

**MEDIA PEMBELAJARAN UJI VIBRASI *BEARING*
MENGUNAKAN MOTOR BAKAR 13 HP**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Sarjana Terapan/Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Rachmad Kurniawan NIRM : 0012150

Rendi Febriantama NIRM : 0012152

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**MEDIA PEMBELAJARAN UJI *VIBRASI BEARING* MENGGUNAKAN
MOTOR BAKAR 13 HP**

Oleh :

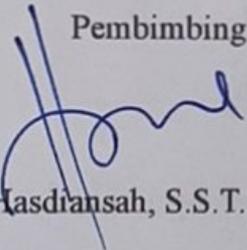
Rachmad Kurniawan NIM: 0012150

Rendi Febriantama NIM: 0012152

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Sarjana Terapan/Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka
Belitung

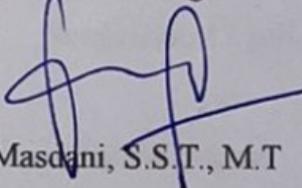
Menyetujui,

Pembimbing 1



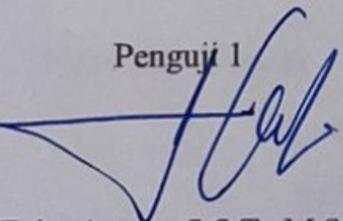
Hasdransah, S.S.T., M.Eng

Pembimbing 2



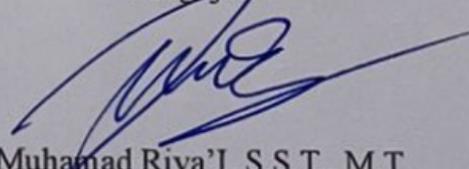
Masrani, S.S.T., M.T

Penguji 1



Fajar Aswin, S.S.T., M.Sc

Penguji 2



Muhamad Riva'I, S.S.T., M.T

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Rachmad Kurniawan NIRM : 0012150

Nama Mahasiswa 2 : Rendi Febriantama NIRM : 0012152

Dengan Judul : Media Pembelajaran Uji Vibrasi *Bearing* Menggunakan
Motor Bakar 13 Hp

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 12 juli 2024

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Rachmad Kurniawan


.....

2. Rendi Febriantama


.....

ABSTRAK

Penelitian ini berfokus pada pengembangan media pembelajaran untuk analisis vibrasi menyeluruh & kondisi bantalan pada komponen bantalan tipe 6201 dan pillow block bearing F204. Inovasi ini bertujuan meningkatkan pemahaman mahasiswa dalam mata kuliah pemeliharaan prediktif, khususnya aspek getaran bantalan, memperluas kapabilitas dari alat yang ada yang terbatas pada pengukuran bantalan seri 6003. Metodologi meliputi tahapan pengumpulan informasi, perancangan, fabrikasi, perakitan, dan evaluasi kinerja. Pengujian fungsionalitas menggunakan Vibroport 80 dari Bruel & Kjaer vibro, dengan tiga variasi kecepatan motor yaitu rendah (1500-1700 rpm), sedang (2000-2400 rpm) dan tinggi (2700-3000 rpm). Penelitian ini berhasil menganalisis korelasi antara kecepatan putar dan intensitas getaran, serta sensitivitas parameter BCU. Hasil menunjukkan korelasi positif yang jelas, dengan pola unik pada rpm rendah, sedang, dan tinggi. Pengukuran getaran keseluruhan dan nilai BCU berhasil direkam untuk bearing 6201 dan pillow block bearing F204 pada berbagai kecepatan. Temuan ini efektif mendemonstrasikan sensitivitas parameter BCU terhadap perubahan kecepatan putaran, dengan tren peningkatan nilai seiring bertambahnya rpm pada kedua jenis bearing. Penelitian ini telah mencapai tujuannya dalam mengkarakterisasi hubungan antara kecepatan putar, besarnya getaran, dan nilai BCU pada sistem bearing yang diteliti.

Kata kunci: analisis vibrasi, BCU (Bearing Condition Unit), getaran keseluruhan (Overall Vibration), media pembelajaran.

ABSTRACT

This research focuses on developing learning media for comprehensive vibration analysis & bearing conditions in type 6201 bearing components and F204 pillow block bearings. This innovation aims to improve students' understanding in predictive maintenance courses, in particular the vibration aspect of bearings, expanding the capabilities of existing tools that are limited to 6003 series bearing measurements. The methodology includes the stages of information collection, design, fabrication, assembly, and performance evaluation. Functionality testing using Vibroport 80 from Bruel & Kjaer vibro, with three variations of motor speed, namely low (1500-1700 rpm), medium (2000-2400 rpm) and high (2700-3000 rpm). This study successfully analyzed the correlation between rotational speed and vibration intensity, as well as the sensitivity of BCU parameters. The results showed a clear positive correlation, with unique patterns at low, medium, and high rpm. The overall vibration measurement and BCU value were successfully recorded for bearing 6201 and pillow block bearing F204 at various speeds. This finding effectively demonstrates the sensitivity of BCU parameters to changes in rotational speed, with a trend of increasing values as rpm increases in both types of bearings. This research has achieved its goal in characterizing the relationship between the rotational speed, the magnitude of vibration, and the BCU value in the bearing system studied.

Keywords: vibration analysis, BCU (Bearing Condition Unit), overall vibration (Overall Vibration), learning media.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini tepat pada waktunya, yang merupakan bagian dari kurikulum Pendidikan Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Tugas akhir yang berjudul “Media Pembelajaran Uji *Vibrasi Bearing* Menggunakan Motor Bakar 13 HP”, merupakan salah satu komponen penting dalam pemenuhan persyaratan akademik program studi kami.

Melalui upaya ini, kami berusaha untuk mengaplikasikan pengetahuan teoritis yang telah diperoleh selama masa perkuliahan ke dalam sebuah produk nyata yang memiliki nilai praktis. Pengembangan media pembelajaran ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan mahasiswa dalam bidang pengujian getaran dan analisis kondisi bantalan.

Dalam proses penyusunannya, penulis telah menerima banyak bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

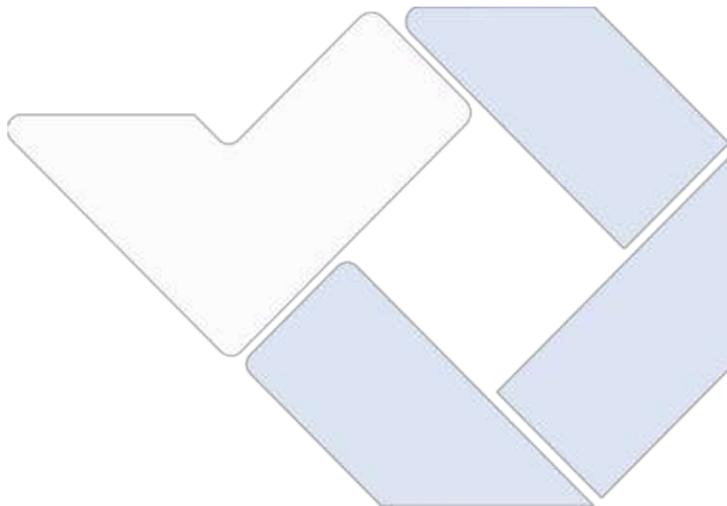
1. Orang tua dan keluarga kami yang selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, atas kepemimpinan dan visinya.
3. Bapak Hasdiansah, S.S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan arahan, masukan, dan dukungan selama proses pengerjaan tugas akhir.
4. Bapak Masdani, S.S.T., M.T selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan saran dan bimbingan yang berharga.
5. Seluruh dosen dan staff Program Studi Perawatan dan Perbaikan Mesin yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama perkuliahan.
6. Rekan-rekan mahasiswa dari Program Studi Perawatan dan Perbaikan Mesin atas solidaritas dan kerja sama tim.

7. Orang-orang yang telah menginspirasi dan memotivasi kami sepanjang perjalanan ini.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan keberkahan kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang.

Akhir kata, penulis berharap laporan tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang teknik mesin.



Sungailiat, 12 Juli 2024

penulis

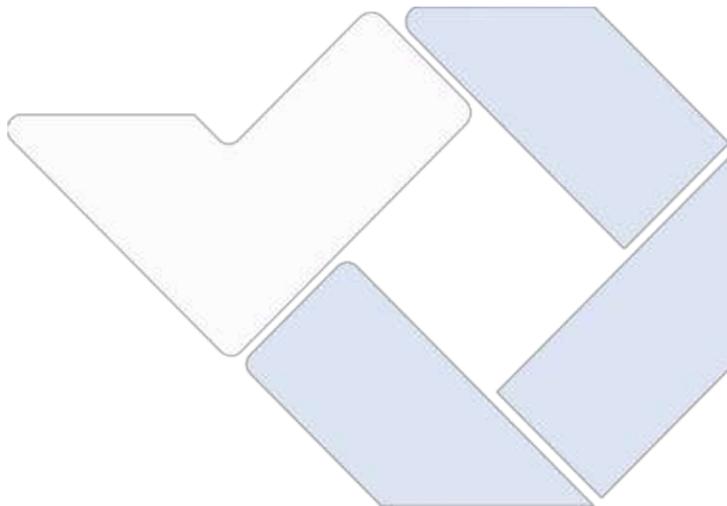
DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan	2
BAB II LANDASAN TEORI	3
2.1 Media Pembelajaran.....	3
2.1.1 Syarat-syarat media pembelajaran	3
2.2 Pengertian <i>Bearing</i>	3
2.3 Bantalan Gelinding dan Elemennya.....	4
2.3.1 Perbedaan <i>bearing</i> 6003 dan 6201	6
2.4 Uji Getaran (Pengukuran Alat Ukur)	7
2.4.1 Alat ukur getaran	7
2.4.2 Standar getaran ISO 10816-3	8
2.5 Dasar-dasar perancangan	9
2.5.1 Merencanakan.....	9
2.5.2 Mengkonsep	9
2.5.3 Merancang	11
2.5.4 Penyelesaian	11
2.6 Bahan dan Alat Penelitian	12
2.7 Komponen-komponen Utama.....	11

2.7.1 Poros	12
2.7.2 Motor bakar 13 hp	13
2.7.3 <i>Pulley</i>	13
2.7.4 <i>V-belt</i>	14
2.7.5 <i>Pillow Block Bearing F204</i>	14
2.7.6 Besi UNP 100	14
2.8 Elemen Pengikat	15
BAB III METODE PELAKSANAAN	16
3.1 Pengumpulan Data	17
3.2 Perancangan Alat	17
3.3 Pembuatan Alat	17
3.4 Perakitan	18
3.5 Uji Coba	18
3.6 Pengambilan Data	19
3.7 Kesimpulan	19
BAB IV PEMBAHASAN	20
4.1 Pengumpulan Data	20
4.2 Perancangan Alat	21
4.2.1 Membuat detail rancangan	23
4.3 Pembuatan Alat	23
4.3.1 Komponen yang dibuat dan dibeli.....	24
4.3.2 Proses manufaktur	24
4.4 Perakitan/ <i>Assembly</i>	25
4.5 Uji Coba	25
BAB V PENUTUP	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar ISO 10816-3	9
Tabel 4.1 Metode Pengumpulan Data	20
Tabel 4.2 Daftar Tuntutan	21
Tabel 4.3 Elemen yang diproduksi dan dibeli	24
Tabel 4.4 Data Pengujian Performa Motor Bakar	26
Tabel 4.5 Hasil pengujian seri <i>bearing</i> 6201	28
Tabel 4.6 Hasil pengujian pada <i>pillow block bearing</i> F204.....	30



