance*, sehingga dapat dipastikan bahwa sensor dapat membaca sebuah sinyal getaran. Pada pengaturan skala osiloskop dapat dilihat pada kotak berwarna hijau pada gambar 4-18, skala pembacaan diatur 5dB/div pada sumbu vertikal dan 50Hz/div pada sumbu horizontal. Sehingga didapatkan pembacaan keluaran sensor pada osiloskop sinyal muncul pada frekuensi 80Hz.

4.1.6 Penempatan Sensor ADXL335 Pada *Gearbox*

Setelah proses validasi sensor telah dilakukan dan didapatkan hasil bahwa sensor dapat membaca sebuah getaran, maka berikutnya adalah peletakan sensor pada benda uji yaitu *gearbox*. Penempatan sensor pada pembacaan getaran sangatlah penting dikarenakan sensor merupakan mata yang digunakan untuk dapat membaca sebuah getaran apabila kita salah menempatkan sebuah sensor maka akan salah juga hasil yang kita dapatkan.



Gambar 4- 19 Penempatan Sensor

Sensor ditempatkan di lokasi terdekat dengan sumber getaran dalam kasus pada *gearbox* ini, sinyal getaran berasal dari roda gigi yang kemudian tersalurkan menuju poros kemudian dari poros merambat pada bearing sehingga pemosisian sensor harus ditempatkan sedekat mungkin dengan bearing.

4.1.7 Pengambilan Data

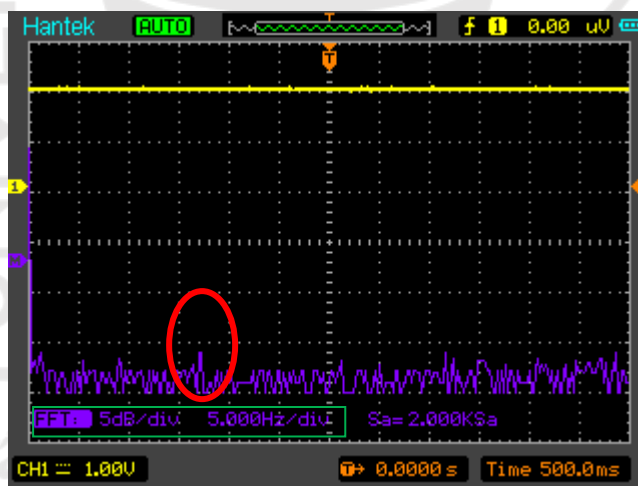
Pada proses pengambilan data dilakukan dengan cara memutar motor induksi pada kecepatan 1000-1500 RPM. Sehingga dapat diketahui bahwa sensor ADXL 335 dapat membaca getaran yang dihasilkan oleh *gearbox* pada masing masing RPM yang berbeda.



Gambar 4- 20 Proses Pengambilan data

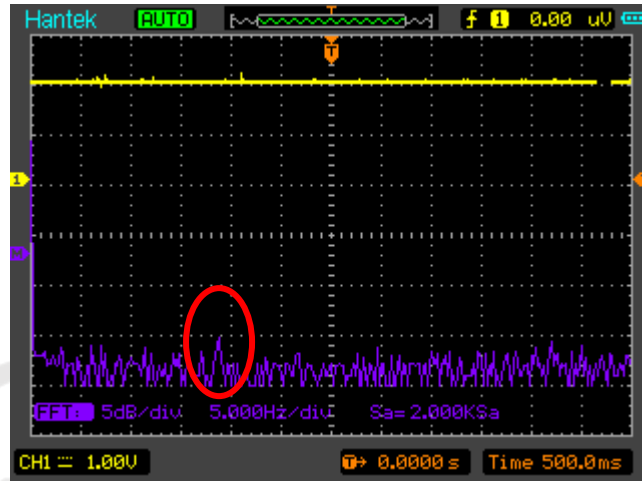
4.2 Hasil Pengambilan Data

Dari proses pengambilan data yang telah dilakukan di dapatkan hasil pembacaan sensor ADXL335 pada sumbu Y sebagai berikut.



