

TUGAS AKHIR

ANALISA PERAWATAN BEARING PADA PROTOTYPE MESIN PENGUKUR PANJANG TALI KABEL

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

REHAN AQIL FAUZI

1907230067



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rehan Aqil Fauzi
NPM : 1907230067
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisa Perawatan Bearing Pada Prototype Mesin
Pengukur Panjang Tali Kabel
Bidang ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 4 Januari 2024

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji - I



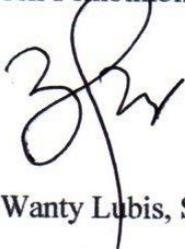
Chandra A Siregar, S.T., M.T

Dosen Penguji - II



Muharnif, M.,S.T.,M. Sc

Dosen Pembimbing



Riadini Wanty Lubis, S.T., M.T

Program Study Teknik Mesin
Ketua,



Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rehan Aqil Fauzi
Tempat /Tanggal Lahir:Medan/ 12Desember2001
NPM : 1907230067
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisa Perawatan Bearing Pada Prototype Mesin Pengukur Panjang Tali Kabel”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 4 Januari 2024

Saya yang menyatakan,

A handwritten signature in black ink is written over a 10,000 Rupiah Indonesian postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'SEPULUH RIBU RUPIAH', and '11D00AKX819696128'. The signature is stylized and covers the central part of the stamp.

Rehan Aqil Fauzi

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	3
1.3. Ruang lingkup	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematis Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Dasar Teori	6
2.2. Bantalan Luncur	6
2.2.1 Jenis-jenis Bantalan Luncur	7
2.3. Bantalan Gelinding	9
2.3.1 Jenis-jenis Bantalan Gelinding	10
2.3.2 Perbandingan Antara Bearing Luncur dan Gelinding	15
2.4. Pemilihan jenis Bearing	16
2.5. Bahan-bahan bantalan	18
2.6. Data dari pabrikan bantalan	19
2.7. Perhitungan Beban dan Umur Bantalan Gelinding	19
2.8. Perawatan (Maintenance)	24
2.9. Pelumasan	25
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	28
3.2 Bahan dan Alat	29
3.3. Bagan Alir Penelitian	31
3.4. Rancangan Alat	32
3.5. Metode Penelitian	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Hasil Pembuatan Mesin Pengukur Panjang Tali,Kabel	34
4.1.1 Spesifikasi Alat	34
4.2 Perhitungan Umur <i>Bearing</i>	34
4.3 Tabel Hasil Umur Pakai <i>Bearing</i>	37
4.3.1 Grafik Penaikan Umur Pakai	37
4.3.2 Hasil Pengamatan Pengujian Bearing	38
4.4 Perawatan pada Bearing	38

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-sifat bahan bantalan luncur	9
Tabel 2.2 Bantalan Bola (sularso dan kiyokatsu suga, 1994)	10
Tabel 2.3 Cylindrical roller <i>Bearing</i> DIN 54121	19
Tabel 2.4 Faktor-faktor V,X,Y dan X0(sularso dan kiyokatsu suga 1994)	20
Tabel 2.5 Harga faktor keandalan (sularso dan kiyokatsu suga 1994)	21
Tabel 2.6 Harga batas <i>d.n</i> (sularso dan kiyokatsu suga 1994)	23
Tabel 3.1 Waktu pelaksanaan penelitian	28
Tabel 4.1 Spesifikasi alat	34
Tabel 4.2 Hasil pengujian tali nilon dengan rpm bervariasi	35
Tabel 4.3 Hasil umur pakai <i>bearing</i>	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar <i>Bearing</i> UCFL	6
Gambar 2.2 Journal <i>Bearing</i> atau Bantalan luncur	7
Gambar 2.3 Bantalan luncur (a) saat diam (b) saat berputar	7
Gambar 2.4 Pembebanan Bantalan luncur	8
Gambar 2.5 Bantalan radial poros, radial bergerak, aksial berkerah, aksial	8
Gambar 2.6 Bantalan radial ujung, radial tengah	8
Gambar 2.7 Elemen bantalan gelinding	9
Gambar 2.8 Komponen-komponen bantalan gelinding	10
Gambar 2.9 Single row groove ball <i>bearings</i>	11
Gambar 2.10 Double row self aligning ball <i>bearing</i>	11
Gambar 2.11 Single row angular contact ball <i>bearing</i>	12
Gambar 2.12 Double row angular contact ball <i>bearing</i>	12
Gambar 2.13 Double row barrel roller <i>bearing</i>	13
Gambar 2.14 Single row cylindrical <i>bearings</i>	13
Gambar 2.15 Tapered roller <i>bearings</i>	14
Gambar 2.16 Single direction thrust ball <i>bearings</i>	14
Gambar 2.17 Double direction thrust ball <i>bearing</i>	15
Gambar 2.18 Ball and socket <i>bearing</i>	15
Gambar 2.19 Bentuk-bentuk bantalan bercangkang	17
Gambar 3.1 Tachometer	29
Gambar 3.2 Motor listrik	29
Gambar 3.3 Speed control	30
Gambar 3.4 Bearing 6304	30
Gambar 3.5 Mesin pengukur panjang tali, kabel	32
Gambar 4.1 Hasil Pembuatan Mesin pengukur panjang tali, kabel	34
Gambar 4.2 Grafik kenaikan umur pakai <i>bearing</i>	38

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rehan Aqil Fauzi
NPM : 1907230067
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir : Analisa Perawatan Bearing Pada Prototype Mesin
Pengukur Panjang Tali Kabel
Bidang ilmu : Konstruksi Manufaktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai penelitian tugas akhir untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 4 Januari 2024

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji - I

Dosen Penguji – II

Chandra A Siregar, S.T., M.T

Muharnif, M.,S.T.,M. Sc

Dosen Pembimbing

Program Study Teknik Mesin
Ketua,

Riadini Wanty Lubis, S.T., M.T

Chandra A Siregar, S.T., M.T

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rehan Aqil Fauzi
Tempat /Tanggal Lahir:Medan/ 12Desember2001
NPM : 1907230067
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisa Perawatan Bearing Pada Prototype Mesin Pengukur Panjang Tali Kabel”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 4 Januari 2024
Saya yang menyatakan,

Rehan Aqil Fauzi

ABSTRAK

Bantalan merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peran cukup penting karena fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpuh sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik sesuai fungsinya. Kerusakan bearing banyak disebabkan oleh berbagai faktor diantaranya, Faktor pembebanan, perawatan, material yang digunakan dan perhitungan dalam perencanaan pemilihan bearing. Jika bearing tidak berfungsi dengan baik, maka kerja mesin akan menurun bahkan tidak berfungsi dengan baik. Adapun tujuan dalam penelitian yang ingin di capai adalah sebagai berikut yaitu tujuan umum untuk menganalisa perawatan bearing pada mesin pengukur panjang tali kabel, tujuan khusus untuk mengitung umur Bearing dan faktor yang mempengaruhinya untuk memilih jenis perawatan yang sesuai dengan bearing pada mesin pengukur panjang tali kabel. Bearing yang digunakan adalah jenis 6304 zz dengan diameter dalam 20 mm, bahan baja structural dan aluminium alloy. dari hasil perhitungan data dengan kecepatan motor penggerak, umur nominal dari kecepatan 20 rpm = 8368962,5 jam , untuk kecepatan 40 rpm menghasilkan = 4226132,3 jam, dan untuk kecepatan 60 rpm = 2805642,2 jam. Untuk pemilihan jenis perawatan bearing, hal yang mendasari pemilihan pelumasan adalah kisaran suhu, kecepatan putaran pengaruh lingkungan karena bearing pada mesin pengukur panjang tali kabel tidak digunakan dalam kecepatan putaran dan suhu yang tinggi maka pelumasan yang sesuai pada bearing adalah pelumasan menggunakan gemuk/grease sebagai perawatan untuk memperpanjang umur pakai bearing.

Kata kunci: *Bearing, pengujian perawatan bearing, umur bearing, perawatan*

ABSTRAK

Bearings are one part of a machine element that plays quite an important role because the function of a bearing is to support a shaft so that the shaft can rotate without experiencing excessive friction. Bearings must be strong enough to allow the shaft and other machine elements to work properly according to their function. Bearing damage is caused by various factors including: loading factors, maintenance, materials used and calculations in planning bearing selection. If the bearing does not function properly, the engine performance will decrease and may not even function properly. The objectives of the research to be achieved are as follows, namely the general objective to analyze the strength of the bearings on cable rope length measuring machines, the specific objective is to calculate the life of the bearings and the factors that influence this to choose the type of maintenance that suits the bearings on cable rope length measuring machines. The bearing used is type 6204 zz with an inner diameter of 20 mm, structural steel and aluminum alloy. from the results of data calculations with the speed of the drive motor, nominal life from a speed of 20 rpm = 8097138.5 hours, for a speed of 40 rpm produces = 4090676.6 hours, and for a speed of 60 rpm = 2711972.5 hours. For selecting the type of bearing maintenance, the basis for selecting lubrication is the temperature range, rotational speed, environmental influences because the bearings in the rope length measuring machine, cables are not used at high rotational speeds and temperatures, so the appropriate lubrication for the bearings is lubrication using grease. as maintenance to extend the service life of the bearing.

Keywords: Bearings, bearing maintenance testing, bearing life, maintenance

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa Perawatan Bearing Pada Prototype Mesin Pengukur Panjang Tali Kabel

Nama : Rehan Aqil Fauzi

NPM : 1907230067

Dosen Pembimbing : Riadini Wanty Lubis, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
----	--------------	----------	-------

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pembuatan box sandblasting dengan sistem blower sebagai penyerap debu” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Riadini Wanty Lubis, S.T., M.T selaku dosen pembimbing proposal tugas akhir yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini. Sekaligus sebagai dosen penasihat akademik, Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Chandra A. Siregar, S.T., M.T sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.
4. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknikmesinan kepada penulis.
5. Orang tua penulis : Tumino dan Rita Sari, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
6. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Sahabat-sahabat penulis: Angga Syahputra yang telah membantu saya dalam mengerjakan Proposal Tugas Akhir ini.