DAFTAR GAMBAR

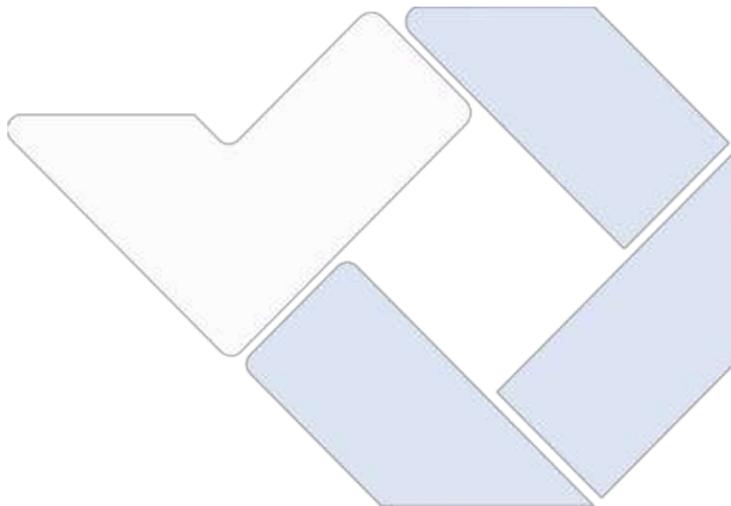
Gambar 2.1 <i>Bearing</i>	4
Gambar 2.2 Komponen Bantalan Gelinding.....	5
Gambar 2.3 Bagian-bagian <i>Bearing</i>	5
Gambar 2.4 Nomor Seri Bantalan (<i>NTN Application Note</i>)	6
Gambar 2.5 Vibroport 80	8
Gambar 2.6 Poros.....	12
Gambar 2.7 Motor Bakar 13 HP	13
Gambar 2.8 <i>Double V-belt Pulley</i>	13
Gambar 2.9 <i>V-belt</i> A-31	14
Gambar 2.10 <i>Pillow Block Bearing</i>	14
Gambar 2.11 Besi UNP 100	15
Gambar 2.12 Macam-macam Mur dan Baut	15
Gambar 3.1 Diagram Alur Metode Pelaksanaan.....	16
Gambar 4.1 Konsep Rancangan.....	22
Gambar 4.2 Detail Rancangan.....	23
Gambar 4.3 Dudukan Mesin	25
Gambar 4.4 Dudukan <i>Pulley V-belt</i> dan Pipa.....	25
Gambar 4.5 <i>Pillow Block Bearing</i>	26
Gambar 4.6 Poros.....	26
Gambar 4.7 <i>Pulley & V-belt</i>	26
Gambar 4.8 Pipa <i>Stainless</i>	27
Gambar 4.9 <i>Cover</i>	27
Gambar 4.10 Pengujian Getaran <i>Bearing</i> Pada Poros	29
Gambar 4.11 Pengujian Getaran Pada <i>Pillow Block Bearing</i>	29
Gambar 4.12 Pemasangan Sensor <i>Speed</i>	30
Gambar 4.13 Pengambilan Data	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran II : Gambar Kerja

Lampiran III : Gambar Kegiatan Kerja



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) yang digagas dan dikembangkan dalam lingkungan pendidikan tinggi memiliki peranan signifikan dalam mendorong peningkatan kualitas hidup masyarakat di sekitarnya. Perkembangan IPTEK menuntut manusia untuk senantiasa melakukan inovasi dan perubahan dalam berbagai aspek kehidupan. Tuntutan tersebut mengharuskan manusia untuk mampu menciptakan hal-hal baru yang sebelumnya belum ada atau melakukan penyempurnaan dan peningkatan efisiensi terhadap sesuatu yang telah ada sebelumnya.

Sebagai salah satu Perguruan Tinggi, Politeknik Negeri Bangka Belitung (Polman Babel) memiliki dedikasi tinggi dalam mendukung pengembangan gagasan baru dan daya cipta guna meningkatkan mutu pengajaran. Kampus ini dilengkapi dengan beragam sarana, termasuk mesin-mesin berteknologi maju yang beroperasi secara otomatis, semi-otomatis, maupun manual. Selain itu, tersedia pula berbagai perangkat pendukung seperti alat penghalus permukaan gergam, pengukur celah presisi, *instrument* pendeteksi getaran, serta berbagai peralatan teknis lainnya. Dalam kurikulum program studi teknik perawatan dan perbaikan mesin, terdapat satu bidang ilmu yang berfokus pada strategi pemeliharaan *prediktif*. Perawatan *prediktif* merupakan salah satu metode perawatan yang menganalisis kondisi mesin, salah satunya melalui pengukuran dan evaluasi getaran yang terjadi pada mesin tersebut. Hal ini bertujuan untuk mendeteksi secara dini potensi kerusakan sehingga tindakan pencegahan dapat diambil sebelum terjadi kerusakan yang lebih parah.

Adapun media pembelajaran yang sudah ada sebelumnya menggunakan motor listrik dan terbatas hanya untuk menguji bantalan seri 6003 02 RSH saja dan tidak dapat digunakan untuk jenis bantalan yang berbeda. Media ini bekerja dengan memutar bantalan 6003 02 RSH menggunakan motor listrik pada kecepatan tertentu, kemudian sensor getaran ditempatkan pada rumah bantalan untuk

mengukur intensitas getaran yang dihasilkan. Data getaran ini kemudian dianalisis untuk menilai kondisi bantalan. Namun, karena keterbatasan desain, media ini tidak dapat mengakomodasi jenis bantalan lain atau variasi kecepatan yang lebih luas. Karena keterbatasan media pembelajaran yang tersedia untuk proses pembelajaran, diperlukan media pembelajaran lainnya. Salah satu contohnya adalah unit kondisi getaran keseluruhan dan bantalan (*Overall Vibration & Bearing Condition Unit/BCU*) yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran.

Melihat tantangan yang dihadapi, kami sebagai mahasiswa tingkat akhir berencana untuk penambahan sebuah media pembelajaran uji vibrasi *bearing* menggunakan motor bakar 13 hp.

Keberadaan alat ukur getaran (*vibration meter*) di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (Polman Babel) diharapkan dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi berbagai jenis dan ukuran *bearing* berdasarkan karakteristik getaran yang ditimbulkannya. Media pembelajaran ini dapat menjadi solusi untuk memfasilitasi proses pembelajaran mahasiswa secara lebih komprehensif, yang sebelumnya terbatas dalam media praktikum. Dengan adanya media pembelajaran ini, mahasiswa dapat memperoleh pemahaman yang lebih mendalam melalui kegiatan praktikum langsung terkait analisis getaran pada *bearing*.

1.2 Rumusan Masalah

Fokus dari proyek akhir ini adalah merumuskan bagaimana cara membangun media pembelajaran uji vibrasi *bearing* dengan penggerak motor bakar 13 hp menggunakan *bearing* seri 6201 dan *pillow block bearing* F204 pada putaran motor bakar dengan *range* 1500-3000 RPM.

1.3 Tujuan

Tujuan dari proyek akhir ini adalah membuat dan mengembangkan media pembelajaran uji vibrasi *bearing* dengan penggerak motor bakar 13 hp menggunakan *bearing* seri 6201 dan *pillow block bearing* F204 pada putaran motor bakar dengan *range* 1500-3000 RPM.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Media Pembelajaran

Media pembelajaran adalah alat yang dapat membantu proses belajar mengajar dan berfungsi untuk memperjelas makna pesan yang disampaikan, sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran dengan lebih baik dan sempurna. (Kustandi & Sutjipto, 2013: 8).

Berdasarkan beberapa pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran adalah suatu alat bantu yang dapat digunakan untuk menyalurkan atau menyampaikan suatu materi pembelajaran agar mahasiswa menjadi lebih mudah dalam menyerap materi yang diajarkan. Selain itu media juga berfungsi untuk meningkatkan motivasi belajar mahasiswa dan meningkatkan minat belajar agar pembelajaran menjadi lebih efisien dan efektif.

2.1.1 Syarat-syarat Media Pembelajaran

Efektivitas media pembelajaran bergantung pada berbagai syarat kunci :

- 1) Relevansi dengan tujuan pembelajaran dan materi
- 2) Kesederhanaan dalam penggunaan
- 3) Daya Tarik untuk meningkatkan minat belajar
- 4) Manfaat yang jelas dalam membantu pemahaman
- 5) Keakuratan informasi yang disajikan
- 6) Keamanan dalam penggunaan

2.2 Pengertian *Bearing*

Bearing merupakan komponen mesin yang berperan penting dalam memfasilitasi gerakan relatif antara dua atau lebih bagian mesin. Fungsi utamanya adalah membatasi arah gerakan komponen-komponen tersebut agar selalu sesuai dengan lintasan yang diinginkan. Dalam kasus poros yang berputar, *bearing* menjamin agar poros selalu berotasi dengan akurat terhadap sumbu putarnya. Disisi lain, untuk komponen yang bergerak secara lurus (*linier*), *bearing* bertugas menjaga

agar komponen tersebut tidak menyimpang dari jalur lintasannya (SKF Group, 2018)

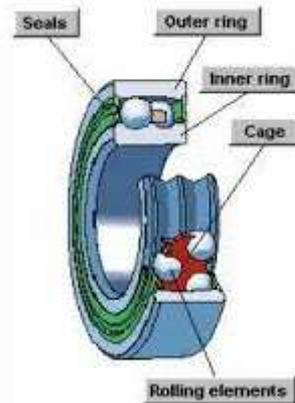
Dengan memandukan gerakan komponen mesin secara presisi, *bearing* membantu meminimalisir gerakan berlebih yang dapat menyebabkan keausan dini, pemanasan berlebihan, dan kerusakan komponen lainnya (Harnoy, 2002). *Bearing* diaplikasikan pada berbagai jenis mesin, seperti mesin-mesin produksi, kendaraan bermotor, peralatan transportasi dan lain sebagainya (Eschmann et al., 2015). Pemilihan tipe *bearing* yang sesuai, baik itu *roller bearing*, *ball bearing*, *needle bearing*, atau jenis lainnya, bergantung pada faktor-faktor seperti beban kerja, kecepatan operasi, kondisi lingkungan, serta persyaratan teknis lainnya (Norton, 2013)