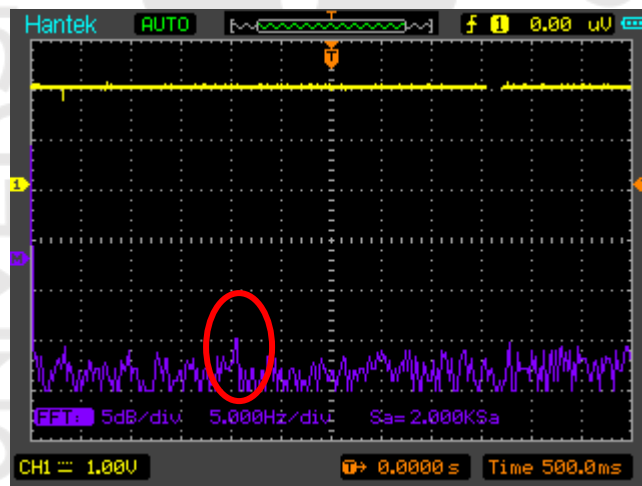
Gambar 4- 21 Hasil Pengambilan Data Pada 1000 Rpm

Pada gambar 4-21 terlihat adanya kemunculan sinyal pada 17Hz dengan kemunculan sinyal pada frekuensi tersebut merupakan kemunculan pada 1xRpm. Pada pengambilan data dilakukan pengaturan osiloskop pada sumbu horizontal 5Hz/div dan pada sumbu vertikal 5dB/div. Terlihat pada bagian bawah kiri tampilan osiloskop terdapat tampilan terkait skala yang digunakan. Sehingga masing-masing kotak pada osiloskop bernilai 5Hz pada sumbu horizontal dan 5db pada sumbu vertikal.



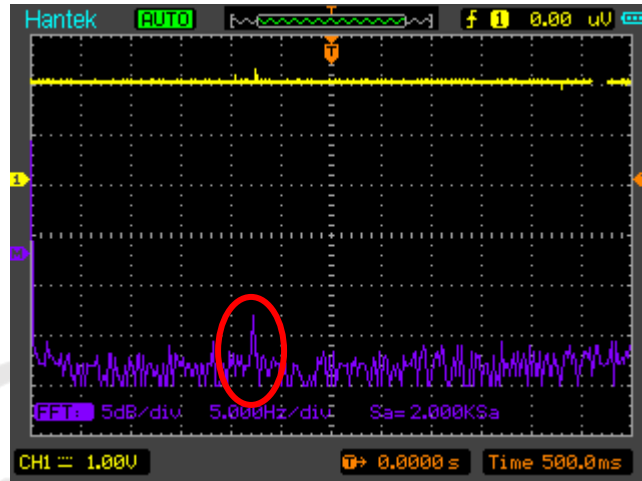
Gambar 4- 22 Hasil Pengambilan Data Pada 1100 Rpm

Pada gambar 4- 22 terlihat adanya kemunculan sinyal pada 18Hz dengan kemunculan sinyal pada frekuensi tersebut merupakan kemunculan pada 1xRpm.



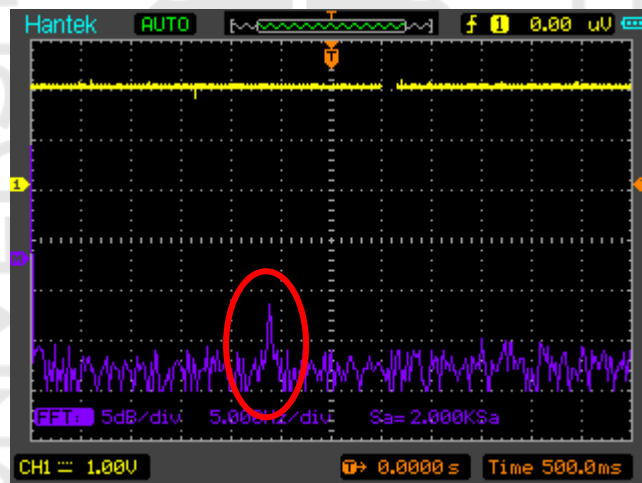
Gambar 4- 23 Hasil Pengambilan Data Pada 1200 Rpm

Pada gambar 4-23 terlihat adanya kemunculan sinyal pada 20Hz dengan kemunculan sinyal pada frekuensi tersebut merupakan kemunculan pada 1xRpm.



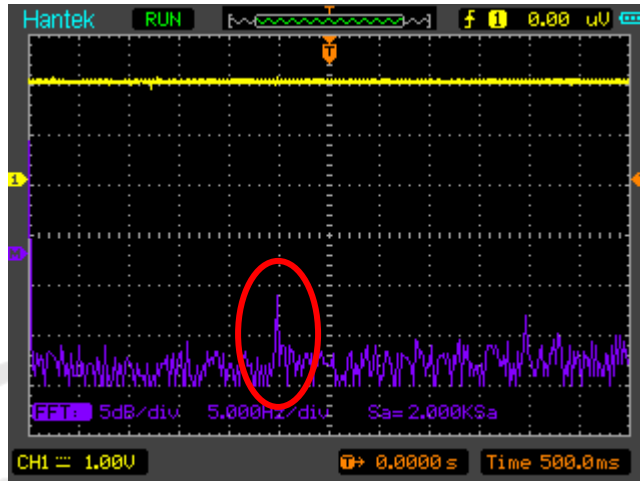
Gambar 4- 24 Hasil Pengambilan Data Pada 1300Rpm

Pada gambar 4-24 terlihat adanya kemunculan sinyal pada 22Hz dengan kemunculan sinyal pada frekuensi tersebut merupakan kemunculan pada 1xRpm.