Proposal Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-mesinan.

Medan, 4 Januari 2024

Rehan Aqil Fauzi

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era modern ini, kita tidak dapat terlepas yang namanya listrik. Dimana kita ketahui listrik adalah kebutuhan primer bagi masyarakat yang dipasang di rumah mereka. Dalam pemasangan instalasi listrik kita juga membutuhkan yang namanya kabel sebagai media jalurnya arus listrik yang di sambung keseluruhan bagian rumah. Kabel merupakan bahan yang sering di gunakan sebagai media penyambung arus listrik pada instalasi rumah. Kabel memiliki bermacam-macam jenis dan ukuran, dari ukurannya yang kecil hingga besar. Kabel adalah tembaga yang berisolasi karet.

Tali adalah kumpulan lapisan linear, benang atau sehelai tali yang bengkok atau dikepang bersama dalam rangka untuk menggabungkan mereka ke dalam bentuk yang lebih besar dan lebih kuat. Tali memiliki kekuatan tarik sehingga dapat digunakan untuk menyeret dan mengangkat, tetapi terlalu fleksibel untuk memberikan kuat tekan. Rope lebih tebal dan lebih kuat dari yang sama dibangun kabel tali, dan benang Tali dapat dibangun dari setiap panjang, benang, bahan berserat, tetapi umumnya terbuat dari serat alami atau serat sintetis tertentu. Tali serat sintetis secara signifikan lebih kuat daripada bagian dalam serat alami mereka, tetapi juga memiliki kelemahan tertentu, termasuk licin.

Permasalahan yang banyak terjadi pada kabel adalah permasalahan pada bahan isolasi dimana sering kali terjadi kegagalan isolasi sehingga bahan isolasi tidak melakukan fungsinya dengan baik. Kegagalan dari isolasi tersebut disebabkan oleh banyak hal dan salah satunya adalah karena panas yang terjadi pada kabel sehingga isolasi kabel tersebut rusak. Instalasi kabel listrik di perumahan tidak selalu lurus, tetapi di tempat-tempat tertentu harus ditekukan/dibengkokkan. Hal ini sering dilupakan dan bahkan diabaikan, padahal adanya penekukan pada kabel ini akan mempengaruhi kenaikan temperatur kabel. Banyak kasus kebakaran terjadi karena adanya hubungan pendek listrik (www.plcdroid.com) Perancang ialah suatu proses utama dalam proses pembuatan atau menciptakan sebuah mesin. Rancang bangun adalah suatu proses yang

bertujuan menganalisis, menilai dan memperbaiki. Ini adalah tahapan seseorang untuk mengidentifikasi kebutuhan, sehubungan dengan alat beserta bahan – bahan yang dibutuhkan dalam proses pembuatan alat (mesin). (Trianto, E. A., & Yulianeu, A.2016).

Kemajuan Sains dan Teknologi bergantung pada kemajuan paralel dalam teknik pengukuran. Tidak salah untuk mengatakan bahwa cara tercepat untuk menilai kemajuan organisasi atau negara dalam Sains dan Teknologi adalah dengan memeriksa jenis pengukuran yang dibuat, digunakan, dan diproses. Saat Sains dan Teknologi bergerak maju, fenomena dan hubungan baru ditemukan dan kemajuan ini membuat jenis pengukuran baru diperlukan. Semua penemuan baru tidak memiliki kegunaan praktis kecuali jika didukung oleh pengukuran aktual. Pengukurannya tidak diragukan lagi, mengkonfirmasi validitas suatu hipotesis tetapi juga menambah pemahamannya. Hal ini menghasilkan rantai tanpa akhir, yang mengarah pada penemuan baru yang membutuhkan lebih banyak teknik pengukuran yang baru dan canggih. Oleh karena itu, Sains dan Teknologi modern dikaitkan dengan metode pengukuran yang canggih sementara Sains dan Teknologi dasar hanya memerlukan metode pengukuran biasa. (*jurteknikmesin.com*)

Walaupun memiliki fungsi yang sama yaitu untuk mengukur panjang, masing-masing alat ukur memiliki batasan ukuran dan tingkat ketelitiannya sendiri. Untuk dapat mengetahui tinggi, panjang, lebar, atau tebal, kamu membutuhkan sebuah alat ukur panjang. Selain untuk mengetahui nilai besaran yang belum diketahui, alat ukur panjang ini berfungsi untuk membandingkan panjang suatu benda dengan benda lainnya. Ada beberapa alat ukur yang bisa digunakan yaitu : Mistar Atau Penggaris, Jangka Sorong, Meteran atau Pita Ukur dan Mikrometer Sekrup. (*Winarsih, A. dkk. 2008*)

Pada mesin pengukur panjang tali kabel juga terdapat *bearing* yang digunakan untuk membatasi gerakan relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan. *Bearing* dalam Bahasa Indonesia berarti bantalan. Ketahanan dapat didefinisikan sebagai kekuatan suatu material pada saat menahan beban atau menahan suatu gesekan. Pengertian dari analisa kekuatan yaitu merupakan suatu prosedur yang dilakukan untuk mencari dan

mengungkapkan suatu alat atau komponen dapat bertahan atau tidak dengan mengacu kepada bagian atau komponen tersebut, khususnya pada bagian *Bearing*.

Bearing banyak sekali ditemukan pada mesin karena fungsi dari *Bearing* ini sangat vital untuk mengurangi gesekan yang terjadi pada mesin. Dalam pembuatan mesin pengukur panjang tali kabel ini maka diperlukan penelitian lebih terhadap sistem kerja *Bearing* untuk mengetahui kekuatan maupun umur *Bearing* yang akan digunakan sebagai salah satu komponen mesin pengukur panjang tali kabel.

1.2 Rumusan masalah

Dalam penelitian ini akan di lakukan suatu perawatan untuk mengetahui berapa putaran pada *Bearing* berdasarkan spesifikasi mesin, sehingga dapat di hitung umur *Bearing*.

1.3 Ruang lingkup

Dalam penelitian ini hanya akan membahas mengenai perawatan *bearing* dan jenis yang sesuai pada *bearing*. Penelitian ini juga dilakukan untuk menghitung umur *bearing* dan faktor yang mempengaruhinya.

1.4 Tujuan penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisa perawatan *bearing* pada mesin pengukur panjang tali kabel
2. Untuk menghitung umur *Bearing* dan faktor yang mempengaruhinya.
3. Untuk menjaga perawatan jangka panjang yang sesuai dengan *bearing* pada mesin pengukur panjang tali kabel.

1.5 Manfaat penelitian

Manfaat penelitian ini sebagai berikut :

1. Diharapkan dapat menjelaskan perawatan *Bearing* saat dilakukan pengujiannya.
2. Dengan adanya penelitian ini kita dapat mengetahui perawatan jangka panjang pada bering sehingga bering dapat bertahan lama.

1.6 Sistematis penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini disesuaikan dengan sistematika yang telah ditetapkan sebelumnya agar lebih mudah memahami isinya. Sistematika penulisan ini memuat hal-hal berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, Rumusan masalah, Ruang lingkup, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan kerangka teori, pikiran dan hipotesis yang berkaitan dengan topik pembahasan dan studi penelitian.

BAB 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara garis besar bab ini menjelaskan tentang metode analisa yang digunakan dalam penelitian, termasuk menjelaskan masing-masing variabel dan jenis data yang digunakan.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dijelaskan hasil temuan yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian yang telah dijawab dengan alat metode analisis yang dipilih.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini memaparkan kembali secara singkat mengenai hasil temuan yang didapatkan dari penelitian, serta bagaimana implikasi temuan tersebut.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

Bearing adalah elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan panjang umur. Bearing harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika Bearing tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja secara semestinya. Jadi Bearing dalam permesinan dapat disamakan peranannya dengan pondasi pada gedung (sularso & suga, 1978). Salah satu contoh Bearing seperti pada gambar 2.1

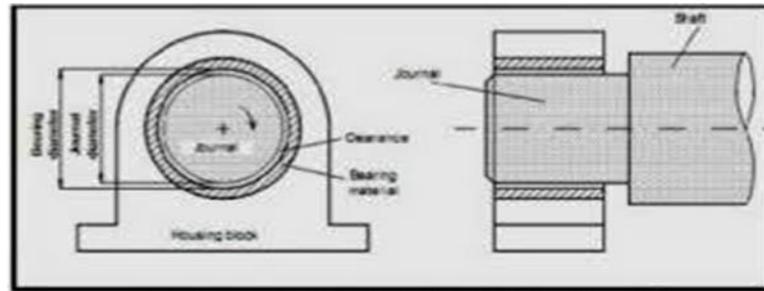


Gambar 2.1 Gambar Bearing UCFL (<https://www.ebay.com/itm/30mm-New-UCFL-206-2-Bolt-Flange-Bearing-/121531651665>)

2.2 Bantalan Luncur

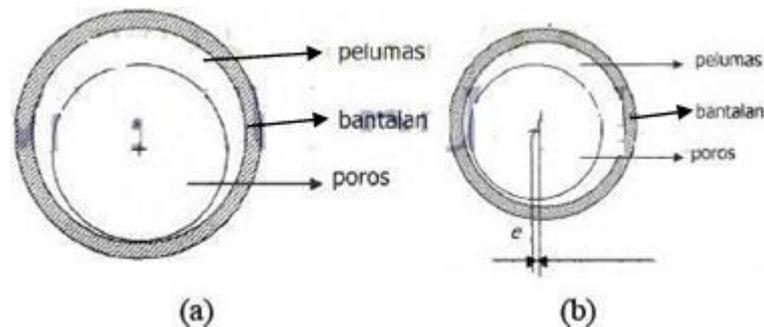
Menurut (Raharjo,2015) Bantalan luncur/journal bearing adalah jenis bantalan selain bantalan gelinding/rolling bearing, digunakan secara luas pada poros mesin putar. Bantalan ini terdiri dari bushing atau peluncur yang didukung oleh rumah bantalan, poros atau journal berputar pada lubang bushing. Menurut (Komarudin & Harfi, 2012) Disebut bantalan luncur karena adanya gerakan luncur/sliding antara permukaan yang diam dan permukaan yang bergerak pada bantalan tersebut. Dan sering juga disebut journal bearing karena poros ditumpu

pada oleh bantalan pada tempat/daerah yang dinamakan tap-poros dan daerah tap-poros disebut journal seperti terlihat pada gambar 2.2 dan 2.3