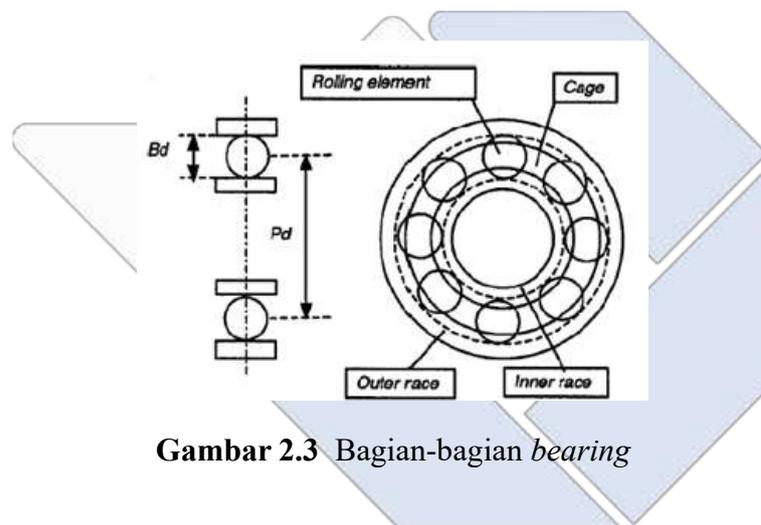
Gambar 2.1 *Bearing*

2.3 Bantalan Gelinding dan Elemennya

Komponen bantalan (*bearing*) merupakan komponen kritis dalam sistem mekanis yang berperan sebagai pendukung beban pada poros, memfasilitasi pergerakan relatif antar elemen mesin. Di antara berbagai jenis bantalan, bantalan gelinding atau yang dikenal dalam Bahasa Inggris sebagai *rolling bearing*, merupakan salah satu tipe yang banyak diaplikasikan. Bantalan gelinding terdiri dari komponen dasar yaitu *inner ring*, *outer ring*, *rolling element*, *seals* dan *cage* (sangkar) sesuai dengan gambar 2.2 komponen bantalan gelinding (Aji, 2007)



Gambar 2.2 Komponen bantalan gelinding (Kiral, 2002)

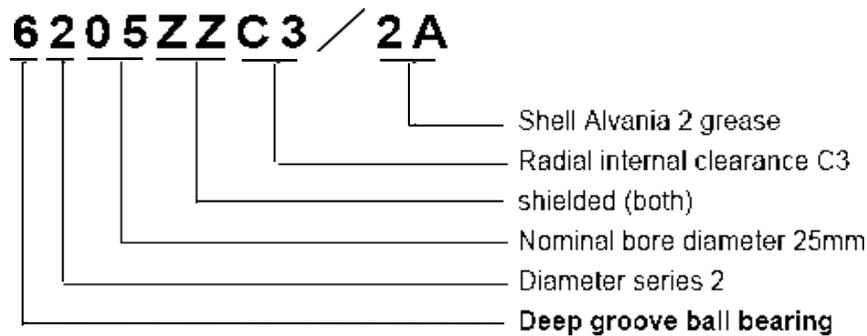


Gambar 2.3 Bagian-bagian *bearing*

Material bola/gelinding biasanya dibuat dari campuran logam kromium dan baja karbon tinggi yang ditempa untuk meningkatkan kekerasannya. Selanjutnya, proses pemisahan dilakukan dengan menggunakan baja karbon rendah dan dicetak untuk membentuk struktur yang diinginkan.

Ada beragam jenis dan ukuran bantalan gelinding. Misalnya, bantalan radial satu baris diklasifikasikan menjadi empat jenis: sangat ringan, ringan, sedang ringan, dan berat. Seri berat ditandai dengan angka 400.

Umumnya, Perusahaan manufaktur menerapkan sistem penomoran dimana dua digit terakhir yang dikalikan dengan lima mencerminkan ukuran diameter dalam milimeter. Digit ketiga dari kanan menunjukkan nomor seri bantalan (*bearing*).



Gambar 2.4 Nomor Seri Bantalan (*NTN Application Note*)

Komponen bantalan yang diidentifikasi dengan kode 6205 termasuk dalam kategori bantalan untuk beban menengah, yang ditunjukkan oleh angka 2 dalam kodenya. Dimensi utamanya mencakup lubang dalam berdiameter 25 mm dan diameter luar 60 mm. Bantalan ini tergolong dalam jenis ‘Bantalan Bola Alur Dalam’ atau yang dalam Bahasa Inggris dikenal sebagai *Deep Groove Ball Bearing*.

Pemilihan bantalan yang tidak sesuai dengan spesifikasi desain dapat mengakibatkan kegagalan komponen. Kerusakan pada bantalan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk fraktur atau retak pada komponen, degradasi permukaan akibat gesekan berlebih, kesalahan dalam proses pemasangan, penggunaan pelumas yang tidak sesuai, cacat produksi pada komponen bantalan, ketidakseragaman ukuran elemen gelinding. Kerusakan-kerusakan ini dapat menyebabkan getaran abnormal yang timbul dari distribusi gaya kontak yang tidak merata. Dalam kondisi ideal, gaya kontak seharusnya terdistribusi secara seimbang di seluruh elemen gelinding dan jalur bantalan. Namun ketika terjadi kerusakan, distribusi gaya ini menjadi tidak seragam, yang dapat menyebabkan kinerja bantalan menurun dan potensi kegagalan meningkat.

2.3.1 Perbedaan *Bearing* 6003 dan 6201

Bearing 6003 dan 6201 merupakan dua jenis *ball bearing* yang memiliki perbedaan signifikan dalam ukuran dan aplikasinya. *Bearing* 6003 memiliki diameter dalam 17 mm, diameter luar 35 mm, dan lebar 10 mm, sementara *bearing* 6201 berukuran diameter dalam 12 mm, diameter luar 32 mm, dan lebar 10 mm. Perbedaan ukuran ini memengaruhi kapasitas beban dan penggunaan masing-

masing *bearing*, di mana 6003 umumnya digunakan untuk peralatan yang lebih besar atau memerlukan kapasitas beban lebih tinggi, sedangkan 6201 lebih cocok untuk aplikasi dengan kebutuhan diameter dalam yang lebih kecil.

2.4 Uji Getaran (Pengukuran Alat Ukur)

Uji vibrasi merupakan metode penting dalam pemeliharaan prediktif untuk menilai kondisi mesin. Pengukuran *overall vibration* memberikan gambaran umum tentang kondisi mesin dengan mengukur total energi getaran dalam rentang frekuensi tertentu, biasanya dinyatakan dalam satuan *velocity* (mm/s atau in/s) atau *acceleration* (g). Sementara itu, BCU (*Bearing Condition Unit*) adalah satuan khusus yang digunakan untuk menilai kondisi *bearing*, dengan tujuan mendeteksi kerusakan dini. Skala BCU umumnya berkisar dari 0 hingga 100, di mana nilai yang lebih tinggi mengindikasikan kondisi *bearing* yang lebih buruk. Pengukuran *vibrasi* biasanya melibatkan penggunaan sensor *accelerometer*, alat pengukur vibrasi, dan analisis data seperti spektrum frekuensi dan tren waktu untuk memberikan pemahaman komprehensif tentang kondisi operasional mesin.

2.4.1 Alat ukur getaran

Instrumen pengukur getaran, yang dikenal sebagai *vibrometer*. Merupakan perangkat penting dalam analisis kinerja mesin. Alat ini dirancang untuk mendeteksi dan mengukur getaran yang terjadi pada suatu unit saat beroperasi. Perlu dipahami bahwa setiap mesin dengan komponen bergerak atau berputar akan menghasilkan getaran sebagai konsekuensi alami dari operasinya.

Vibrometer memainkan peran krusial dalam pemantauan kondisi mesin. Alat ini mampu mengukur berbagai parameter getaran dengan presisi tinggi, termasuk kecepatan, frekuensi putaran (RPM), dan amplitudo perpindahan (diukur dari puncak ke puncak). Keunggulan *vibrometer* terletak pada kemampuannya untuk memberikan data akurat, mengeliminasi risiko kesalahan pengukuran yang sering terjadi pada metode estimasi manual.

Selain meningkatkan akurasi, penggunaan *vibrometer* juga menyederhanakan proses pengumpulan dan analisis data. Dalam konteks penelitian ini, model

vibrometer yang digunakan adalah vibroport 80, yang dipilih karena fitur dan keandalannya dalam aplikasi pengukuran getaran industri.



Gambar 2.5 Vibroport 80

2.4.2 Standar getaran ISO 10816-3

Standar ISO 10816-3 menyediakan kriteria untuk mengevaluasi getaran mesin menurut pengukuran yang dilakukan pada komponen yang tidak berputar, seperti bantalan, alas bantalan, atau rumah. Standar ini berfungsi sebagai pedoman umum untuk menentukan kondisi mesin secara keseluruhan berdasarkan besarnya getaran dan perubahan tingkat getaran dari waktu ke waktu. Meskipun ini bukan satu-satunya faktor yang perlu dipertimbangkan saat mengidentifikasi kesalahan, standar ini sangat berguna untuk melakukan analisis getaran dasar.

ISO 10816-3 secara khusus berlaku untuk perangkat mesin yang memiliki daya di atas 15 kW dan kecepatan operasi antara 120 dan 15.000 RPM. Kategori ini mencakup motor industri umum, pompa generator, kompresor putar, blower dan kipas, serta beberapa jenis turbin. Tentu saja, beberapa mesin memiliki persyaratan daya atau kecepatan di luar cakupan standar. Namun, Sebagian besar mesin yang mungkin anda temui dapat dievaluasi menurut pedoman ini.

Tabel 2.1 Standar ISO 10816-3

ISO 10816-3 vibration standard		Machine group 4 Integral driver		Machine group 3 External driver		Machine group 2 Motors 180 mm ≤ H ≤ 315 mm		Machine group 1 Motors 315 mm ≤ H	
Velocity		Pumps > 15 kW Radial, axial, mixed flow				Medium sized machines 15 kW < P ≤ 300 kW		Large machines 300 kW < P < 50 MW	
mm/s rms	in/sec rms								
11	0.44				D				
7.1	0.28				C				
4.5	0.18								
3.5	0.11				B				
2.8	0.07								
2.3	0.04								
1.4	0.03				A				
0.71	0.02								
Foundation		Rigid	Flexible	Rigid	Flexible	Rigid	Flexible	Rigid	Flexible

A New machine condition
B Unlimited long-term operation allowable

C Short-term operation allowable
D Vibration causes damage

Merujuk pada pedoman ISO10816-3 membantu untuk mengidentifikasi mesin yang bermasalah dengan cepat dan melakukan perawatan yang terarah sebelum kerusakan yang lebih serius terjadi. Ini adalah alat yang berharga dan mudah digunakan untuk pemantauan berbasis kondisi yang lebih efektif.

2.5 Dasar-dasar perancangan

Menurut sumber pembelajaran yang kami pelajari, proses optimalisasi hasil rancangan mekanik melibatkan serangkaian tahapan perancangan yang sistematis. Berikut adalah tahapan-tahapan tersebut:

2.5.1 Merencanakan

Perencanaan adalah langkah pertama dalam proses perancangan. Pada tahap ini, aktivitas meliputi penentuan tugas yang mencakup penelitian kelayakan, analisis pasar, temukan riset, konsultasi pelanggan, pengembangan awal, perlindungan hak kekayaan intelektual, dan evaluasi dampak lingkungan.

2.5.2 Mengkonsep

Seseorang perancang perlu menguraikan tantangan dan gagasan terkait produk, tujuan produk, opsi fungsi, dan variasi untuk mencapai hasil akhir. Proses

ini menghasilkan konsep produk. Langkah-langkah dalam mengkonseptualisasikan adalah sebagai berikut:

➤ Definisi tugas

Tahapan ini melibatkan pengumpulan dan kelengkapan informasi terkait dengan keputusan pada tahap perencanaan sebelumnya. Informasi yang dikumpulkan bertujuan untuk menyusun daftar tuntutan atau persyaratan yang harus dipenuhi oleh produk yang akan dikembangkan. Dengan kata lain, pada tahap ini kita mengidentifikasi dan merumuskan secara jelas berbagai kebutuhan dan ekspektasi dari calon pengguna atau masyarakat yang akan memanfaatkan produk tersebut. Hasil dari pendefinisian tugas ini akan menjadi panduan dalam mengembangkan produk yang sesuai dengan harapan dan memenuhi tujuan penggunaannya.