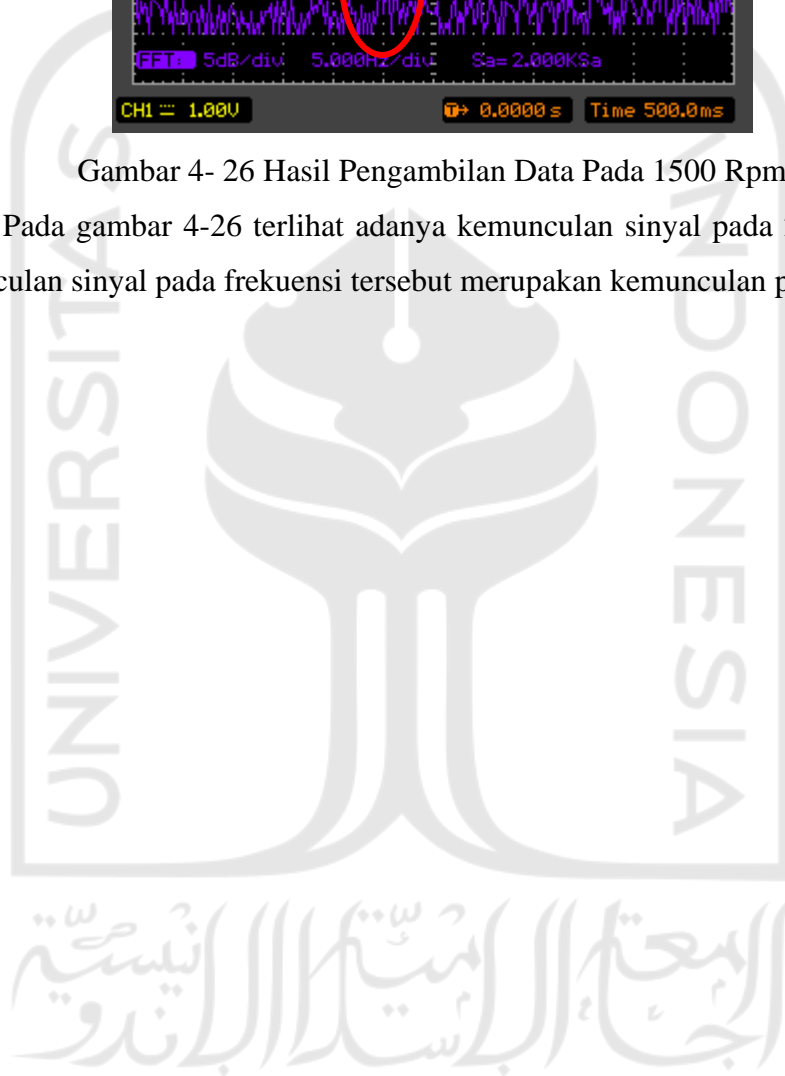
Gambar 4- 25 Hasil Pengambilan Data Pada 1400 Rpm

Pada gambar 4-25 terlihat adanya kemunculan sinyal pada 24Hz dengan kemunculan sinyal pada frekuensi tersebut merupakan kemunculan pada 1xRpm.