Gambar 1. Journal Bearing atau Bantalan Luncur

Gambar 2.2 Journal Bearing atau bantalan luncur



Gambar 2.3 Bantalan Luncur (a) Saat diam (b) Saat berputar

2.2.1 Jenis-jenis Bantalan Luncur

Menurut (Erinofiradi,2011) Berdasarkan arah beban terhadap poros bantalan luncur dapat diklasifikasikan kedalam beberapa jenis, antara lain sebagian berikut:

1. Bantalan luncur radial

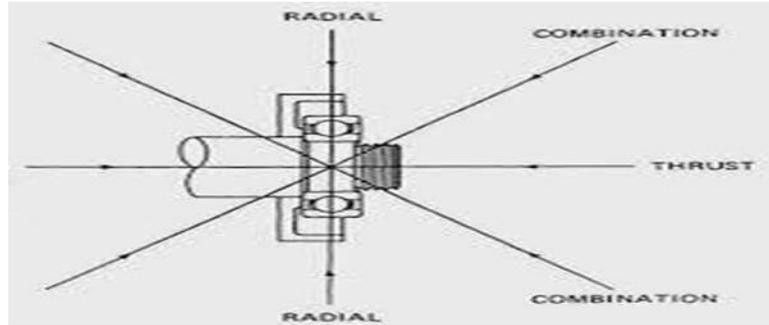
Bantalan luncur radial atau disebut juga journal bearing, merupakan bantalan luncur yang didesain untuk menahan beban yang tegak lurus terhadap sumbu shaft horizontal.

2. Bantalan luncur aksial

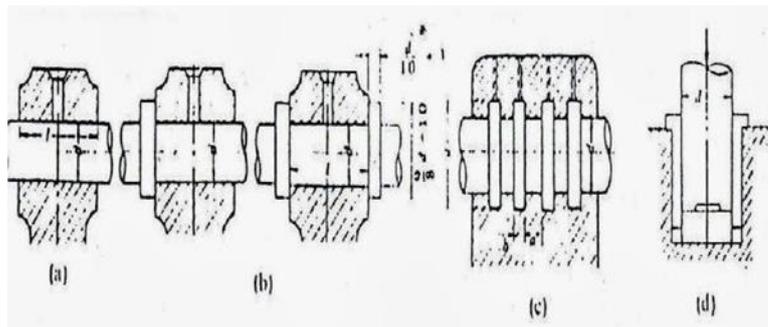
Bantalan luncur aksial atau disebut juga Thrust Bearing, merupakan bantalan luncur yang didesain menahan beban horizontal yang paralel dengan sumbu poros horizontal.

3. Bantalan luncur khusus

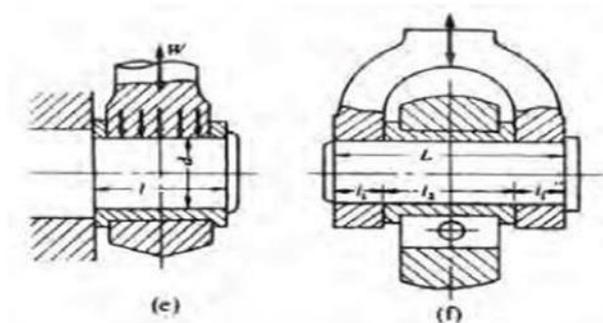
Bantalan luncur khusus merupakan bantalan luncur yang didesain untuk menahan beban kombinasi dari gaya radial dan gaya aksial. Seperti gambar 2.4, 2.5 dan 2.6



Gambar 2.4 Pembebanan Bantalan Luncur



Gambar 2.5 (a) Bantalan radial poros (b) bantalan radial berkerah (c) bantalan aksial berkerah (d) bantalan aksial



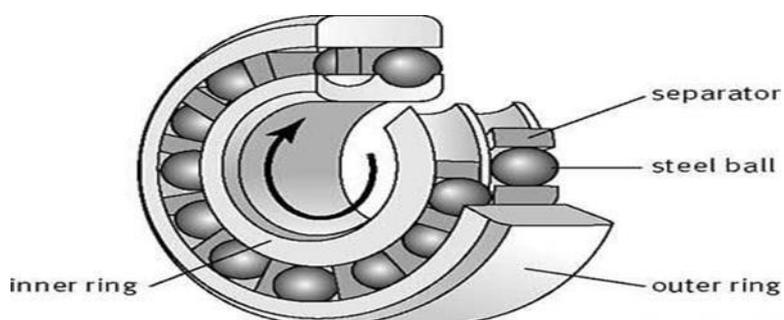
Gambar 2.6 (e) Bantalan radial ujung (f) bantalan radial tengah

Tabel 2.1 Sifat-sifat bahan bantalan luncur (Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

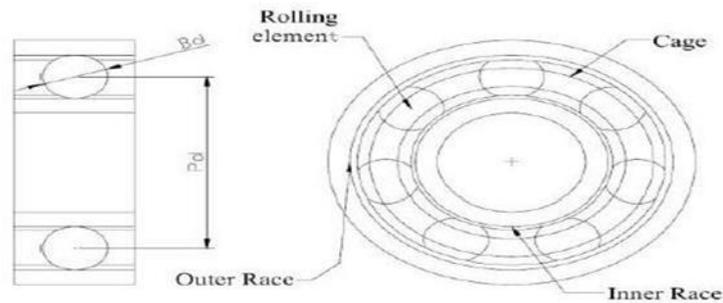
Bahan bantalan	Kekerasan nH _B	Tekanan maksimum yang diperbolehkan (kg/mm ²)	Temperatur maksimum yang diperbolehkan (°C)
Besicor	160-180	0,3-0,6	150
Perunggu	50-100	0,7-2,0	200
Kuningan	80-150	0,7-2,0	200
Perunggu fosfor	100-200	1,5-6,0	250
Logam putih berdasar Sn	20-30	0,6-1,0	150
Logam putih berdasar Pb	15-20	0,6-0,8	150
Paduan Cadmium	30-40	1,0-1,4	250
Kelmet	20-30	1,0-1,8	170
Paduan Aluminium	45-50	2,8	100-150
Perunggu timah hitam	40-80	2,0-3,2	220-250

2.3 Bantalan Gelinding

Rolling bearing atau bantalan gelinding adalah salah satu jenis bantalan yang memungkinkan gerakan relative secara radial pada sumbu geraknya. Elemennya terdiri dari bola, pemisah/pemegang bola (cage) pada gambar 2.6, dan lintasan dalam (inner race), lintasan luar (outer race) pada gambar 2.7 (Aji, 2007).



Gambar 2.7 Elemen bantalan gelinding



Gambar 2.8 Komponen-komponen bantalan gelinding

Tabel 2.2. Bantalan Bola(sularso dan kiyokatsu suga, 1994)

Nomor Bantalan			Ukuran luar (mm)				Kapasitas nominal dinamis spesifik C_k (kg)	Kapasitas nominal statis spesifik C_0 (kg)
Jenis ter buka	Dua se kat	Dua sekattan p akontak	D	D	B	R		
6300	6300ZZ	6001VV	10	35	11	1	635	365
6301	01ZZ	01VV	12	37	12	1,5	760	450
6302	02ZZ	02VV	15	42	13	1,5	895	545
6303	6303ZZ	6303VV	17	47	14	1,5	1070	660
6304	04ZZ	04VV	20	52	15	2	1250	785
6305	05ZZ	05VV	25	62	17	2	1610	1080
6306	6306ZZ	6306VV	30	72	19	2	2090	1440
6307	07ZZ	07VV	35	80	20	2,5	2620	1840
6308	08ZZ	08VV	40	90	23	2,5	3200	2300
6309	6209ZZ	6209VV	45	100	25	2,5	4150	3100
9310	10ZZ	10VV	50	110	27	3	4850	3650

2.3.1 Jenis-jenis Bantalan Gelinding

Menurut (Erinofiradi,2011) Bantalan gelinding mempunyai banyak keuntungan yang ditimbulkan dari gesekan gelinding yang sangat kecil dibandingkan dengan bantalan luncur. Elemen gelinding seperti bola dan rol,

dipasang diantara cincin luar dan cincin dalam. Adapun jenis-jenis dari bantalan gelinding adalah sebagai berikut:

1. Single Row Groove Ball Bearings

Bearing ini mempunyai alur dalam di kedua sisi cincinnya (gambar 2.9), sehingga bearing jenis ini mempunyai kapasitas yang dapat menahan secara ideal pada arah radial dan aksial.



Gambar 2.9 Single row groove ball bearings

2. Double Row Self Aligning Ball Bearings

Bearing jenis ini mempunyai dua jenis bola, masing-masing mempunyai alur sendiri-sendiri pada cincin bagian dalamnya. Pada umumnya bearing jenis ini terdapat bola pada cincin luarnya. Cincin pada bagian dalamnya bisa bergerak sendiri untuk menyesuaikan posisinya. Kelebihan dari bearing jenis ini yaitu dapat mengatasi masalah poros yang tidak segaris (exentris) seperti gambar 2.10.



Gambar 2.10 Double row self aligning ball bearing

3. Single Row Angular Contact Ball Bearings

Berdasarkan konstruksinya bearing jenis ini dapat menahan beban radial. Bearing jenis ini biasanya dipasangkan dengan bearing lain baik itu dipasangkan

secara paralel maupun bertolak belakang sehingga bearing ini juga mampu untuk menahan beban aksial seperti gambar 2.11.



Gambar 2.11 Single row angular contact ball bearing

4. Double Row Angular Contact Ball Bearings

Bearing jenis ini disamping dapat menahan beban radial, juga dapat menahan beban aksial dalam dua arah. Berdasarkan konstruksinya bearing ini dapat menahan beban torsi. Bearing ini juga biasa digunakan untuk mengganti dua buah bearing jika ruangan tersedia tidak mencukupi. Perhatikan gambar 2.12.