➤ Daftar tuntutan

Daftar persyaratan yang disusun pada tahap pendefinisian tugas berfungsi sebagai pedoman kerja yang harus dijadikan acuan dalam proses pengembangan konsep produk. Daftar ini akan dimanfaatkan untuk mengevaluasi dan memvalidasi apakah rancangan produk hasil dari keseluruhan proses perancangan telah memenuhi kriteria yang ditetapkan. Isi dari daftar persyaratan tersebut dapat mencakup spesifikasi, target kinerja, atau tuntutan lain yang harus dipenuhi oleh produk yang akan dibuat agar sesuai dengan harapan dan kebutuhan calon pengguna atau pasar.

➤ Analisa fungsi bagian

Pada tahap selanjutnya adalah memberikan penjelasan tentang fungsi keseluruhan. Sementara itu, rancangan dasar suatu barang menjelaskan mekanisme kerjanya dalam memenuhi tujuan-tujuan yang ditetapkan. Pada fase ini, juga dijabarkan proses pembagian komponen utama menjadi berbagai elemen pendukung di tiap sektornya.

➤ Eksplorasi opsi fungsionalitas komponen dan seleksi alternatif terbaik.

➤ Pada tahapan ini, dilakukan pencarian berbagai kemungkinan alternatif solusi dalam mewujudkan fungsi-fungsi setiap subsistem atau komponen penyusun produk. Setelah opsi-opsi alternatif tersebut diidentifikasi, proses selanjutnya

adalah melakukan evaluasi dengan membandingkan kelebihan dan kekurangan masing-masing alternatif berdasarkan kriteria kegunaan dan kinerja yang diharapkan. Pilihan akhir akan jatuh pada alternatif yang dinilai memiliki peluang keberhasilan tertinggi dalam memenuhi persyaratan dan sasaran yang telah ditetapkan sebelumnya.

- **Kombinasi fungsi bagian**
Opsi-opsi terpilih dari setiap subsistem atau komponen selanjutnya diintegrasikan dan disatukan untuk membentuk satu kesatuan sistem yang layak dan memenuhi persyaratan.
- **Variasi konsep**
Ide dasar yang telah ada dikembangkan lebih lanjut atau dimodifikasi guna memaksimalkan efektivitas rancangan.
- **Keputusan akhir**
Menjadi opsi terpilih yang telah disepakati dan berfungsi sebagai acuan utama dalam tahapan pelaksanaan tersebut.

2.5.3 Merancang

Permasalahan yang harus diperhatikan pada tahap ini, yaitu :

1. Menyiapkan diagram desain struktur
2. Membuat sketsa komponen
3. Pembuatan daftar komponen
4. Penyusunan panduan perawatan
5. Evaluasi komponen yang akan digunakan pada alat yang direncanakan

2.5.4 Penyelesaian

Untuk menyelesaikan rancangan sistem ini, beberapa langkah penting perlu dilakukan. Langkah-langkah tersebut meliputi :

1. Pembuatan skema sistem rencana
2. Penyusunan ilustrasi operasional
3. Penyusunan inventaris bagian
4. Pembuatan panduan pemeliharaan

2.6 Bahan dan Alat Penelitian

Material yang akan dimanfaatkan dalam studi ini mencakup bantalan (*bearing*), plat besi, *shaft* (poros), *pillow block bearing*, *pulley* dan *belt*, dan pipa *stainlees*. Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini meliputi peralatan menulis, mesin frais, mesin bubut, peralatan pengelasan, serta berbagai jenis kunci seperti kunci pas dan kunci ring.

2.7 Komponen-komponen Utama

Dalam sebuah sistem mekanis, terdapat beberapa elemen kunci yang berperan penting dalam menunjang fungsi dan keseluruhan. Berikut ini adalah komponen-komponen utama, sebagai berikut:

2.7.1 Poros

Poros, juga dikenal sebagai *shaft*, merupakan komponen vital dalam sistem mekanis yang berfungsi sebagai penghantar energi rotasi. Umumnya memiliki penampang melintang berbentuk lingkaran, poros berperan penting dalam mentransmisikan daya dari satu titik ke titik lainnya dalam sebuah mesin atau antara perangkat penghasil dan penerima daya. Sebagai salah satu elemen fundamental dalam konstruksi mesin, poros memiliki peran krusial. Ia berfungsi sebagai tumpuan bagi berbagai komponen berputar seperti roda gigi dan *pulley*. Untuk menjamin kinerja optimal, poros ditopang oleh bantalan yang terpasang dengan kokoh pada rangka atau badan mesin (Budynas, 2011).



Gambar 2.6 Poros

2.7.2 Motor bakar 13 HP

Mesin pembakaran internal yang menggunakan bensin sebagai bahan bakar merupakan salah satu jenis penggerak utama dalam berbagai aplikasi. Salah satu variannya mampu menghasilkan tenaga puncak hingga 13 daya kuda (hp). Mesin jenis ini sering dipilih karena beberapa keunggulannya, terutama efisiensi konsumsi bahan bakar yang tinggi dan kemampuan menghasilkan torsi yang signifikan. (Prasetyo, 2024)



Gambar 2.7 Motor bakar 13 HP

2.7.3 Pulley

Katrol, atau yang dikenal dalam dunia teknik sebagai *pulley*, merupakan komponen vital dalam sistem transmisi daya mekanis. Fungsi utamanya adalah mentransfer dan mengubah gerakan rotasi yang dihasilkan oleh motor penggerak. Proses ini dicapai melalui penggunaan sabuk atau tali yang melingkari katrol, memungkinkan perpindahan energi *kinetic* dari satu poros ke poros lainnya. Desain katrol yang beragam memungkinkan penyesuaian kecepatan dan torsi sesuai kebutuhan aplikasi tertentu, menjadikannya elemen kunci dalam berbagai mesin dan peralatan industry. (Dewi, 2024)



Gambar 2.8 Double V Belt Pulley

2.7.4 *V-belt*

V-belt merupakan komponen elastis berbentuk lingkaran tertutup yang berfungsi sebagai penghubung mekanis antara dua poros berputar. Dalam kasus ini, *V-belt* dengan spesifikasi A-40 digunakan sebagai komponen transmisi daya.



Gambar 2.9 *V-belt* A-40

2.7.5 *Pillow Block Bearing* F204

Wadah bantalan, yang juga dikenal sebagai *pillow block bearing*, berfungsi sebagai landasan penting dalam sistem mekanis. Komponen ini dirancang untuk menopang dan memfasilitasi pergerakan poros, dengan memanfaatkan berbagai jenis bantalan (*bearing*) yang sesuai. Selain itu, wadah ini dilengkapi dengan beragam aksesoris pendukung untuk mengoptimalkan kinerja dan keandalan sistem secara keseluruhan. Peran utamanya adalah menjaga stabilitas dan efisiensi operasional poros dalam berbagai aplikasi mesin. (Wijaya, 2023)

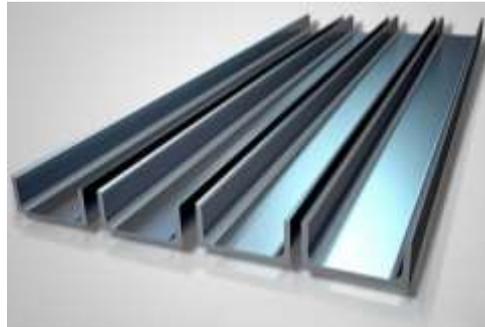


Gambar 2.10 *Pillow Block Bearing*

2.7.6 *Besi UNP 100*

Profil baja UNP, yang memiliki penampang menyerupai huruf “U”, umumnya digunakan sebagai elemen penghubung atau penyangga dalam

konstruksi atap. Dalam konteks tertentu, baja UNP dengan dimensi 32 cm x 10 cm dapat berfungsi sebagai kerangka pendukung untuk sistem katrol sabuk (*pulley belt*).



Gambar 2.11 Besi UNP 100

2.8 Elemen Pengikat

Dalam suatu sistem rancang bangun, pasti dibutuhkan suatu perangkat yang bisa menyatukan atau menghubungkan antara satu elemen dengan elemen lainnya.

1. Mur dan Baut

Dalam dunia permesinan, mur dan baut memainkan peran vital sebagai komponen pengikat. Keduanya merupakan elemen kunci dalam menjaga keutuhan dan stabilitas sebagai rangkaian mekanis.

Pada konstruksi mesin, mur dan baut memiliki beragam aplikasi penting. Beberapa contoh penggunaannya meliputi :

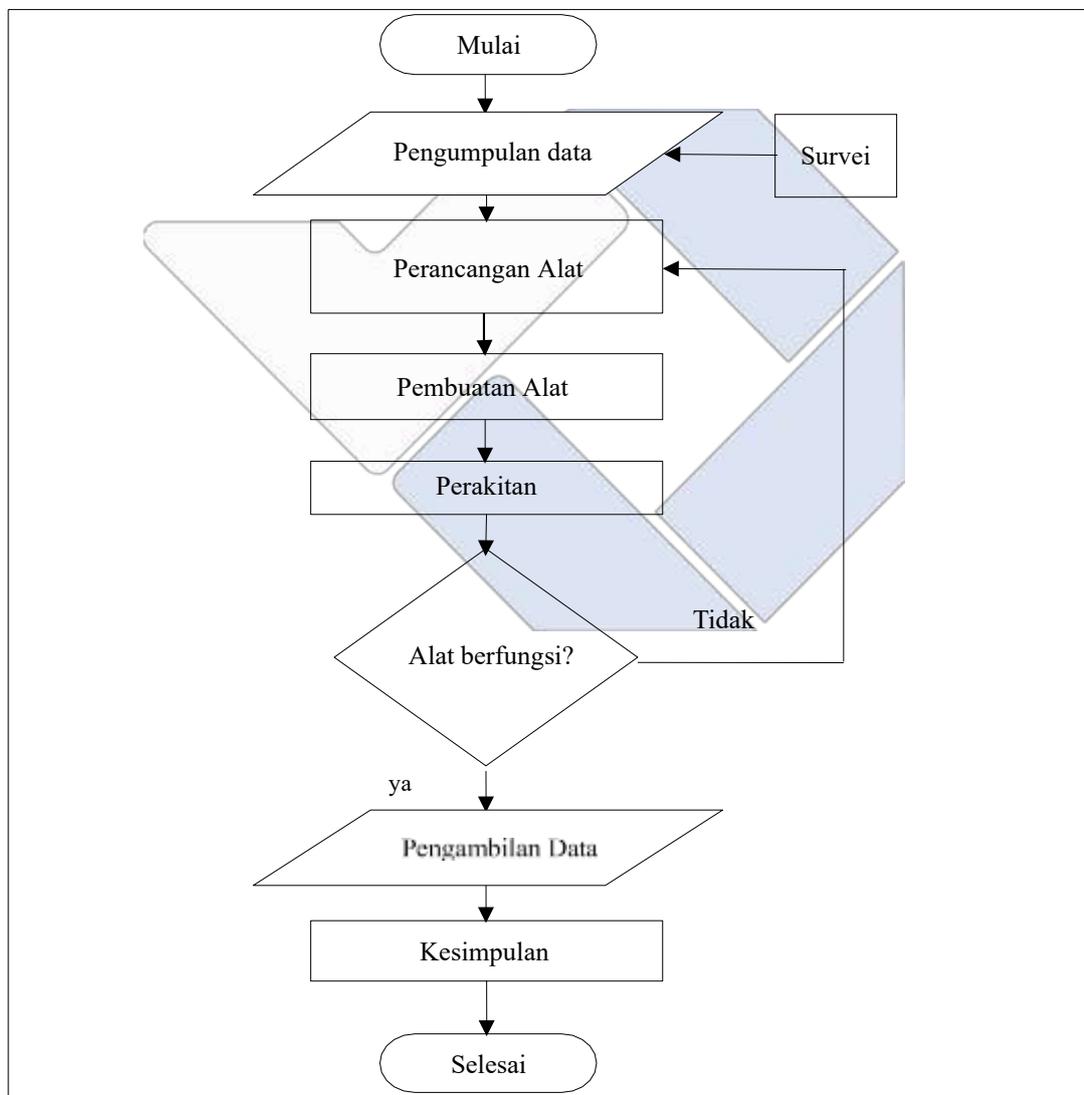
- a. sebagai pengencang pada landasan motor bakar



