

LAPORAN PENGALAMAN LAPANGAN INDUSTRI

ANALISA DESAIN BEARING RODA AUTOMATIC TRASH RAKE

PLTA BATANG AGAM



Oleh:

HARY JUMADIL SAPUTRA

NIM : 15072029/2015

Jurusan Teknik Mesin

Program Studi DIII Teknik Mesin

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2017

LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN

**LAPORAN KERJA PRAKTEK
PT. PLN (PERSERO) UNIT PLTA BATANG AGAM
(3 Juli 2017 s/d 1 September 2017)**

**ANALISA DESAIN BEARING RODA AUTOMATIC TRASH RAKE
PLTA BATANG AGAM**



Disusun Oleh :

**HARY JUMADIL SAPUTRA
NIM/BP. 15072029/2015**

Mengetahui :

**Pimpinan dan Pembimbing
PT. PLN (Persero) UNIT BATANG AGAM**



**M. Adrian Kusuma
NIP. 8508028B2**

LEMBAR PENGESAHAN FAKULTAS

**Laporan Ini Disampaikan Untuk Memenuhi Sebagian dari Persyaratan
Penyelesaian Praktek Lapangan Industri (PLI) FT UNP Padang Semester
Juli-Desember 2017**

Oleh

Hary Jumadil Saputra

15072029/2015

Jurusan Teknik Mesin

Program Studi DIII Teknik Mesin

Diperiksa dan disahkan oleh:

Dosen Pembimbing



Budi Syahri, S.Pd, M.Pd, T.

NIP.19900207 201504 1 003

a.n Dekan FT UNP

Kepala Unit Hubungan Industri



Ali Basrah Polungan, S.T, M.T.

NIP.19741212 200312 1 002

KATA PENGANTAR



Puji syukur kepada Allah SWT karena atas berkat, rahmat dan hidayah Nya-lah penulis dapat menyelesaikan laporan Praktek Lapangan Industri (PLI) ini dengan baik. Laporan yang penulis susun adalah hasil yang diperoleh selama melakukan kerja praktek di PT.PLN (Persero) Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan Sektor Bukittinggi PLTA Batang Agam. Laporan ini berjudul **“ANALISA DESAIN BEARING RODA AUTOMATIC TRASH RAKE PLTA BATANG AGAM”**. Selama kegiatan kerja praktek hingga penyusunan laporan ini, penulis banyak menerima banyak bantuan dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyanpaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Fahmi Rizal,M.Pd, Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Dr.Ir Arwizet K,S.T,M.T, Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Ali Basrah Pulungan,S.T,M.T., Kepala Unit Hubungan Industri Fakultas Teknik.
4. Bapak Budi Syahri,S.Pd.,M.Pd.T., Koordinator PLI Jurusan Teknik Mesin Sekaligus Dosen Pembimbing PLI.
5. Bapak M. Adrian Kusuma, Supervisor Pemeliharaan dan Pembimbing PLI di PLTA Batang Agam yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama pelaksanaan PLI di PLTA Batang Agam.

6. Bang Hilmi Imawan W.W, Junior Pemeliharaan PLTA Batang Agam yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama pelaksanaan PLI.
7. Para staf dan karyawan PLTA Batang Agam, yang telah membantu penulis selama pelaksanaan PLI.
8. Eri, Riko, Herki, Fikri, Ilham, Rosulih yang telah menjadi rekan kerja praktek dan saling memberikan semangat dalam melaksanakan kerja praktek.

Meskipun laporan ini telah diupayakan agar tersusun sedemikian rupa, namun masih terdapat kesalahan dan kerancuan. Maka dengan itu, penulis sangat mengharapkan masukan berupa kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih. Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi pembaca, komunitas teknik mesin, khususnya bagi penulis pribadi, dan juga pembaca sekalian.

Batu Hampar, 25 Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAN	
LEMBAR PENGESAHAN FAKULTAS	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang PLI.....	1
1.1.1 Latar Belakang Pelaksanaan PLI-UNP	1
1.1.2 Latar Belakang PLI di PT. PLN (Persero) Unit Batang Agam	2
1.2 Tinjauan Kegiatan Pengalaman PLI	2
1.3 Tinjauan Kegiatan PLI di PT. PLN (Persero) Unit Batang Agam	3
1.4 Manfaat Praktek Lapangan Industri	4
1.5 Tempat Pelaksanaan Praktek Lapangan Industri	5
BAB II TINJAUAN UMUM	
2.1 Profil PLTA Batang Agam	7
2.1.1 Sejarah PLTA Batang Agam.....	7
2.1.2 Bangunan Yang Terdapat Pada PLTA Batang Agam.....	12
2.1.3 Peralatan Mekanik dan Listrik pada PLTA Batang Agam	18
2.2 Tata Letak PLTA Batang Agam	23
2.2.1 Denah Lokasi PLTA Batang Agam	23