Gambar 2.12 Double row angular contact ball bearing

5. Double Row Barrel Roller Bearings

Bearing jenis ini mempunyai dua baris elemen roller yang pada umumnya mempunyai alur berbentuk bola pada cincin luarnya. Bearing jenis ini memiliki kapasitas beban radial yang besar sehingga bearing ini sangat ideal untuk menahan beban kejut lihat gambar 2.13



Gambar 2.13 Double row barrel roller bearing

6. Single Row Cylindrical Bearings

Bearing jenis ini mempunyai dua alur pada satu cincin yang biasanya terpisah. Efek dari pemisahan ini, cincin dapat bergerak secara aksial dengan mengikuti cincin yang lain. Hal ini merupakan suatu keuntungan karena apabila bearing ini harus mengalami perubahan bentuk karena temperature maka cincinnya akan mudah menyesuaikan posisinya. Bearing jenis ini mempunyai beban radial yang cukup besar dan cocok pada kecepatan tinggi perhatikan gambar 2.14.



Gambar 2.14 Single row cylindrical bearings

7. Tapered Roller Bearings

Bearing jenis ini jika dilihat dari konstruksinya sangat ideal untuk beban aksial maupun radial. Jenis bearing ini dapat dipisah dimana cincin dalamnya dapat dipasang secara bersamaan dengan rollernya dan cincin luarnya terpisah. Lihat gambar 2.15



Gambar 2.15 Tapered roller bearings

8. Single Direction Thrust Ball Bearing

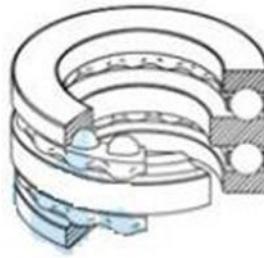
Bearing jenis ini hanya mampu menahan beban aksial satu arah saja. Bearing ini elemennya dapat dipisahkan sehingga mudah untuk melakukan pemasangan. Beban aksial yang mampu ditahan oleh bearing ini tergantung dari kecepatannya. Bearing jenis ini sangat sensitive terhadap ketidak tepatan poros terhadap rumahnya. Perhatikan gambar 2.16



.Gambar 2.16 Single direction thrust ball bearings

9. Double Direction Thrust Ball Bearings

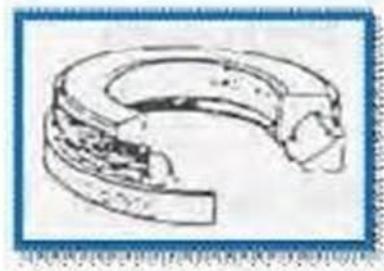
Bearing jenis ini hampir sama dengan single direction thrust ball bearings karena hanya mampu menahan beban aksial satu arah saja. Elemen bearing ini mudah dilepaskan sehingga mudah dalam melakukan pemasangan. beban aksial minimum mampu ditahan oleh bearing ini tergantung dari kecepatannya. Jenis bearing ini juga sensitive terhadap ketidak tepatan poros terhadap rumahnya seperti gambar 2.17



Gambar 2.17 Double direction thrust ball bearing

10. Ball and Socket Bearings

Bearing jenis ini mempunyai alur dalam yang berbentuk bola. Alur ini dapat membuat elemennya berdiri sendiri. Kapasitas dari bearing ini sangat besar terhadap beban aksial selain itu bearing ini juga mampu menahan beban radial secara simultan dan cocok untuk kecepatan tinggi seperti diperlihatkan pada gambar 2.18.



Gambar 2.18 Ball and socket bearings

2.3.2 Perbandingan Antara *Bearing* Luncur Dengan *Bearing* Gelinding

Bearing luncur mampu menumpu poros berputaran tinggi dengan beban besar. *Bearing* ini sederhana konstruksinya dan dapat dibuat serta dipasang dengan mudah. Karena gesekannya yang besar pada waktu mulai jalan, *Bearing* luncur memerlukan momen awal yang besa. Pelumasan pada *Bearing* ini tidak begitu sederhana. Panas yang timbul dari gesekan yang besar, terutama pada beban besar, memerlukan pendingin khusus. Sekalipun demikian, karena ada lapisan pelumas, *Bearing* ini dapat meredam tumbukan dan getaran sehingga hampir tidak bersuara. Tingkat ketelitian yang diperlukan tidak setinggi *Bearing* gelinding sehingga dapat lebih murah (Sularso & suga, 1978).

Bearing gelinding pada umumnya lebih cocok untuk beban kecil dari pada *Bearing* luncur, tergantung pada bentuk elemen gelindingnya. Putaran pada *Bearing* ini dibatasi oleh gaya sentrifugal yang timbul pada elemen gelinding tersebut. Karena konstruksinya yang sukar dan ketelitiannya yang tinggi, maka *Bearing* gelinding hanya dapat dibuat oleh pabrik-pabrik tertentu saja. Adapun harganya pada umumnya lebih mahal dari pada *Bearing* luncur. Untuk menekan biaya pembuatan serta memudahkan pemakaian, *Bearing* gelinding diproduksi menurut standar dalam berbagai ukuran dan bentuk. Keunggulan *Bearing* *Bearing* ini adalah pada gesekannya yang sangat rendah. Pelumasannya pun sangat sederhana, cukup dengan minyak gemuk/grace, bahkan pada macam yang memakai seal sendiri tak perlu pelumasan lagi. Meskipun ketelitiannya sangat tinggi, namun karena adanya gerakan elemen gelinding, pada putaran tinggi *Bearing* ini agak gaduh dibanding dengan *Bearing* luncur. Pada waktu memilih *Bearing*, ciri masing-masing harus dipertimbangkan sesuai dengan pemakaian, lokasi, dan macam beban yang akan dialami (Sularso&suga, 1978).

2.4 Pemilihan jenis *Bearing*

Dalam banyak jenis mesin berat dan mesin-mesin khusus yang diproduksi dalam jumlah kecil, lebih dipilih bantalan-bantalan bercangkang memberikan sarana pengikatan bantalan secara langsung ke rangka mesin dengan menggunakan baut, bukan dengan menyisipkannya ke dalam ceruk yang dibuat dalam rumah mesin, seperti pada bantalan-bantalan diluar cangkang.

Gambar 2.19 menunjukkan konfigurasi yang paling umum untuk bantalan bercangkang: blok bantalan (pillow block). Rumah bantalan ini dibuat dari baja bentukan, besi cor, atau baja cor, dengan lubang-lubang melingkar atau lubang-lubang memanjang yang tersedia untuk pemasangannya selama perakitan mesin, yakni pada saat penyetulan bantalan dilakukan. Bantalan-bantalannya sendiri sebenarnya adalah jenis-jenis bantalan yang telah dibahas dalam bagian-bagian terdahulu; bola, rol kerucut, atau rol bundar.



Gambar 2.19 Bentuk-bentuk bantalan bercangkang (Mott, Robert L., Alih bahasa oleh Ir. Rines M.T., DKK (2007). ELEMEN – ELEMEN MESIN DALAM PERANCANGAN MEKANIS (Jilid 1).)

Karena bantalan ini sama dengan bantalan yang telah dibahas, proses pemilihannya juga sama. Kebanyakan katalog memberikan diagram data yang secara luas memuat kapasitas pengangkutan beban pada nilai umur yang dinilai secara tertentu.

Ada beberapa jenis dan ukuran bantalan. Unit bantalan geser (take-up Bearing unit) adalah bantalan yang dipasang dalam sebuah rumah yang selanjutnya dimasukkan dalam sebuah rangka yang memungkinkan bantalan bersama porosnya bergeser pada tempatnya, seperti yang digunakan pada konveyor, transmisi rantai, transmisi sabuk, dan sebagainya, unit bantalan geser ini memberi kemungkinan penyetelan jarak pusat komponen-komponen penggerak pada saat pemasangan dan selama operasi untuk mengantisipasi terjadinya keausan dan keregangan pada bagian-bagian yang terakut (Robert L Mott).

2.5 Bahan-bahan bantalan

Beban pada bantalan gelinding bekerja pada suatu area kecil. Tegangan kontak yang dihasilkan cukup tinggi, apapun jenis bantalannya. Tegangan kontak sekitar 300000 psi bukanlah hal yang luar biasa terjadi pada bantalan-bantalan yang tersedia secara komersial. Untuk menahan tegangan-tegangan semacam itu, bola, roll, dan cincin dibuat dari baja keramik berkekuatan sangat tinggi dan sangat keras.

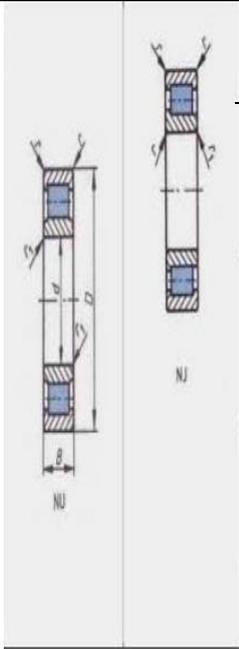
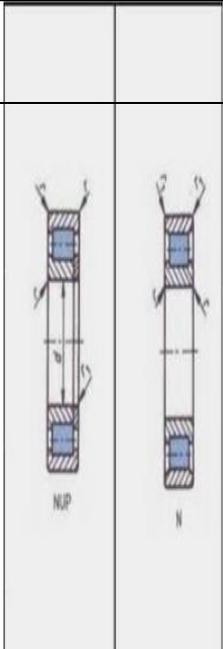
Bahan bantalan yang paling banyak digunakan adalah baja AISI 52100, yang memiliki kadar karbon yang sangat tinggi yaitu 0,95% hingga 1,10% ditambah 1,30% hingga 1,60% chromium, 0,25% hingga 0,45% mangan, 0,20% hingga 0,30% silikon, dan unsur-unsur logam paduan lainnya dengan jumlah yang rendah namun terkendali. Kandungan kotoran dihilangkan secara hati-hati untuk memperoleh baja yang bersih. Bahan ini diperkeras hingga berkisar 58-65 pada skala Rockwell C sehingga berkemampuan menahan tegangan kontak yang tinggi. Beberapa baja perkakas, khususnya MI dan M50, juga digunakan. Pengerasan kulit dengan karburisasi diberikan untuk baja seperti AISI 3310, 4620, dan 8620 agar diperoleh kekerasan permukaan yang tinggi sebagaimana yang dibutuhkan, tetapi tetap mempertahankan baguan inti yang tangguh. Dibutuhkan kendali kedalaman kulit yang saksama karena tegangan kritis terjadi pada daerah sedikit dibagian dalam permukaan. Beberapa bantalan yang berbeban lebih ringan dan yang terpapar pada lingkungan yang korosif menggunakan unsur-unsur baja tahan karat AISI 440C.