Gambar 2.12 Macam-macam Mur dan Baut

BAB III METODE PELAKSANAAN

Untuk memastikan langkah-langkah yang diambil lebih terstruktur dan terukur, sehingga sasaran yang ditetapkan dapat diwujudkan, kami menyajikan rangkaian aktivitas dalam format bagan arus ini dapat ditemukan pada gambar 3.1 di bawah ini. Dalam menyelesaikan proyek penutup ini, kami menerapkan metodologi yang berfokus pada perancangan :



Gambar 3.1 Diagram Alur Metode Pelaksanaan

3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengidentifikasi komponen-komponen yang ada pada perangkat serta terkait dengan perangkat untuk mendukung proses pengembangan perangkat. Proses ini bertujuan untuk merancang media pembelajaran yang efektif dan relevan untuk materi spesifik pengujian getaran keseluruhan dan BCU (*Bearing condition unit*). Fokus utama pengumpulan data adalah mengidentifikasi dan mengintegrasikan alat ukur yang tepat, terutama Vibroport 80, untuk pengukuran vibrasi yang akurat dalam konteks pembelajaran. Selain itu, data yang dikumpulkan juga bertujuan untuk memastikan bahwa media pembelajaran memenuhi syarat-syarat penting, seperti keamanan penggunaan oleh mahasiswa, kemudahan dalam praktik dan operasional, ketahanan komponen, dan kemudahan perawatan. Pengumpulan data meliputi survei lapangan di laboratorium teknik mesin, studi literatur, analisis spesifikasi teknis komponen, konsultasi dengan pakar, dan evaluasi pedoman keselamatan. Melalui proses ini, diharapkan dapat dirancang sebuah media pembelajaran yang tidak hanya memenuhi tujuan akademis tetapi juga memberikan pengalaman praktis yang relevan bagi mahasiswa dalam memahami dan melakukan pengujian getaran, serta mengoptimalkan desain untuk pengukuran yang akurat dan representatif terhadap kondisi nyata di industri.

3.2 Perancangan Alat

Setelah proses pengumpulan dan analisis data selesai, langkah berikutnya adalah merancang media pembelajaran untuk pengujian getaran keseluruhan dan BCU sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

3.3 Pembuatan Alat

Seusai tahap perancangan alat bantu pengajaran, langkah berikutnya adalah memproduksi bagian-bagian mesin yang diperlukan. Proses ini melibatkan berbagai metode permesinan, termasuk pembuatan lubang dengan bor dan penghalusan permukaan menggunakan gerinda, yang keduanya dilakukan secara manual.

3.4 Perakitan

Perakitan merupakan serangkaian langkah yang melibatkan penyatuan berbagai elemen atau bagian menjadi satu kesatuan fungsional, sesuai dengan spesifikasi desain yang telah ditetapkan sebelumnya. Proses ini mengikuti urutan yang telah direncanakan dengan cermat. Tahap perakitan diawali ketika seluruh komponen telah tersedia dan siap untuk digabungkan. Kegiatan ini dianggap selesai saat semua bagian telah terintegrasi dengan baik, membentuk produk akhir yang utuh dan sesuai dengan rancangan awal.

Media pembelajaran terstruktur dari sistem kerja yang dirangkai dengan cermat sesuai dengan panduan gambar atau sketsa yang telah disusun sesuai dengan standar dan fungsinya masing-masing. Setelah tahap ini selesai, alat atau mesin tersebut siap untuk diuji. Berikut adalah tahapan perakitan:

1. Penyangga/dudukan
2. Pemasangan komponen pengikat/klem
3. Perakitan kopling dan poros
4. Pemasangan rumah/*casing* untuk *bearing*
5. Pemasangan elemen bantalan/*bearing*
6. Pemasangan papan/alas sebagai dudukan pondasi mesin

3.5 Uji Coba

Fase ini kegiatan yang dilakukan adalah memahami fungsi operasional mesin dengan cara mengimplementasikan sistem kerja dari alat tersebut. Tahapan pertama pengujian adalah uji fungsi, yang bertujuan untuk mengevaluasi apakah alat dapat beroperasi sesuai dengan yang telah direncanakan. Jika terdapat ketidaksesuaian dengan harapan, maka sistem yang mengalami masalah akan diperbaiki sesuai dengan diagram alir yang telah ditetapkan. Setelah mesin berfungsi dengan baik, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian getaran dan kondisi unit bantalan (BCU) menggunakan vibroport 80. Tujuan penggunaan vibroport 80 dalam pengujian BCU adalah untuk mengukur dan menganalisis vibrasi secara akurat, mendeteksi potensi kerusakan pada bantalan, serta memberikan data yang komprehensif tentang kondisi operasional mesin. Penggunaan alat ini juga

bertujuan untuk membiasakan mahasiswa dengan peralatan pengukuran standar industri, meningkatkan pemahaman mereka tentang analisis getaran dan mengembangkan keterampilan praktis dalam diagnosis kondisi mesin.

3.6 Pengambilan Data

Fase ini memanfaatkan informasi yang terkumpul sebagai tolak ukur untuk menilai efektivitas perangkat yang telah kami kembangkan. Proses ini memungkinkan kami untuk melakukan evaluasi menyeluruh terhadap kualitas mesin yang dihasilkan. Kami mengolah data pengukuran vibrasi bantalan dan menyajikan dalam format tabulasi. Tujuannya adalah untuk menentukan performa dari dua jenis bantalan yang kami gunakan yaitu seri *bearing* 6201 dan *pillow block bearing* F204.

3.7 Kesimpulan

Tahap akhir dari seluruh rangkaian proses adalah penarikan simpulan. Pada bagian ini, kami menarik kesimpulan berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh dari serangkaian uji coba pada alat. Penyusunan kesimpulan ditujukan untuk memberikan jawaban atas tujuan-tujuan yang telah digariskan di bagian awal, tepatnya pada bab 1 (pertama).

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data melibatkan berbagai teknik yang bertujuan mengumpulkan informasi dalam mempertimbangkan pengembangan media pembelajaran untuk pengujian getaran *overall* dan BCU pada *bearing*. Dalam pengumpulan data ini kami melakukan dua tahapan yang berbeda. Tahap pertama yang kami jalankan adalah observasi, tahap ini dilakukan dengan cara melakukan survei pada bengkel polman babel terutama pada sektor perawatan *prediktif* dalam analisis getaran pada *bearing* dan pengalaman pribadi dari serangkain praktikum yang telah kami lakukan sebelumnya. Hasil data yang didapatkan adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Metode Pengumpulan Data

NO	Tahapan	Hasil
1	Survei lapangan	Media pembelajaran yang tersedia pada pengujian getaran <i>bearing</i> terbatas hanya mengukur satu jenis <i>bearing</i> saja dan ukuran konstruksi yang terlalu kecil dan ringan sehingga kurang menggambarkan kondisi nyata di lapangan.
2	Pengalaman praktikum	Media pembelajaran yang tersedia hanya menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama dan menggunakan elemen-elemen yang kurang kompleks. Sehingga praktikum yang dilakukan kurang komprehensif pada elemen mesin.

Adapun pengumpulan informasi pendukung dalam pengembangan media pembelajaran untuk pengujian getaran *overall* dan *bearing condition unit* (BCU). Salah satu sumber referensi adalah konten video daring dengan judul yang mengacu

pada analisis getaran *bearing* menggunakan metode sederhana Video tersebut mendemonstrasikan penggunaan alat pengukur getaran portable dari China, spesifik model 7120. Prosedur pengukuran dimulai dari titik terdekat dengan kopling, melakukan pengambilan data secara vertikal, diikuti dengan pengukuran arah radial dan aksial.

Setelah menyelesaikan evaluasi getaran pada komponen bantalan, fokus pengukuran beralih ke unit penggerak motor. Pada bagian ini, pengukuran dilakukan dengan orientasi *aksial* dan *radial* untuk mendapatkan data komprehensif mengenai kondisi operasional motor.

Metodologi ini memberikan pendekatan sistematis dalam menganalisis karakteristik getaran pada sistem mekanis, memungkinkan identifikasi potensi masalah dan evaluasi kinerja peralatan secara keseluruhan.

4.2 Perancangan Alat

Setelah proses pengumpulan dan pengolahan data selesai, berikutnya adalah merancang alat media pembelajaran uji vibrasi *bearing* menggunakan motor bakar 13 hp. Rancangan ini dibuat berdasarkan serangkaian tuntutan yang telah ditetapkan. Berikut ini adalah daftar tuntutan untuk pengembangan dan perancangan media pembelajaran yang mencakup pengujian vibrasi keseluruhan dan analisis BCU:

Tabel 4.2 Daftar Tuntutan

No.	Daftar Tuntutan	Deskripsi
1	Media pembelajaran dapat beroperasi dengan baik sesuai tujuan, menunjukkan kinerja optimal dalam implementasinya	Media pembelajaran yang diimplementasikan mampu menghasilkan data getaran bantalan yang telah direkam menggunakan instrumen pengukur vibrasi <i>portable</i> (<i>vibroport</i>)

2	Media pembelajaran yang dibuat aman dan mudah dpraktikkan oleh mahasiswa	Media pembelajaran dirancang dengan mempertimbangkan aspek keselamatan dan kemudahan penggunaan. Semua komponen bergerak dilengkapi pelindung yang memadai untuk mencegah kecelakaan.
3	Media pembelajaran memiliki ketahanan dan kemudahan dalam perawatan	Media pembelajaran menggunakan material berkualitas tinggi yang tahan lama dan tahan korosi. Komponen-komponen kritis dirancang agar mudah diakses untuk pemeriksaan rutin dan perawatan.

Berikut ini disajikan konsep desain media pembelajaran uji vibrasi *bearing* menggunakan motor bakar 13 hp. Setiap variasi rancangan yang diusulkan akan disertai dengan penjelasan mengenai prinsip operasinya.