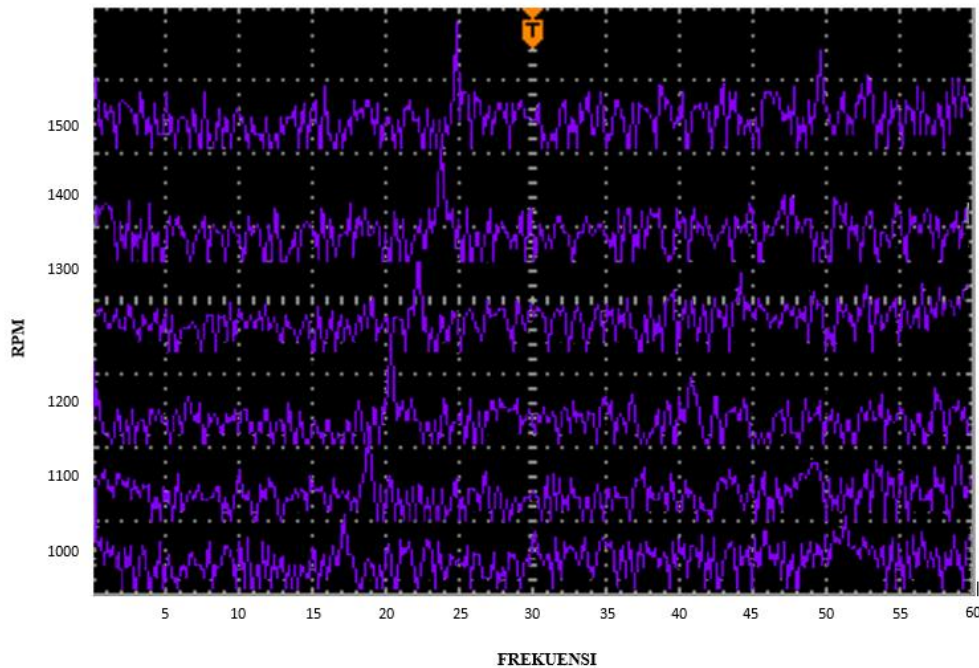
Gambar 4- 26 Hasil Pengambilan Data Pada 1500 Rpm

Pada gambar 4-26 terlihat adanya kemunculan sinyal pada 25Hz dengan kemunculan sinyal pada frekuensi tersebut merupakan kemunculan pada 1xRpm



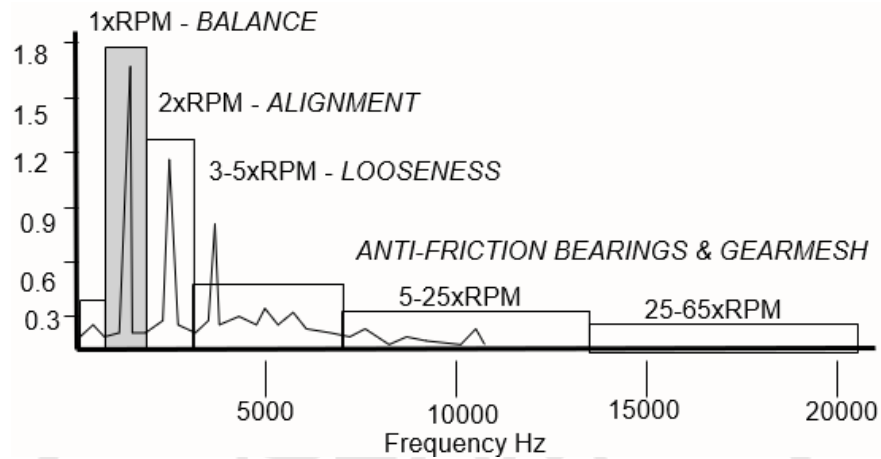
4.3 Analisis dan Pembahasan

Setelah pengambilan data pada 1000-1500 Rpm telah dilakukan berikutnya adalah membuat sebuah *spectralmap* dengan menggunakan data-data yang telah didapatkan. Seperti pada gambar 4.27 berikut.



Gambar 4- 27 *Spectralmap*

Dari gambar 4-27 *spectralmap* di atas kemunculan sinyal pada setiap Rpmnya berbeda-beda ini menunjukkan bahwa sensor dapat membaca sinyal getaran yang terjadi pada *gearbox*. Rata-rata kemunculan sinyal pada pengambilan data 1000-1500Rpm dengan *axis Y* berada pada 1xRpm. Namun pada 1500 Rpm terdapat juga sinyal yang munculnya pada 2xRpm yaitu pada frekuensi 50Hz. Untuk mengetahui apa arti dari sinyal tersebut maka harus dilakukan analisis lebih jauh lagi dengan memperhitungkan segala kemungkinan.