Elemen-elemen gelinding dan komponen-komponen lainnya dapat dibuat dari bahan-bahan keramik, seperti silikon nitrida (Si₃N₄). Meskipun biayanya lebih mahal bila dibandingkan dengan baja, keramik menawarkan kekuatan yang signifikan dan kemampuan terhadap suhu yang tinggi sehingga membuatnya lebih disukai untuk aplikasi luar angkasa, mesin tenaga, militer, dan aplikasi lainnya (Robert L Mott).

2.6 Data dari pabrikan bantalan

Pemilihan sebuah bantalan gelinding dari katalog pabrikan meliputi pertimbangan-pertimbangan kapasitas beban dan geometri bantalan tersebut. Ada beberapa tabel ukuran bantalan sebagai berikut:

Tabel 2.3 cylindrical roller *Bearing* DIN5412

		Cylindrical Roller <i>Bearing</i> DIN5412T1(6.82)m m						
	Nomor <i>Bearing</i>	D	D	B	R	r_1		
	204	20	47	14	1,5	1		
	205	25	52	15	1,5	1		
	206	30	62	16	1,5	1		
	207	35	72	17	2	1		
	NU208	40	80	18	2	2		
	209	45	85	19	2	2		
	NJ210	50	90	20	2	2		
	Oder211	55	100	21	2,5	2		
	NUP212	60	110	22	2,5	2		
	Oder213	65	120	23	2,5	2,5		
	N 214	70	125	24	2,5	2,5		
	215	75	130	25	2,5	2,5		
	216	80	140	26	3	3		

2.7 Perhitungan Beban dan Umur Bantalan Gelinding

1. Perhitungan Beban Ekuivalen

Suatu Beban yang besarnya sedemikian rupa hingga memberikan umur yang sama dengan umur yang diberikan oleh beban dan kondisi putaran yang sebenarnya disebut beban ekuivalen dinamis.

Jika suatu deformasi permanen, ekuivalen dengan deformasi maksimum yang terjadi karena kondisi beban statis yang sebenarnya pada bagian dimana elemen gelinding membuat kontak dengan cincin pada tegangan maksimum, maka beban yang menimbulkan deformasi tersebut dinamakan beban ekuivalen statis.

Harga - harga x dan y terdapat dalam table 2.2.

Tabel 2.4. Faktor - faktor V, X, Y dan X0, Y0(sularso dan kiyokatsu suga, 1994)

Jenisbantalan		Beban putar pd cincin dalam	Beban putar pd cincin luar	Barist u nggal		Barisganda				e	Barist u nggal		Barisg a nda		
				$F_a/VF_r > e$		$F_a/VF_r \leq e$					X ₀	Y ₀	X ₀	Y ₀	
		V	X	Y	X	Y	X	Y							
Bantalan bolaalur dalam	$F_a/C_0=0,014$	1	1,2	0,56	2,30	1	0	0,56	2,30	0,19	0,6	0,5	0,6	0,5	
	$=0,028$				1,99				1,99	0,22					
	$=0,056$				1,71				1,71	0,26					
	$=0,084$				1,55				1,55	0,28					
	$=0,11$				1,45				1,45	0,30					
	$=0,17$				1,31				1,31	0,34					
	$=0,28$				1,15				1,15	0,38					
	$=0,42$				1,04				1,04	0,42					
	$=0,56$				1,00				1,00	0,44					
Bantalanbola sudut	$\alpha=20^\circ$	1	1,2	0,43	1,00	1	0,9	0,67	1,63	0,57	0,5	1	0,42	0,84	
	$=25^\circ$				0,87				0,90	1,14			0,68	0,38	0,76
	$=30^\circ$				0,81				0,92	1,11			0,68	0,33	0,66

	= 35o			0,3	0,7		0,7	0,6	1,2	0,95		0,29	0,58
				9	6		8	3	4				
	= 40o									1,14		0,26	0,52
				0,3	0,6		0,6	0,6	1,0				
				7	6		6	0	7				
				0,3	0,5		0,5	0,5	0,9				
				5	7		5	7	3				

2. Perhitungan Umur Nominal

Umur nominal L (90% dari jumlah sampel, setelah berputar 1 juta putaran, untuk bantalan bola, tidak memperlihatkan kerusakan karena kelelahan gelinding) dapat ditentukan sebagai berikut.

Jika C (kg) menyatakan beban nominal dinamis spesifik dan P (kg) beban ekuivalen dinamis, maka faktor kecepatan fn adalah:

$$\text{Untuk bantalan bola, } \sigma_h = \left(\frac{33,3}{\sigma}\right) 1/3 \quad (2.1)$$

$$\text{Untuk bantalan rol, } \sigma_h = \left(\frac{33,3}{\sigma}\right) 3/10 \quad (2.2)$$

Faktor umur adalah:

$$\text{Untuk kedua bantalan, } \sigma_h = \sigma \quad (2.3)$$

Umur nominal σ_h adalah:

$$\text{Untuk bantalan bola, } \sigma_h = 500 \sigma h^3 \quad (2.4)$$

$$\text{Untuk bantalan rol, } \sigma_h = 500 \sigma h^{10/3} \quad (2.5)$$

Dengan bertambah panjangnya umur karena adanya perbaikan besar dalam mutu bahan dan karena tuntutan keandalan yang lebih tinggi, maka bantalan modern di rencanakan dengan L yang dikalikan dengan faktor koreksi. Jika L menyatakan keandalan umur $(100-n)(\%)$, maka

$$\sigma_h = \sigma \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \sigma_h \quad (2.6)$$

Tab 12.5 Harga factor keandalan. (Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Sularso dan Kiyokatsu Suga)

Faktor keandalan ((%)	σ_h	σ_h
90	σ_{10}	1
95	σ_5	0,62
96	σ_4	0,53
97	σ_3	0,44
98	σ_2	0,33
99	σ_1	0,21

3. Kelakuan terhadap Putaran

Dimeter poros d (mm) dikalikan dengan putaran per menit n (rpm) disebut harga $d.n$. Harga ini untuk suatu bantalan mempunyai batas empiris yang besarnya tergantung pada macamnya dan cara pelumasannya.

Untuk menghitung daya menggunakan rumus sebagai berikut

$$Pd = f \times d \times n \quad (2.7)$$

Dan menghitung momen puntir ialah :

$$T = \frac{Pd}{102} \quad (2.8)$$

Sehingga

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{d \times n} \quad (2.9)$$

Tegangan geser yang diizinkan ζ_a (kg/mm²) untuk pemakaian umum padaporosdapatdiperolehdenganberbagaicara. ζ_a

dihitungatasdasarbataskelelahanpuntiryangbesarnyadiambil40%daribataskelaha ntarikyngbesarnya kira-kira 45% dari kekuatan tarik ζ_B (Kg/mm²). Jadi batas kelelahanpuntir adalah 18% dari kelelah tarik ζ_B , sesuai standar ASME. Untuk harga 18% ini factor keamanan diambil sebesar $1/0,18 = 5,6$. Harga 5,6 ini untuk bahan SF dengan kekuatan yang dijamin, dan 6,0 untuk bahan S-C dengan pengaruh masa, danbaja paduan. Factor ini dinyatakan dengan Sf_1 .

Selanjutnya perlu ditinjau apakah poros tersebut akan diberi alur pasak atauidibuat bertanggung, karena pengaruh konsentrasi tegangan cukup besar. Pengaruhkekasaranpermukaanjugaharusdiperhatikan.Untukmemasukanpengaruh-pengaruh ini dalam perhitungan perlu diambil factor yang dinyatakansebagai Sf_2 denganhargasebesar 1,3sampai 3,0.

Darihal-haldiatasmakabesar ζ_a dapatdihitung dengan:

$$\zeta_a = \zeta_B / (Sf_1 \times Sf_2) \quad (2.4)$$

Tabel 2.6 Harga batas $d.n$ (sularso dan kiyokatsu suga,1994)

Macam Bantalan	Pelumas Gemuk	Pelumasan Minyak
Bantalan bola alur dalam	200.000	350.000
Bantalan bola sudut: $\alpha \leq 22$	200.000	350.000
$\alpha \geq 22$	150.000	300.000
Bantalan rol silinder	200.000	350.000
Bantalan rol kerucut	120.000	200.000
Bantalan rol mapan sendiri	100.000	150.000
Bantalan bola aksial	60.000	90.000

Bantalan bola alur dalam dan bantalan bola sudut serta bantalan rol silinder pada umumnya dipakai untuk putaran tinggi, bantalan rol kerucut dan bantalan mapan sendiri untuk putaran sedang, bantalan aksial putaran rendah. Harga-harga yang diberikan dalam tabel di atas merupakan batas untuk kondisi kerja terus menerus dalam keadaan biasa. Untuk bantalan yang diameter dalamnya di bawah 10 (mm), atau lebih dari 200 (mm), terdapat harga-harga yang lebih rendah. Dalam hal pelumasan dengan gemuk, harga batas tersebut umur gemuk 1000 jam. Untuk pelumasan celup, 2-2,5 kali harga di dalam tabel dapat diterima, untuk pelumasan dengan pompa 3-5 kali harga dalam tabel dapat diterima.