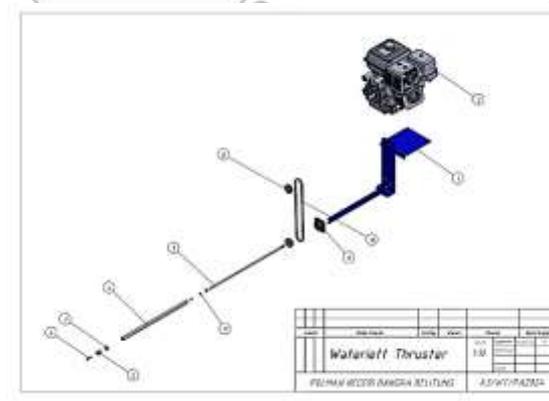


Gambar 4.1 Konsep Rancangan

Pada rancangan alat ini menggunakan kombinasi plat siku dan plat UNP sebagai kerangka utama . Sistem transmisi daya terdiri dari *double pulley* tipe A2 x 3 inch yang terhubung dengan *V-belt* ukuran A40. Poros utama memiliki diameter 20 mm dan dipasang pada *pillow block bearing* F204. Pada ujung *poros* ini, dibuat lubang bor dengan diameter 12 mm. ke dalam lubang ini, dimasukkan poros *stainless* berdiameter 12 mm. Selanjutnya, digunakan pipa *stainless steel* yang didalamnya dipasang dua buah *bearing* tipe 6201 dan satu *seal*. Terakhir, terdapat komponen kuningan dengan Panjang 28 mm dan diameter 32 mm, yang berfungsi sebagai komponen pendukung lainnya.

4.2.1 Membuat Detail Rancangan

Pada fase berikutnya, kita akan mengembangkan sketsa konseptual. Selama proses ini, berbagai elemen akan disempurnakan guna menciptakan desain, fokus pada getaran menyeluruh dan *Bearing Condition Unit* (BCU). Tujuannya adalah menghasilkan rancangan struktural yang efisien dan mudah dipahami.



Gambar 4.2 Detail Rancangan

4.3 Pembuatan Alat

Fabrikasi komponen-komponen media pembelajaran untuk getaran bantalan, yang menggunakan motor bakar 13 hp, melibatkan beragam teknik pemesinan. Proses ini mencakup penggunaan gerinda *portable*, mesin frais, mesin bubut, dan pengelasan. Sebelum memulai tahap produksi, sangat disarankan untuk menyusun

SOP (*Standar Operasional Prosedur*) terlebih dahulu. Langkah ini bertujuan untuk memastikan proses manufaktur berjalan secara sistematis dan terorganisir.

4.3.1 Komponen Yang Dibuat dan Dibeli

Sebelum merancang prosedur operasi standar, penting untuk mengidentifikasi elemen-elemen yang akan diproduksi secara internal dan yang diperoleh dari sumber eksternal. Berikut ini adalah daftar komponen yang akan dimanufaktur sendiri dan yang akan diadakan melalui pembelian:

Tabel 4.3 Elemen yang diproduksi dan dibeli

Elemen-elemen yang diproduksi	Bagian-bagian yang diperoleh dari eksternal
Pipa <i>stainlees</i>	Plat siku, strip dan UNP
Poros	<i>Bearing</i>
	<i>Pulley</i> dan <i>V-belt</i>
	Poros <i>stainlees</i>
	<i>Seal</i>
	<i>Pillow block bearing</i>
	Mur dan baut

4.3.2 Proses Manufaktur

Realisasi struktur peralatan dieksekusi mengacu pada desain yang telah melalui tahap analisis dan kalkulasi menyeluruh. Hal ini memberikan panduan yang terarah dalam tahapan manufaktur dan pengolahan mekanis.

Serangkaian operasi permesinan dilaksanakan di laboratorium bengkel mekanik, yang mencakup beberapa tahapan sebagai berikut:

1. *Cutting*, dilakukan untuk memotong plat besi yang akan digunakan pada proses pembuatan konstruksi rangka dan dudukan.
2. *Drilling*, dilakukan untuk proses membuat lubang pada plat sesuai dengan bentuk dan diameter yang ditetapkan.
3. *Turning*, dilakukan untuk memperoleh bentuk dan diameter yang diinginkan pada komponen

4. *Grinding*, dilakukan untuk merapikan permukaan komponen-komponen konstruksi yang kurang rapi dan kasar
5. *Welding*, dilakukan untuk pengerjaan konstruksi.

4.4 Perakitan/*Assembly*

Proses perakitan merupakan tahap kritis dalam konstruksi mesin, di mana berbagai komponen disatukan untuk membentuk unit fungsional yang lengkap. Urutan perakitan yang tepat sangat penting untuk memastikan kinerja optimal dan keandalan mesin. Berikut adalah langkah-langkah utama dalam proses perakitan:

- a. Pemasanganudukan mesin dengan sistem engsel yang disambung ke penyangga mesin.



Gambar 4.3 Dudukan mesin

- b. Pemasanganudukan *pulley v-belt* dan pipa *stainless* dengan disambungkan ke dudukan mesin menggunakan baut dan mur.



Gambar 4.4 Dudukan *pulley v-belt* dan pipa

- c. Pemasangan *pillow block bearing* ke dudukan dengan sistem baut.



Gambar 4.5 *Pillow block bearing*

- d. Pemasangan poros yang dimasukkan ke *pillow block bearing* dengan menggunakan baut inbus sebagai pengunci.



Gambar 4.6 Poros

- e. Pemasangan *pulley* dan *belt* ke dua poros menggunakan baut inbus sebagai pengunci.



Gambar 4.7 *Pulley & belt*

- f. Pemasangan pipa poros pada dudukan yang dipasang ring dengan baut inbus sebagai pengikat pada kedua ujung pipa.



Gambar 4.8 Pipa *stainless*

- g. Pemasangan *cover pulley* dan *belt* dengan menggunakan baut pada dudukan *pully* dan *belt*.



Gambar 4.9 *Cover*

4.5 Uji Coba

Setelah proses perakitan seluruh elemen mesin, tahap berikutnya adalah melaksanakan serangkaian pengujian untuk mengevaluasi kinerja alat media pembelajaran pengukur getaran menyeluruh (*overall vibration*) dan kondisi bantalan (BCU). Beberapa aspek yang diuji meliputi:

1. Evaluasi performa motor bakar parameter yang diuji meliputi kecepatan rotasi (RPM) pada tingkat rendah, sedang dan tinggi. Tujuannya adalah memastikan motor berfungsi optimal di semua rentang kecepatan.

Prosedur pengujian dilakukan pada tiga tingkat kecepatan :

- Nyalakan motor dan atur pada kecepatan rendah, sedang dan tinggi secara berurutan.
- Ukur dan catat parameter diatas setiap 30 detik selama 3 menit pada setiap variasi kecepatan

Tabel 4.4 Data Pengujian Performa Motor Bakar

Percobaan	Waktu	Variasi Kecepatan		
		Rendah (1500-1700) RPM	Sedang (2000-2400) RPM	Tinggi (2700-3000) RPM
1	30 detik	1.586	2.173	2.793
2	1 menit	1.567	2.157	2.841
3	1,5 menit	1.537	2.166	2.838
4	2 menit	1.546	2.189	2.858
5	2,5 menit	1.604	2.184	2.882
6	3 menit	1.628	2.192	2.915
Rata-rata		1.578	2.176	2.854

Data diatas menunjukkan bahwa kecepatan putar relatif stabil tidak terdapat perubahan yang signifikan pada setiap variasi putaran dan kecepatan tidak melebihi range yang telah ditetapkan. Hal ini menunjukkan kondisi alat dalam kondisi baik tanpa ada masalah pada penggerak utama motor bakar ataupun sistem transmisi dan elemen lainnya.

2. Pengujian operasional mesin secara menyeluruh dan pengujian getaran pada dua jenis *bearing*. Parameter dalam pengujian ini adalah pengujian *overall vibration* dan *bearing condition unit (BCU)* pada *bearing* poros dan *pillow block bearing*. Tujuannya untuk memverifikasi bahwa seluruh fungsi yang direncanakan dapat dijalankan dengan tepat, efisien dan mampu mengukur getaran *bearing* pada alat. Sehingga bisa menentukan kondisi dari *bearing* yang digunakan. Setelah pengujian dilaksanakan pada alat, tim peneliti menyusun ringkasan analisis berdasarkan data yang diperoleh. Temuan-temuan utama dari serangkaian tes tersebut kemudian dirangkum dalam bentuk tabulasi yang informatif.

Prosedur pengujian :

1. Siapkan media pembelajaran dan alat ukur (Vibroport 80)
2. Pastikan seluruh komponen terpasang dengan baik

3. Pasang sensor vibroport pada arah radial dan aksial (ch1 dan ch2) yang diletakkan pada *bearing* pada poros (gambar 4.3) dan *pillow block bearing* (gambar 4.4) secara bergantian.
4. Pasang sensor *speed* yang diletakkan pada ujung poros, dapat dilihat pada (gambar 4.5)
5. Nyalakan vibroport dan setting untuk mengukur *overall* dan BCU
6. Nyalakan mesin dan atur pada kecepatan rendah, sedang dan tinggi secara berurutan
7. Pengambilan data pada vibroport yang dilakukan selama 3 menit untuk setiap variasi putaran.
8. Matikan mesin.



Gambar 4.10 Pengujian getaran *bearing* pada poros



Gambar 4.11 Pengujian getaran pada *pillow block bearing*



Gambar 4.12 Pemasangan sensor *speed*

4.6 Pengambilan Data

Berikut ini disajikan kompilasi hasil pengamatan yang diperoleh selama sesi pengujian tersebut:



Gambar 4.13 Pengambilan data

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Seri *Bearing 6201*

No	Spek Mesin	Data Uji Coba Bearing Pada Poros		
		Speed 1500 - 1700 RPM	Speed 2000 - 2400 RPM	Speed 2700 - 3000 RPM
1	Motor Bakar 13 hp	1). Gaya Aksial 19.7 mm/s rms BCU 1.22 mm/s	1). Gaya Aksial 17.4 mm/s rms BCU 2.34 mm/s	1). Gaya Aksial 19.9 mm/s rms BCU 3.59 mm/s
2		2). Gaya Radial 39.0 mm/s rms BCU 1.39 mm/s	2). Gaya Radial 37.5 mm/s rms BCU 2.41 mm/s	2). Gaya Radial 58.8 mm/s rms BCU 4.40 mm/s

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada *bearing* 6201, dengan rentang kecepatan putar 1500 hingga 3000 Rpm, diperoleh data getaran keseluruhan (*overall vibration*) yang bervariasi. Untuk pengukuran pada *channel* 1 (aksial), nilai getaran tercatat antara 19.7 mm/s rms sampai 19.9 mm/s rms. Sementara itu, *channel* 2 (radial) menunjukkan rentang nilai 39.0 mm/s rms hingga 58.8 mm/s rms. Hasil pengamatan mengindikasikan adanya hubungan yang positif antara kecepatan putar dan besaran getaran keseluruhan. Pada rpm rendah getaran cenderung lebih besar dibandingkan dengan rpm sedang, yang kemungkinan disebabkan oleh kondisi mesin yang belum mencapai stabilitas operasional. Saat mesin beroperasi pada rpm sedang, getaran berkurang menunjukkan kondisi mesin yang lebih stabil. Ketika kecepatan putar ditingkatkan ke rpm tinggi, terjadi peningkatan amplitude getaran, dikarenakan potensi ketidakseimbangan yang semakin terasa pada kecepatan tinggi. Pola perubahan getaran ini menunjukkan bahwa hubungan antara kecepatan putar dan besaran getaran tidak selalu linier, melainkan dipengaruhi oleh berbagai faktor mekanis dan operasional mesin. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut untuk memahami karakteristik getaran pada berbagai kondisi mesin. Analisis menggunakan standar ISO 10816-3 untuk motor bakar 13 hp (setara dengan 9.7 Kw) menunjukkan bahwa mesin ini termasuk dalam kategori group 2 (*medium machines*). Berdasarkan standar tersebut, nilai getaran yang terukur pada dua arah aksial dan radial berada di atas batas zona D (>7.1 mm/s rms).