Gambar 4- 28 Karakteristik Sinyal Getaran

Banyak sekali hal-hal yang menyebabkan terjadinya kemunculan sinyal getaran seperti yang terlihat pada gambar 4.28 di atas. Namun kemunculan-kemunculan sinyal getaran tidak selalu sesuai dengan karakteristik sinyal pada gambar di atas perlu adanya analisis lebih jauh dan dilihat dari faktor-faktor lain. Pada kasus sinyal getaran *gearbox* yang telah diambil datanya pada penelitian ini didapatkan 1000-1500 Rpm kemunculan sinyal rata-rata pada 1xRpm yang mana dalam karakteristik sinyal getaran kemunculan sinyal pada 1xRpm terkait dengan *balance* sehingga pada komponen benda uji disinyalir terjadi ketidaksetimbangan atau biasa disebut dengan *unbalance*. Namun pada 1500 Rpm ada kemunculan sinyal 2xRpm sesuai dengan karakteristik sinyal getaran kemunculan sinyal pada 2xRpm salah satunya adalah *Alignment*, namun pada kasus ini kemunculan sinyal hanya pada 1500 Rpm dan proses *alignment* telah dilakukan. Sehingga kemungkinan adanya permasalahan *alignment* cukup kecil. Sehingga kemunculan sinyal 2xRpm bisa jadi diakibatkan oleh frekuensi harmonik yang muncul. Untuk mengetahui lebih lanjut maka harus melakukan pembacaan sinyal getaran pada arah *axial*.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Dalam Membaca suatu getaran, posisi sensor sangat berperan penting dalam hasil pembacaan getaran, sehingga sensor harus ditempatkan sedekat mungkin dengan sumber getaran. Hasil pembacaan sensor *accelerometer* ADXL335 akan ditampilkan pada osiloskop sehingga dapat diketahui getaran yang terjadi dengan menggunakan domain frekuensi.
2. Dengan dilakukannya penelitian terkait pembacaan getaran menggunakan sensor ADXL335 dan didapatkan hasil pembacaan getaran dari beberapa Rpm kemunculan sinyal berbeda-beda dan dibuktikan dengan dibuatnya *spectralmaps* sehingga terlihat bahwa kemunculan sinyal berbeda-beda pada setiap Rpmnya maka sensor ADXL335 dapat membaca sinyal getaran.

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Terdapat saran untuk pengembangan dan perbaikan penelitian selanjutnya antara lain sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan data yang lebih lengkap lagi penulis menyarankan untuk penelitian selanjutnya mengambil data dari sumbu X dan sumbu Z agar dapat dipastikan secara akurat bagaimana kondisi *gearbox* yang sedang dibaca getarannya
2. Meningkatkan kualitas sensor dengan ketelitian pembacaan yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwidodo, S. (2016). *Pengaruh Angular dan Parallel Misalignment Terhadap Konsumsi Energi Pada Motor Listrik*. *Sentia*, 8.
- Athallarizq Muhammad Abiyu. (2019). Waterpass Digital Dengan Menggunakan Sensor Accelerometer Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535.
- Benny Kresno Sunarko. (2010). analisa getaran pada mesin sepeda motor berbasis labview.
- Denny Wijanarko, Ika Widiastuti, & Andriani Widya. (2017). Gelombang Ultrasonik Sebagai Alat Pengusir Tikus Menggunakan Mikrokontroler atmega 8. *Jurnal Teknologi Informatika Dan Terapan Vol. 04, No 01*.
- Eddy Noor, Purbaya Wibawa, & Helson. (2007). Analisis Getaran untuk Mengidentifikasi Gearmesh Pada Transmisi Roda Gigi Lurus Menggunakan Perangkat Lunak Labview. In *Jl. Kyai TapaNo* (Vol. 4).
- Handoko Bagus. (2013). *Analisis Kerusakan Roda gigi Menggunakan Pemantauan Sinyal Getaran*.
- I Wayan Lastera. (2019). Pemanfaatan Rangkaian Adapter Untuk Meningkatkan Rentang Tegangan Uji AC Osiloskop Pada Pengujian AC Kontroler Satuphasedi Laboratorium Elektronika Daya. *Teknologi dan Manajemen Pengelolaan Laboratorium*.
- Kristanto, H. (2016). *Analisis Karakteristik Vibrasi Dinamik Pada Transmisi Daihatsu Taft Hiline Gtl Dengan Fea*.
- Pargaulan, H. G., & Suryono Ahmad Fauzan. (2021). *Proses Alignment Pada Shaft Turbin Unit 2 PLTA Tes* (Vol. 5, Issue 1).
- Setiono Mardian Andika, Rijanto Achmad, & Zulfika Dicki Nizar. (2020). Analisis Amplitudo Getaran Terhadap Jenis Kerusakan Unbalance, Looseness, dan Kerusakan Bearing Pada Motor Induksi 3 Phase. *Majamecha*, 2, 19–31.
- Sukarman, & Almanda, D. (2015). Studipengaruh Beban Harmonik Dan Peningkatan Perawatan Pada Gedung Apartemen Serpong Green View Banten. *êlektum*, 11(2).

Supriadi Adisty, I. (2014). *Pengembangan Sistem Monitoring Vibrasi Pada Kipas Pendingin Menggunakan Accelerometer ADXL345 Dengan Metode FFT Berbasis Labview.*

Taufik, A., Dwi, K., & Putra, P. (2016). *Analisis Getaran Poros pada Motor dan Pompa yang Mengalami Misalignment.*