2.8 Perawatan (Maintenance)

Dalam istilah perawatan, disebutkan ada dua pekerjaan yang dapat dilakukan, yaitu istilah perawatan dan istilah perbaikan, dimana perawatan yang dimaksud adalah sebagai aktifitas untuk mencegah terjadinya kerusakan, sedangkan perbaikan adalah tindakan yang dilakukan untuk memperbaiki kerusakan. Manajemen perawatan mesin merupakan hal sangat penting dalam sebuah industri. Buruknya sebuah manajemen perawatan dapat mengakibatkan kerugian di berbagai aspek di dalam perusahaan. Salah satu metode yang unggul digunakan untuk mendeteksi kerusakan komponen mesin seperti bantalan (bearing), adalah Condition-Based Maintenance (CBM). Dengan salah satu metodenya yang handal dan umum digunakan oleh peneliti yaitu analisis berbasis getaran, sehingga dapat mempermudah upaya menemukan kerusakan pada komponen bantalan

CBM merupakan salah satu metode handal baru yang digunakan oleh peneliti sebagai perkembangan metode perawatan pernah ada. Metode perawatan yang sebelumnya menjadi acuan peneliti agar dapat mengetahui kekurangan dari metode-metode sebelum CBM. Metode-metode perawatan tersebut adalah : Preventive Maintenance, Breakdown Maintenance dan Predictive Maintenance. Berikut adalah sedikit penjelasan tentang metode-metode perawatan.

a. Perawatan Preventif (Preventive Maintenance)

Preventive Maintenance atau run time based maintenance adalah menjadwalkan aktivitas perawatan pada interval waktu yang sudah ditentukan, berdasarkan jam kerja (running hours) mesin atau kalender. Perbaikan atau pengantian komponen mesin dilakukan sebelum masalah sebenarnya terjadi. Filosofi ini baik untuk mesin atau peralatan yang tidak bekerja secara kontinu, dan jika personil mempunyai cukup ketrampilan (skill) dan waktu untuk melakukan pekerjaan perawatan. Kerugiannya, bahwa aktivitas perawatan mungkin saja dilakukan terlalu cepat atau terlalu lambat. Hal ini sangat mungkin terjadi, meskipun suatu komponen mesin atau peralatan dapat diganti sekalipun masih memiliki sisa umur pemakaian.

b. Perawatan Setelah Terjadi Kerusakan (Breakdown Maintenance)

Breakdown Maintenance adalah perawatan yang dilakukan ketika sudah terjadi kerusakan pada mesin atau peralatan kerja sehingga mesin tersebut tidak dapat beroperasi secara normal atau terhentinya operasional secara total dalam kondisi mendadak. Breakdown Maintenance ini harus dihindari karena akan terjadi kerugian akibat berhentinya mesin produksi yang menyebabkan tidak tercapai kualitas ataupun output produksi.

c. Perawatan Prediktif (Predictive Maintenance)

Filosofi Prediktif atau Condition Based Maintenance adalah bahwa aktivitas perawatan yang dilakukan hanya bila dideteksi ada indikasi kerusakan (kegagalan fungsi). Kondisi operasional dan fungsional suatu mesin dipantau / dimonitor secara periodik, jika ditemukan adanya indikasi ke arah yang tidak sehat, maka dilakukan indentifikasi pada komponen- komponen mesin yang mengalami kelainan dan dilakukan penjadwalan untuk perawatan. Pada waktu yang paling memungkinkan mesin tersebut akan dimatikan untuk dilakukan penggantian komponen yang rusak.

2.9 Pelumasan

1. Sistem Pelumasan

Sistem pelumasan antara dua permukaan yang bergerak relatif melibatkan behavior partikel pelumas antara kedua permukaan, tipe pelumas, jenis pelumasan, dan metoda aplikasi pelumas. Pelumas memiliki beberapa fungsi utama yaitu menurunkan gesekan, mengurangi keausan, melindungi permukaan dari korosi atau oksidasi, meredam beban kejutan, menghindari kontaminasi, dan mendinginkan permukaan kontak. Untuk mengetahui perilaku pelumas dalam mengurangi efek gesekan diperlukan teori pelumasan yang melibatkan persamaan matematik yang sangat kompleks. Sampai saat ini solusi persamaan differensial yang mengatur mekanisme pelumasan didasarkan oleh berbagai idealisasi dan penyederhanaan sehingga solusi yang ada adalah masih pendekatan. Tipe pelumas dapat berbentuk gas, cair, maupun padat. Sedangkan jenis pelumasan dibedakan menjadi boundary, mixed boundary, dan full film lubrication. Hal ini didasarkan pada karakteristik gesekan dan lapisan pelumas

antara permukaan yang bergesekan. Aplikasi pelumas pada suatu peralatan dapat dilakukan secara manual maupun otomatis dengan menggunakan pompa.

2. Jenis Pelumas

Pelumas adalah substansi atau material yang dapat menurunkan gesekan dan keausan serta memberikan “smooth running” dan umur yang memuaskan untuk suatu elemen mesin. Pelumas dapat berwujud gas, cair maupun padat. Semua jenis pelumas ini dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu pelumas alam dan pelumas buatan (sintetic). Dalam aplikasinya, pelumas cair adalah jenis pelumas yang paling banyak digunakan. Pelumas cair memiliki kelebihan yaitu kekuatan geser yang rendah dan kekuatan tekan yang tinggi. Pelumas padat biasanya digunakan pada kondisi dimana pelumas cair tidak dapat bertahan pada permukaan atau pada situasi khusus seperti pada temperatur yang sangat rendah atau sangat tinggi. Sedangkan pelumas berwujud gas atau udara 11-8 digunakan pada kondisi yang sangat khusus dimana dibutuhkan koefisien gesekan yang sangat rendah.

Pelumas cair (liquid lubricants) umumnya adalah minyak oli mineral (alam), minyak oli dari tumbuhan atau binatang, dan oli sintetis. Kadang-kadang air juga digunakan pada peralatan dalam lingkungan air. Pelumas memerlukan “additive” untuk meningkatkan kualitas pelumasan untuk keperluan tertentu. Misalnya additive untuk “extreme pressure” diperlukan pada pelumas untuk roda gigi di mana pelumas akan mengalami beban tekanan yang tinggi. Aditif anti oksidasi dan tahan temperatur tinggi diperlukan untuk oli pelumas engine. Oli pelumas diklasifikasikan berdasarkan viskositas dan kandungan aditifnya.

Pelumas lapisan padat (solid-film lubricants) ada dua jenis yaitu :

- a) Material yang memiliki kekuatan geser yang sangat rendah seperti graphite dan molybdenum disulfida (MoS_2) yang dapat ditambahkan pada permukaan.
- b) Coating seperti misalnya fosfat, oksida, atau sulfida yang dapat terbentuk pada suatu permukaan. Grafit dan MoS_2 biasanya tersedia dalam bentuk bubuk dan dapat dibawa ke permukaan dengan “binder” seperti misalnya grease atau material lain.

Pelumas padat ini memiliki kelebihan dalam hal koefisien gesek yang rendah dan tahan temperatur tinggi. Pelumas padat 11-9 dalam bentuk coating dapat dibentuk pada permukaan dengan reaksi kimia atau elektrokimia. Coating ini biasanya sangat tipis dan akan mengalami keausan dalam jangka waktu tertentu. Beberapa aditif pada oli dapat membentuk coating sulfida pada permukaan secara terus menerus melalui reaksi kimia.

BAB 3
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

3.1.1 Tempat

Tempat Pelaksanaan penelitian kekuatan bearing pada mesin pengukur panjang tali. Di Jl. Karya Dalam No.14, Helvetia Tim, Kec. Medan Helvetia, Kota Medan.

3.1.2 Waktu

Adapun waktu penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Waktu pelaksanaan penelitian

No	Kegiatan	Waktu/Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1	Pengajuan judul	■					
2	Studi literatur		■				
3	Penulisan proposal			■			
4	Seminar proposal				■		
5	Pengambilan data					■	
6	Analisa						■
7	Seminar hasil						■
8	Sidang sarjana						■

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Dalam melakukan penelitian ini diperlukan alat dan bahan yang terdapat pada mesin pengukur panjang tali kabel.

1. Tachometer

Tachometer berfungsi sebagai pengukur kecepatan putaran pada poros atau mesin .



Gambar 3.1 Tachometer

2. Motor Listrik

Pada motor listrik menggunakan tipe 70KTYZ dan di rpm paling tinggi 60 rpm.



Gambar 3.2 Motor Listrik

3. *Speed Countrol*

Untuk mengatur kecepatan yang di supply oleh listrik ke dalam sistem motor listrik. dengan spesifikasi speed control motor 25W fasa tunggal 220V koneksi model kabel.