Hasil pengamatan pada parameter BCU (*Bearing Condition Unit*) menunjukkan pola yang berbeda. Terdapat korelasi positif antara kecepatan putaran dan nilai BCU yang terukur. Pada *channel* 1, tercatat peningkatan nilai BCU seiring dengan bertambahnya kecepatan, dengan rentang pengukuran mulai dari 1.22 sampai 3.59 BCU. Sementara itu, *channel* 2 nilai BCU mengalami kenaikan yang bahkan lebih signifikan. Rentang nilai yang tercatat pada *channel* ini berkisar antara 1.39 sampai 4.40 BCU. Temuan ini mengindikasikan bahwa parameter BCU memiliki sensitivitas terhadap perubahan kecepatan putaran, dengan kecenderungan nilai yang semakin tinggi seiring dengan meningkatkan RPM pada kedua *channel* pengukuran.

Tabel 4.6 Hasil pengujian *pillow block bearing* F204

No	Spek Mesin	Data Uji Coba Pada <i>Pillow Block Bearing</i>		
		Speed 1500 - 1700 RPM	Speed 2000 - 2400 RPM	Speed 2700 - 3000 RPM
1	Motor Bakar 13 hp	1). Gaya Aksial 23.1 mm/s rms BCU 1.66 mm/s	1). Gaya Aksial 18.6 mm/s rms BCU 2.60 mm/s	1). Gaya Aksial 27.6 mm/s rms BCU 3.73 mm/s
2		2). Gaya Radial 39.1 mm/s rms BCU 1.95 mm/s	2). Gaya Radial 44.6 mm/s rms BCU 2.87 mm/s	2). Gaya Radial 62.6 mm/s rms BCU 3.93 mm/s

Berdasarkan pengujian yang dilakukan pada *pillow block bearing* F204, dengan rentang kecepatan putar 1500 hingga 3000 Rpm, diperoleh data getaran keseluruhan (*overall vibration*) yang bervariasi. Untuk pengukuran pada *channel* 1 (aksial), nilai getaran tercatat antara 23.1 mm/s rms sampai 27.6 mm/s rms. Sementara itu, *channel* 2 (radial) menunjukkan rentang nilai 39.1 mm/s rms hingga 62.6 mm/s rms. Hasil pengamatan mengindikasikan adanya hubungan yang positif antara kecepatan putar dan besaran getaran keseluruhan. Pada rpm rendah, getaran cenderung lebih besar dibandingkan dengan rpm sedang, yang kemungkinan disebabkan oleh kondisi mesin yang belum mencapai stabilitas operasional. Saat mesin beroperasi pada rpm sedang, getaran berkurang, menunjukkan kondisi mesin yang lebih stabil. Ketika kecepatan putar ditingkatkan ke rpm tinggi, terjadi peningkatan amplitude getaran, dikarenakan potensi ketidakseimbangan yang semakin terasa pada kecepatan tinggi. Pola perubahan getaran ini menunjukkan bahwa hubungan antara kecepatan putar dan besaran getaran tidak selalu linier, melainkan dipengaruhi oleh berbagai faktor mekanis dan operasional mesin. Oleh karena itu, diperlukan analisis lebih lanjut untuk memahami karakteristik getaran pada berbagai kondisi mesin. Analisis menggunakan standar ISO 10816-3 untuk motor bakar 13 hp (setara dengan 9.7 Kw) menunjukkan bahwa mesin ini termasuk dalam kategori group 2 (*medium machines*). Berdasarkan standar tersebut, nilai getaran yang terukur pada dua arah aksial dan radial berada di atas batas zona D (>7.1 mm/s rms).

Hasil pengamatan pada parameter BCU (*Bearing Condition Unit*) menunjukkan pola yang berbeda. Terdapat korelasi positif antara kecepatan putaran dan nilai BCU yang terukur. Pada *channel* 1 (aksial), tercatat peningkatan nilai BCU seiring dengan bertambahnya kecepatan, dengan rentang pengukuran mulai

dari 1.66 sampai 3.73 BCU. Sementara itu, *channel 2* (radial) nilai BCU mengalami kenaikan yang bahkan lebih signifikan. Rentang nilai yang tercatat pada *channel* ini berkisar antara 1.95 sampai 3.93 BCU. Temuan ini mengindikasikan bahwa parameter BCU memiliki sensitivitas terhadap perubahan kecepatan putaran, dengan kecenderungan nilai yang semakin tinggi seiring dengan meningkatkan RPM pada kedua *channel* pengukuran.

Berdasarkan data pengujian dua jenis *bearing* diatas hasil menunjukkan meskipun menggunakan *bearing* baru, sistem uji vibrasi menunjukkan getaran yang tinggi hingga mencapai zona merah berdasarkan standar ISO 10816-3. Fenomena ini mengindikasikan bahwa sumber getaran tidak terbatas pada *bearing* itu sendiri, melainkan berasal dari kompleksitas sistem secara keseluruhan. Getaran yang bersumber dari mekanis motor bakar, ditransmisikan dan mungkin diamplifikasi oleh sistem *pulley-belt* dan poros, kemudian bercampur dengan getaran yang mungkin ditimbulkan oleh ketidaksempurnaan dalam pemasangan atau keselarasan komponen-komponen sistem.

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan pendekatan *holistic* dalam analisis dan perbaikan sistem. Ini mungkin melibatkan penyesuaian pada pemasangan komponen, pemeriksaan keselarasan dan keseimbangan poros, optimalisasi tegangan *belt*, dan mungkin penambahan elemen peredam getaran pada titik-titik kritis. Selain itu, analisis frekuensi getaran yang lebih rinci dapat membantu mengidentifikasi sumber-sumber getaran spesifik dalam sistem.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Media pembelajaran uji vibrasi *bearing* telah berhasil dikembangkan dengan penggerak motor bakar 13 hp menggunakan dua buah *bearing*. Alat ini dapat diukur getarannya saat beroperasi pada putaran rendah yakni 1500-1700 rpm, putaran sedang yakni 2000-2400 rpm, dan putaran tinggi yakni 2700-3000 rpm. Getaran yang diukur adalah getaran keseluruhan (*Overall Vibration*) dan nilai BCU (*Bearing Condition Unit*). Alat ukur vibrasi yang digunakan adalah vibroport 80 melalui dua *channel* yang mewakili gaya aksial dan radial, baik pada *bearing* tipe 6201 maupun *pillow block bearing* tipe F204. Hasil pengujian menunjukkan adanya korelasi antara kecepatan putar dengan besaran getaran dan nilai BCU. Temuan ini memungkinkan pengguna untuk mempelajari karakteristik vibrasi *bearing* pada berbagai kondisi operasi motor, sehingga mencapai tujuan pembuatan media pembelajaran yang efektif untuk memahami perilaku vibrasi *bearing*.

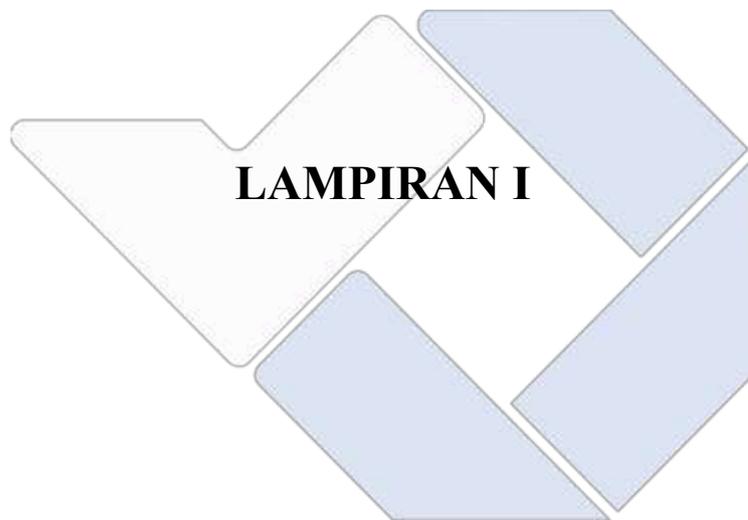
5.2 Saran

Untuk memaksimalkan efektivitas media pembelajaran dalam mengukur getaran bearing, pengguna disarankan memperhatikan poin-poin berikut:

1. Sebelum melakukan pengujian getaran pada *bearing*, lakukan pengecekan pada elemen-elemen mesin yang bekerja seperti *alignment pulley*, ketegangan *V-belt*, kekencangan baut dan pelumasan pada *bearing* dan *bushing*. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan hasil yang akurat terhadap kondisi bearing yang diuji.
2. Pentingnya pengecekan dan alat secara berkala untuk memastikan kondisi dan fungsinya masih layak digunakan.
3. Lakukan perawatan berkala pada alat untuk menjaga kondisi dan memperpanjang usia pakai dari komponen.
4. Selalu mengutamakan keselamatan dalam kegiatan praktikum.

DAFTAR PUSTAKA

- Harris, T. A., & Kotzalas, M. N. (2006). *Essential Concepts of Bearing Technology (5th ed.)*. CRC Press.
- SKF Group. (2018). *Bearing Basics*. SKF Technical Publication.
- Harnoy, A. (2002). *Bearing Design in Machinery: Engineering Tribology and Lubrication*. CRC Press.
- Eschmann, P., Hasbargen, L., & Weigand, K. (2015). *Ball and Roller Bearings: Theory, Design and Application (3rd ed.)*. John Wiley & Sons.
- Norton, R. L. (2013). *Machine Design: An Integrated Approach (5th ed.)*. Pearson.
- Aji, Kunto. Deteksi Kerusakan Bantalan Gelinding Pada Pompa Sentrifugal Dengan Analisa Sinyal Getaran. Skripsi. Universitas Sebelas Maret Surakarta. Indonesia. 2007.
- Budynas, Richard G dan J. Keith Nisbett. 2011. *Shigley's Mechanical Engineering Design: Ninth Edition*. Amerika Serikat: *The McGraw-Hill Companies, Inc.*
- Sulistiyawati, R. (2023). Peran Krusial Analisis Vibrasi dalam Pemeliharaan Prediktif Mesin Industri. *Jurnal Teknik Mesin dan Industri*.
- Dewi, R. S. (2024). Optimalisasi Kinerja Sistem Transmisi Daya Berbasis Katrol dalam Aplikasi Industri Modern. *Jurnal Teknik Mesin dan Otomasi*.
- Wijaya, H. (2023). Analisis Performa dan Optimasi Desain Wadah Bantalan dalam Sistem Mekanis Modern. *Jurnal Rekayasa Mesin dan Manufaktur*
- Prasetyo, A. (2024). Evaluasi Kinerja dan Efisiensi Mesin Pembakaran Internal Berbahan Bakar Bensin pada Aplikasi Kendaraan Ringan. *Jurnal Teknologi Otomotif dan Energi*



LAMPIRAN I

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama lengkap : Rachmad Kurniawan
Tempat & tanggal lahir : pangkalpinang, 09-11-2002
Alamat rumah : jl. Buncis, RT03/RW01,
Kel. Parit Lalang, kec. Rangkui
Telp : -
Hp : 0895605516081
Email : rachmadkurniawan2534@gmail.com