Gambar 3.3 *Speed Countrol*

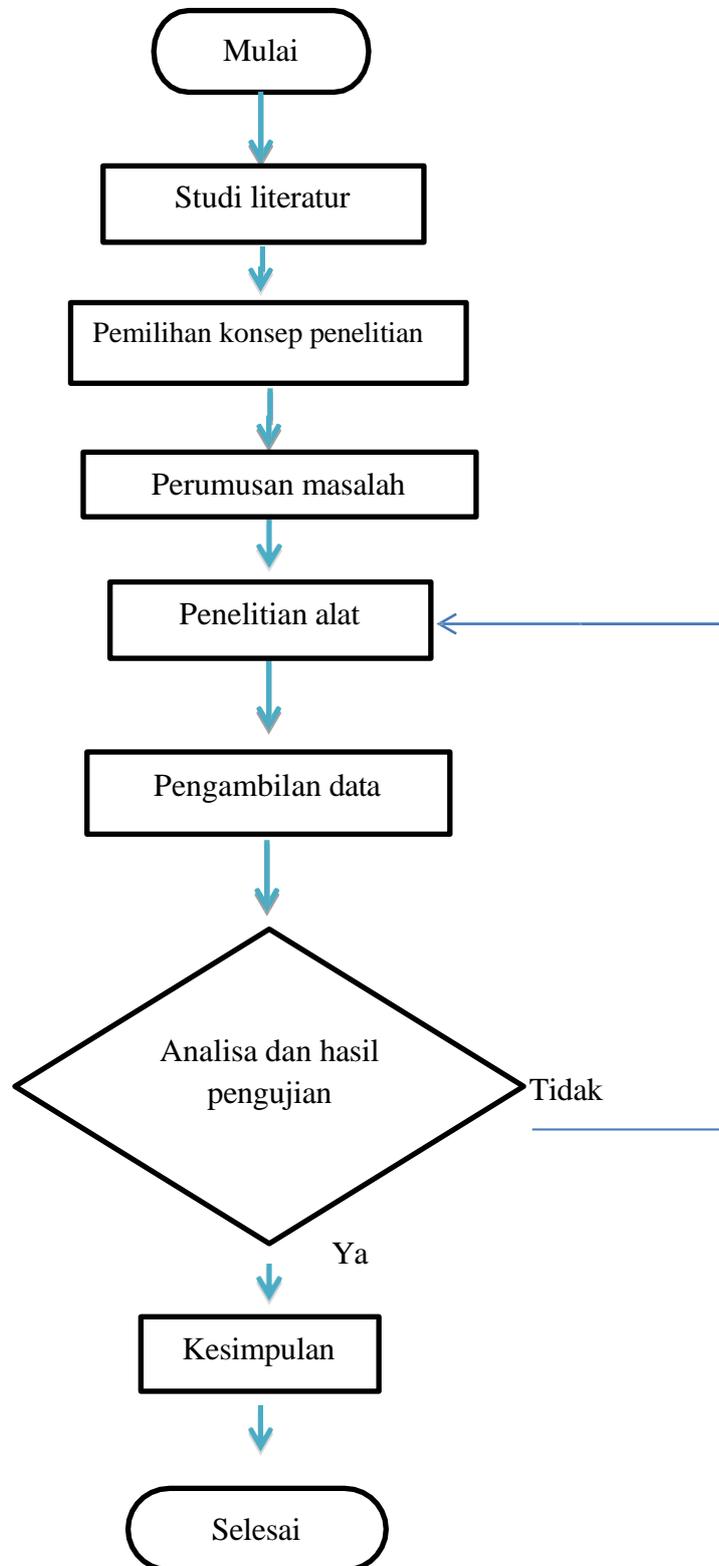
4. *Bearing/bantalan*

Bearing merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena fungsi dari bearing yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bearing harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta pelumas agar performa dari bearing tersebut selalu baik, bearing yang di gunakan yaitu bearing bola jenis 6304 zz.

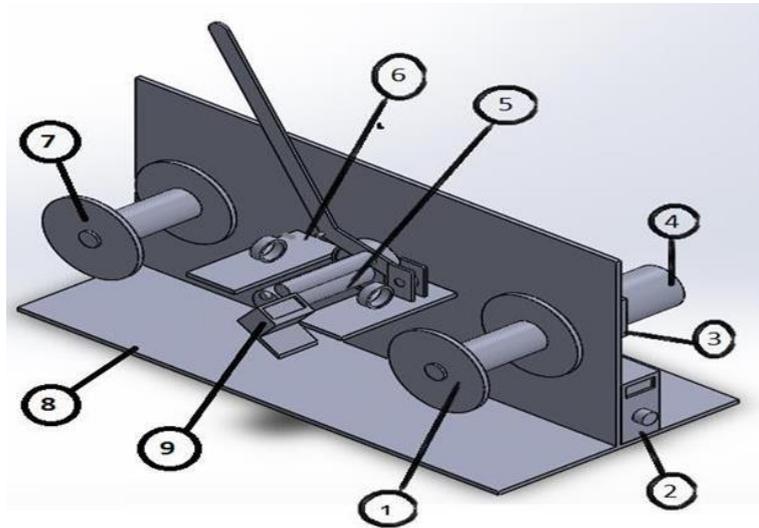


Gambar 3.4 Bearing 6304 zz

3.3. Bagan Alir Penelitian



3.4. Rancangan Mesin Pengukur Tali Kabel



Gambar 3.5 Mesin Pengukur Panjang Tali Kabel

Keterangan :

1. Roll Penggulung
2. Speed Countrol
3. Gear Box
4. Motor
5. Roll Pengukur
6. Pegas
7. Tungkul
8. Rangka
9. Counter (Alat Penghitung Satuan Digit Angka)

3.5. Prosedur Penelitian

1. Mempersiapkan mesin pengukur tali kabel
2. Menyiapkan bahan atau tali dengan berbagai ukuran 5cm, guna untuk melakukan analisis penelitian
3. Menjalankan mesin dengan melakukan percobaan dengan tali yang sudah dipersiapkan dengan berbagai ukuran 5cm.
4. Mencatat hasil dari penelitian yang sudah dilakukan
5. Setelah mendapatkan data dari hasil penelitian maka dapat pula hasil kesimpulan dan saran.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Mesin pengukur panjang tali, kabel



Gambar 4.1 Mesin Pengukur Panjang Tali, Kabel

4.1.1 Spesifikasi Alat

Dari hasil mesin pengukur panjang tali, kabel dimana spesifikasinya sebagai berikut :

Tabel 4.1 Spesifikasi Alat

Ukuran Kerangka	
Panjang (P)	: 60 cm
Lebar (L)	: 20 cm
Tinggi (T)	: 25 cm

Ukuran motor listrik	
Tipe	: 70 KTYZ
Input voltage	: 220V AC 50 Hz
Rated power	: 40 W
Rpm	: 60 Rpm

4.2 Perhitungan Umur Bearing

Dalam pembuatan mesin pengukur panjang tali, kabel bearing/bantalan yang di gunakan yaitu bantalan bola dengan kode 6304 zz, cara membaca kode bearing “6” adalah kode pertama yang menunjukkan tipe bantalan yang atrinya

bantalan bola dalam alur satu baris, “3” adalah angka kedua dalam kode bearing menunjukkan nomor seri laher, antara ukuran lubang, diameter luar, dan ketebalan bantalan, “04” adalah angka ketiga dan keempat yang artinya menunjukkan ukuran bore atau lubang bagian dalam dengan diameter 20 mm, “ZZ” adalah akhiran dalam kode bearing bisa berupa huruf dan angka, zz yang atrinya pelindung sisi ganda dengan bahan plat besi.

Diameter bantalan : $D = 52 \text{ mm}$

Lebar bantalan : $B = 15 \text{ mm}$

Kapasitas nominal dinamis spesifik : $C = 1250 \text{ kg}$

Kapasitas nominal statis spesifik : $C_o = 785 \text{ kg}$

Untuk bantalan bola luar dari tabel 2.2 di atas.

1. Beban aksial bantalan F_a

$$\begin{aligned} F_a &= C_o \cdot 0,014 \\ &= 785 \cdot 0,014 \\ &= 10,99 \text{ kg} \end{aligned}$$

2. Dari tabel 2.4 di atas juga dapat diketahui harga beban radial F_r dengan menggunakan persamaan:

$$\frac{V}{e} > 1$$

Dimana : $V =$ beban putar pada cincin dalam
 $e = 0,19$

maka : $F_r = \frac{F_a}{e} = \frac{10,99}{1 \cdot 0,19} = 57,84 \text{ kg}$

3. Dengan demikian beban akivalen dinamis P dapat diketahui melalui persamaam di bawah ini :

$$P = X \cdot F_r + Y \cdot F_a$$

Dimana : $P =$ beban akivalen (kg)

$F_r =$ beban radial (kg)

$F_a =$ beban aksial (kg)

$x, y =$ harga-harga baris tunggal yang terdapat dalam tabel 2.4

diatas

maka : $P = 0,56 \cdot 57,84 + 2,30 \cdot 10,99$

=
5
7
,
6
6
k
g

4. Menganalisa umur bantalan sesuai kecepatan motor penggerak dengan kecepatan 20, 40, 60 rpm. Jika C (kg) menyatakan beban nominal dinamis spesifik dan P (kg) beban ekivalen dinamis, maka faktor kecepatan f_n bantalan adalah:

$$f_n = \left(\frac{33,3}{20} \right)^{1/3}$$

$$f_n = \left(\frac{33,3}{20} \right)^{1/3} = 1,18$$

Faktor umum bantalan f_h :

$$f_h = f_n \cdot \frac{1250}{57,66}$$

$$= 1,18 \cdot \frac{1250}{57,66} = 25,58$$

Umur nominal dari bantalan L_h :

$$L_h = 500 \cdot (f_h)^3$$

$$= 500 \cdot (25,58)^3$$

$$= 8368962,5 \text{ jam}$$

5. Pengujian ke dua dengan putaran 40 rpm

$$f_n = \left(\frac{33,3}{40} \right)^{1/3}$$

$$f_n = \left(\frac{33,3}{40} \right)^{1/3} = 0,94$$

Faktor umum bantalan f_h :

$$f_h = f_n \cdot \frac{1250}{57,66}$$

$$= 0,94 \cdot \frac{1250}{57,66} = 20,37$$

Umur nominal dari bantalan L_h :

$$\begin{aligned} L_h &= 500 \cdot (\square_h)^3 \\ &= 500 \cdot (20,37)^3 = 4226132,3 \text{ jam} \end{aligned}$$

6. Pengujian ke tiga dengan putaran tertinggi 60 rpm

$$\begin{aligned} \square &= \left(\frac{33,3}{\square} \right)^{1/3} \\ \square &= \left(\frac{33,3}{60} \right)^{1/3} = 0,82 \end{aligned}$$

Faktor umum bantalan f_h :

$$\begin{aligned} f_h &= \frac{\square}{\square \cdot \square} \\ &= 0,82 \cdot \frac{1250}{57,66} = 17,77 \end{aligned}$$

Umur nominal dari bantalan L_h :

$$\begin{aligned} L_h &= 500 \cdot (\square_h)^3 \\ &= 500 \cdot (17,77)^3 \\ &= 2805642,2 \text{ jam} \end{aligned}$$

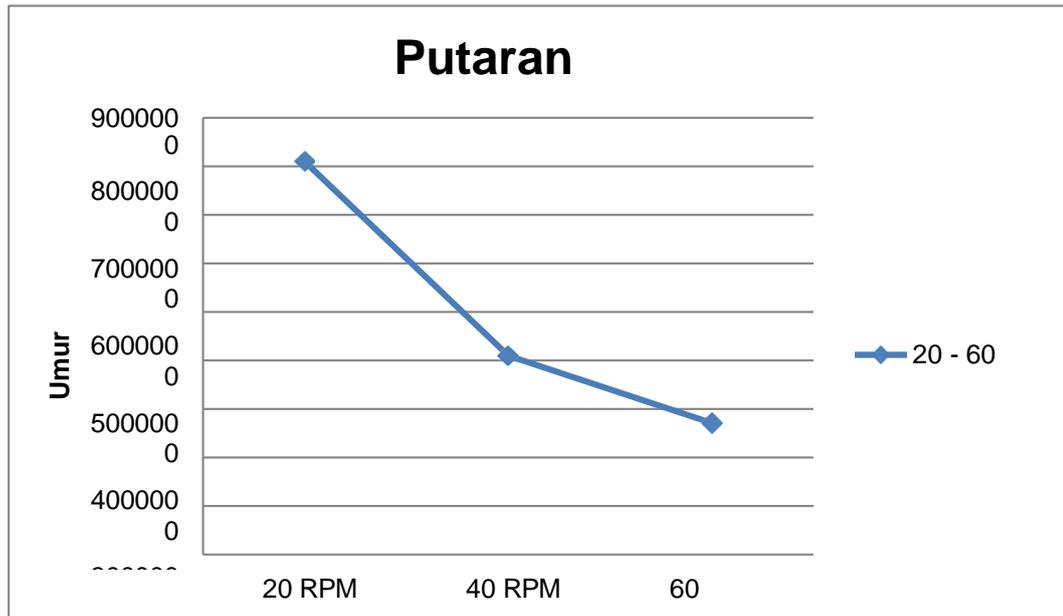
4.3 Tabel hasil umur pakai *bearing*

No	Putaran mesin	Umur pakai pada <i>bearing</i>
1	20 rpm	8368962,5 jam
2	40 rpm	4226132,3 jam
3	60 rpm	2805642,2 jam

Penjelasan :

- 20 rpm : Pada kecepatan ini, bearing akan mengalami beban yang relative rendah karena putaran lambat.
- 40 rpm : Dengan kecepatan ini bearing akan mengalami beban sedang.
- 60 rpm : Pada kecepatan ini, bearing akan mengalami beban yang lebih tinggi karena putaran yang lebih cepat.

4.3.1 Grafik Penaikan Umur Pakai *Bearing*



Gambar 4.2 Grafik penaikan umur pakai *bearing*

4.3.2 Hasil pengamatan pengujian bearing saat mesin beroperasi

Berdasarkan pengamatan, bearing ini mampu beroperasi dengan baik saat menggulung tali tanpa adanya kendala. Dengan kata lain bearing dapat menahan beban dan putaran pada saat menggulung, pada putaran 20 rpm ataupun pada putaran tertinggi 60 rpm.

4.4 Perawatan pada bearing

Pelumasan pada bearing terutama dimaksud untuk mengurangi gesekan dan keausan antara elemen gelinding dan sangkar, membawa keluar panas yang terjadi, mencegah korosi, dan menghindari masuknya debu. Cara pelumasan ada dua macam yaitu pelumasan gemuk dan pelumasan minyak.

Pelumasan gemuk lebih disukai karena penyekatnya lebih sederhana, dan semua gemuk yang bermutu baik dapat memberikan umur panjang. Cara yang umum untuk penggemukan adalah dengan mengisi bagian dalam bantalan dengan gemuk sebanyak mungkin, pengisian gemuk yang agak berlebihan tidak menjadi keberatan.

Pentingnya Pelumasan tidak hanya untuk memperpanjang usia pada bearing, tapi pelumasan juga dapat memperoleh keandalan pada roll bearing, menghambat keausan dan melindungi permukaan bantalan terhadap korosi, penghambat suhu atau penghapusan panas.

Untuk menjaga kinerja dan masa pakai yang lebih lama, kita bisa mengikuti langkah-langkah perawatan berikut:

1. Memeriksa dan membersihkan bearing secara rutin untuk menghilangkan kotoran dan minyak yang menumpuk.
2. Pastikan bearing terpasang dengan kencang pada poros engkol untuk menghindari getaran dan kerusakan.
3. Memeriksa keausan bearing secara berkala. Jika terdapat tanda-tanda keausan atau kerusakan, segera ganti dengan bearing yang baru.
4. Jaga suhu mesin agar tetap dalam batas normal untuk menghindari kerusakan bearing akibat suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Dapat disimpulkan bahwa hal-hal yang mempengaruhi perawatan bearing adalah kecepatan putaran dan juga pelumasan pada bearing.
2. Analisa penelitian mesin pengukur panjang tali kabel dengan perawatan pada bearing.
3. Perawatan bearing dapat dilakukan dengan perawatan jangka Panjang sehingga bearing dapat bertahan lama.

5.2 Saran

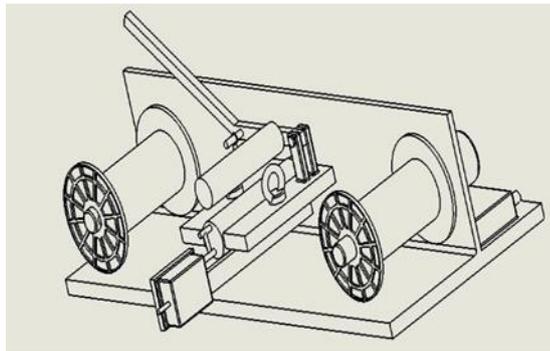
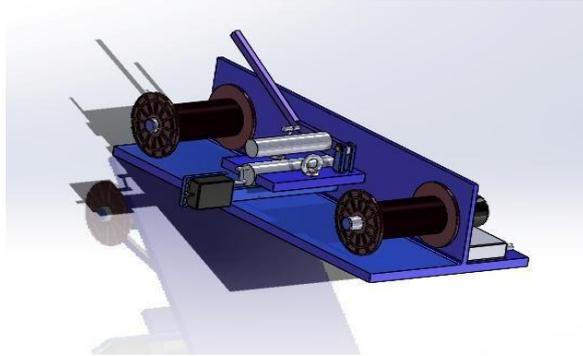
Berdasarkan kesimpulan yang didapat penulis dapat menyimpulkan bahwa kecepatan putaran, suhu, dan pelumasan bearing mempengaruhi kekuatan bearing sehingga perlu dilakukan pengecekan berkala pada bearing agar perawatan bearing dapat dilakukan dengan baik sehingga bearing mempunyai masa kerja yang cukup lama.

DAFTAR PUSTAKA

- A.C, W. (2007). Traksi majalah ilmiah Teknik Mesin. Semarang: LP2M Unimus.
- ADMIN. (2020, 10 29). PLCDROID. Retrieved from PLCDROID:
<https://www.plcdroid.com/2020/10/PengertianArusHubung%20Singkat.html>
- Trianto, E. A. (2018). Perancangan sistem informasi pembayaran abodemen di uptd pasar rajadesa. Jurnal Manajemen dan Teknik Informatika (JUMANTAKA)
- Diharjo, K. (2016). pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat tarik bahan komposit serat rami-polyester. In J. T. Mesin, GGH Jur Teknik Mesin (p. 8). gghjur.
- J.L, M. (2000). Meriam. J.L. (404)
- Sularso,&Suga,K.(1978).DasarPerencanaandanPemilihanElemenMesin. Jakarta:PT.PradnyaParamita.
- Indra Kurniawan, (2012). “Pemilihana dan Perawatan Bantalan Pada Mesin Uji Tarik”, Universitas Indonesia, Depok.
- ParnoRaharjo,(2015).“KarakteristikGetaranPadaBantalanBolaMenyelarasSendiri KarenaKerusakanSangkar”TeknikMesinPoliteknikNegeriBandung.
- Komarudin Dan Razul Harfi(2012). “Analisis Pengaruh Variasi ViskositasPelumas TerhadapPerubahan temperartur Pada Simulator Alat UjiPelumasBantalan.
- Erinofriadi, (2011), “Desain Umur Bantalan Carrier IdlerBelt ConveyorPT.Pelindo IIBengkulu”, Universitas Bengkulu.
- Kunto Aji,, (2007).”Deteksi Kerusakan Bantalan Gelinding Pada Pompa Setrifugal Dengan Analisa Sinyal Getaran”.Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Sularso MSME, Kiyokatsu Suga (1994). “Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin”, Jakarta, PT.Pradyana Paramita.
- Suyadi.2010. kaji eksperimen kekuatan tarik produk-produk berbahan plastik daur ulang.D(18):107-110

Mott, Robert L., Alih bahasa oleh Ir. Rines M.T., DKK (2007). *ELEMEN –
ELEMEN MESINDALAM PERANCANGAN MEKANIS*
(Jilid 1). Yogyakarta: penerbit ANDI

LAMPIRAN







LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Analisa Kekuatan Bearing Pada Prototype Mesin Pengukur Panjang Tali Kabel

Nama : Rehan Aqil Fauzi
 NPM : 1907230067

ACC

Dosen Pembimbing : Riadini Wanty Lubis, S.T., M.T

No	Hari/Tanggal	Kegiatan	Paraf
	Sabtu / 1 Juli 2023	Asistensi Judul & Problem Statement	30
	Senin / 3 Juli 2023	Asistensi BAB I, II	24
	Rabu / 5 Juli 2023	Asistensi BAB I, II	24
	Sabtu / 8 Juli 2023	Asistensi BAB II	24
	Senin / 10 Juli 2023	Asistensi BAB III	21
	Kamis / 13 Juli 2023	Asistensi BAB III	24
	Kamis / 17 Juli 2023	Asistensi BAB I, II, III	24
	Senin / 31 Juli 2023	ACC Seminar Proposal	24

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. DATA PRIBADI

Nama : Rehan Aqil Fauzi
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 12 Desember 2001
Alamat : Jl. Stm Ujung No.5 Medan
Kebangsaan : Indonesia .
Agama : Islam
Email : rehanblackbox19@gmail.com
Nomor Hp : 082363737551

B. RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Peserta Mahasiswa : 1907230067
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No.3 Medan

No	Tingkat Pendidikan	Nama Dan Tempat	Tahun
1	SD	SDN 064034	2007 - 2013
2	SMP	SMPN 34 Medan	2013 - 2016
3	SMK	SMK Negeri 2 Medan	2016 - 2019
4	Perguruan Tinggi	Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	2019 - 2024