Jenis kelamin : laki-laki
Agama : islam



2. Riwayat Pendidikan

No	Riwayat Pendidikan	Tahun
1	SD MIN 2 pangkal pinang	2008-2015
2	MTs Negeri 1 pangkal pinang	2015-2018
3	SMK Negeri 2 pangkal pinang	2018-2021
4	Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2021-2024

3. Pendidikan Non-Formal

Pengalaman Kerja Industri	Tahun
PT. AMTEK ENGINEERING BATAM	2023

Sungailiat, 12 Juli 2024

Ttd

Rachmad Kurniawan

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama lengkap : Rendi Febriantama
Tempat & tanggal lahir : Dalil, 13-02-2003
Alamat rumah : Jl. Raya Pangkalpinang-Mentok
KM 42, desa Dalil, kec. Bakam
Telp : -
Hp : 085840291429
Email : rendifebriantama6@gmail.com

Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

No	Riwayat Pendidikan	Tahun
1	SD Negeri 5 Dalil	2008-2015
2	MTs Nurul Hidayah Dalil	2015-2018
3	SMA Negeri 1 Bakam	2018-2021
4	Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2021-2024

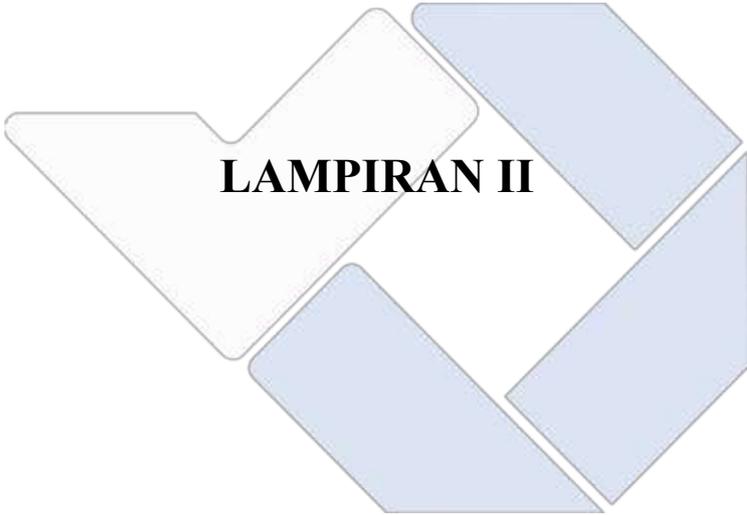
3. Pendidikan Non-Formal

Pengalaman Kerja Industri	Tahun
PT. AMTEK ENGINEERING BATAM	2023

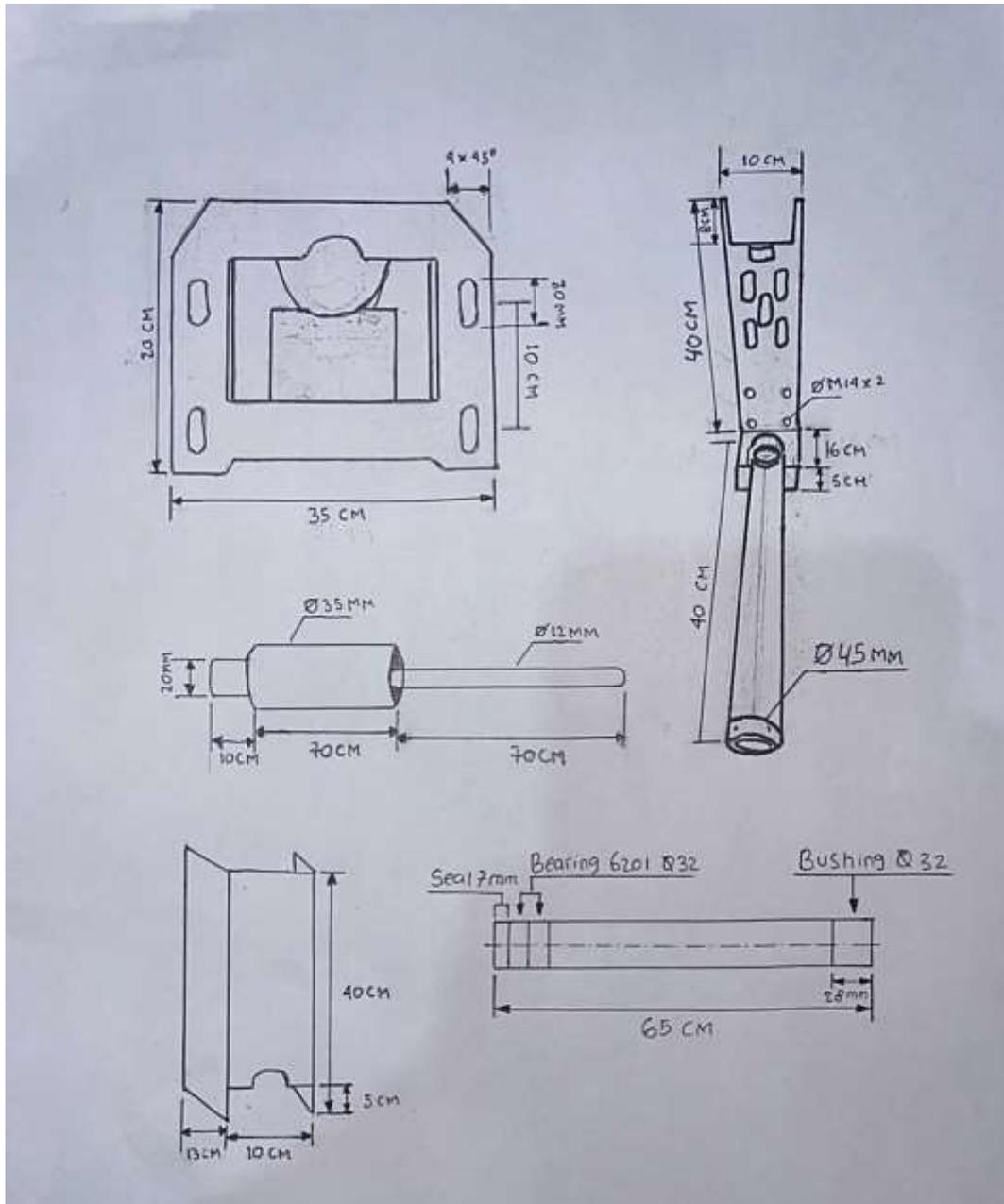
Sungailiat, 12 Juli 2024

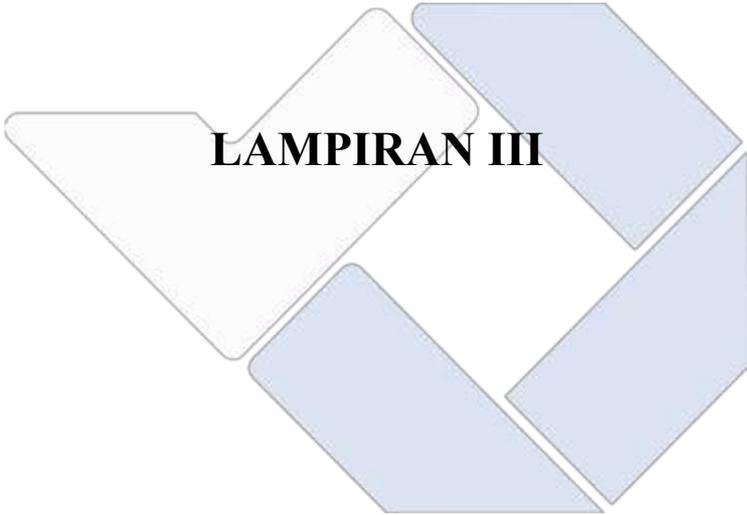
Ttd

Rendi Febriantama



SKETSA GAMBAR KERJA





LAMPIRAN III

GAMBAR KEGIATAN KERJA



PROYEK AKHIR TAHUN 2024

MEDIA PEMBELAJARAN UJI VIBRASI BEARING MENGUNAKAN MOTOR BAKAR 13 HP

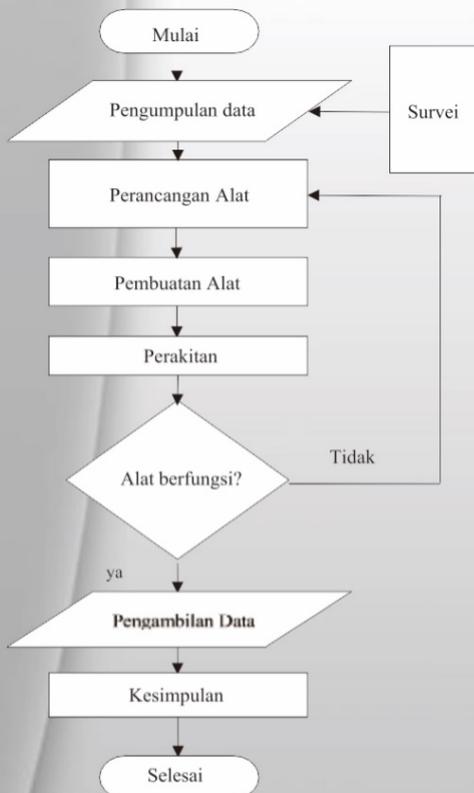
Nama Mahasiswa : Rachmad Kurniawan -NIM : 0012150
Rendi Febriantama -NIM : 0012152
Nama Pembimbing : 1. Hasdiansah, S.S.T., M.Eng
2. Masdani, S.S.T., M.T

Latar Belakang

Politeknik Negeri Bangka Belitung (Polman Babel) berkomitmen tinggi dalam pengembangan inovasi dan peningkatan kualitas pendidikan. Kampus ini dilengkapi dengan teknologi canggih dan peralatan modern untuk mendukung pembelajaran. Dalam program studi Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin, terdapat fokus khusus pada strategi pemeliharaan prediktif, yang melibatkan analisis getaran mesin untuk mendeteksi potensi kerusakan dini. Menghadapi keterbatasan alat uji yang ada, mahasiswa tingkat akhir berinisiatif mengembangkan media pembelajaran uji vibrasi *bearing* menggunakan motor bakar 13hp.

Proyek ini bertujuan untuk memperluas cakupan praktikum analisis getaran, memungkinkan mahasiswa mengidentifikasi berbagai jenis dan ukuran bearing berdasarkan karakteristik getarannya. Dengan memanfaatkan alat ukur getaran (*vibration meter*) yang telah tersedia dikampus, media pembelajaran ini akan mendukung pemahaman yang lebih mendalam tentang analisis getaran dan strategi pemeliharaan *prediktif*. Pengembangan ini diharapkan dapat memfasilitasi proses pembelajaran mahasiswa secara komprehensif, memberikan pengalaman praktis dalam menganalisis getaran *bearing*, dan pada akhirnya meningkatkan kualitas lulusan dalam bidang teknik perawatan dan perbaikan mesin.

Metadologi



Hasil

Hasil penelitian ini berfokus pada pengembangan media pembelajaran untuk analisis getaran *overall & bearing condition unit (BCU)* pada komponen *bearing* tipe 6201 dan rumah *bearing* f204. Inovasi ini bertujuan meningkatkan pemahaman mahasiswa dalam mata kuliah pemeliharaan prediktif, khususnya aspek getaran bantalan, memperluas kapabilitas dari alat yang ada terbatas pada pengukuran bantalan seri 6003.