2.2.2	Tata Letak Fasilitas/Mesin PLTA Batang Agam	24
2.3	Visi dan Misi PT. PLN (Persero).....	26
2.4	Visi dan Misi PT. PLN (Persero) Pembangkit Sumatera Bagian Selatan .	26
2.5	Struktur Organisasi	27
BAB III TINJAUAN PUSTAKA		
3.1	Pengertian Bearing.....	28
3.2	Jenis-Jenis Bearing	30
3.2.1	Solid Bearing.....	30
3.2.2	Anti Friction Bearing.....	33
3.3	Klasifikasi Bantalan	36
3.3.1	Berdasarkan Gerakan Bearing Terhadap Poros	36
3.3.2	Berdasarkan Arah Beban Terhadap Poros	39
3.4	Kerusakan Bearing	40
3.4.1	Kesalahan Beban	40
3.4.2	Penggunaan Bearing Melewati Batas Waktu	40
3.4.3	Pemilihan Jenis Bearing dan Pelumasnya	40
3.4.4	Beban Berlebihan	40
3.4.5	Korosi	41
3.4.6	Kerusakan Akibat <i>Fatigue</i>	42
3.4.7	Kerusakan Karena <i>Tight Fit</i>	42
3.4.8	Pemasangan Bearing	43
3.4.9	Terjadi <i>Misalignment</i>	43
3.4.10	<i>Unbalance</i> (Tidak Seimbang)	44

3.4.11 Pelumas Rusak	44
BAB IV PEMBAHASAN DAN ANALISA	
4.1 Analisa Desain Bearing Pada <i>Automatic Trash Rake</i> (ATR) PLTA	
Batang Agam	46
4.1.1 <i>Automatic Trash Rake</i> (ATR)	46
4.1.2 Desain <i>Bearing</i> Pada <i>Automatic Trash Rake</i> (ATR) PLTA	
Batang Agam	46
4.2 Klasifikasi dan Kriteria Pemilihan Bantalan	48
4.3 Material Bantalan (Bearing)	52
4.3.1 Sifat Material <i>Bearing</i>	55
4.4 Umur Bantalan (<i>Bearing life</i>)	56
4.5 Spesifikasi Bearing Yang Digunakan di PLTA Batang Agam	57
4.5.1 Cara Membaca Kode Bearing	57
4.6 Tabel Perbandingan <i>Ball Bearing</i>	58
4.7 Rekomendasi <i>Bearing</i> Untuk ATR PLTA Batang Agam	59
4.8 Analisa	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 KESIMPULAN	62
5.2 SARAN	64
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Power House PLTA Batang Agam	7
Gambar 2.2 Intake Weir PLTA Batang Agam	12
Gambar 2.3 Daily Pondage PLTA Batang Agam	14
Gambar 2.4 Valve Chamber PLTA Batang Agam	15
Gambar 2.5 Penstock PLTA Batang Agam	16
Gambar 2.6 Tail Race PLTA Batang Agam	17
Gambar 2.7 Turbin Hidrolik PLTA Batang Agam	18
Gambar 2.8 Generator PLTA Batang Agam	19
Gambar 2.9 Transformator Unit 3 PLTA Batang Agam	20
Gambar 2.10 Governor PLTA Batang Agam	22
Gambar 2.11 Denah Lokasi PLTA Batang Agam	23
Gambar 2.12 Bangunan Sentral PLTA Batang Agam Lantai I	24
Gambar 2.13 Bangunan Sentral PLTA Batang Agam Lantai II	24
Gambar 2.14 Bangunan Sentral PLTA Batang Agam Lantai III	25
Gambar 2.15 Bangunan Sentral PLTA Batang Agam Lantai IV	25
Gambar 3.1 <i>Solid Bearing</i>	30
Gambar 3.2 <i>Sleeve Bearing</i>	31
Gambar 3.3 <i>Sleeve Bearing dan Camshaft</i>	31
Gambar 3.4 <i>Split-half Bearing</i>	32
Gambar 3.5 <i>Konstruksi Anti-friction Bearing</i>	33
Gambar 3.6 <i>Balls atau Rollers</i>	35

Gambar3.7 Cage	35
Gambar 3.8 Bantalan Luncur	37
Gambar 3.9 Bantalan Gelinding	37
Gambar 3.10 Arah beban pada bantalan	39
Gambar 3.11 Tanda-tanda Kerusakan pada Bearing	41
Gambar 3.12 Korosi pada Bearing	42
Gambar 3.13 Indikasi Kerusakan Akibat Kontaminasi	45
Gambar 4.1 Bearing Pada ATR PLTA Batang Agam	47
Gambar 4.2 Kriteria pemilihan bantalan radial	50
Gambar 4.3 Kriteria pemilihan bantalan aksial	51
Gambar 4.4 <i>Deep grove ball bearing</i>	57
Gambar 4.5 Kerusakan <i>Deep Groove Ball Bearing</i>	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Turbin PLTA Batang Agam	19
Tabel 2.2 Spesifikasi Generator PLTA Batang Agam	19
Tabel 4.1 Perbandingan performa <i>bearing</i>	49
Tabel 4.2 Kriteria pemilihan <i>bearing</i> untuk kondisi lingkungan tertentu	51
Tabel 4.3 Kekerasan material <i>bearing</i>	52
Tabel 4.4 Sifat material <i>bearing</i>	55
Tabel 4.5 Saran umur bantalan untuk berbagai kelas mesin	56
Tabel 4.6 Perbandingan performa <i>ball bearing</i>	58
Tabel 4.7 pemilihan <i>bearing</i> untuk PLTA Batang Agam	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Praktek Lapangan Industri (PLI)

1.1.1 Latar Belakang Pelaksanaan PLI Universitas Negeri Padang (UNP)

Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (FT-UNP) sebagai salah satu lembaga pendidikan, mengembang tugas yaitu berupaya mengembangkan dan meningkatkan Sumber Daya Manusia (SDM), yakni manusia seutuhnya yang memiliki wawasan ilmu pengetahuan dan teknologi dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa. Selain itu FT-UNP juga berupaya melaksanakan program-program pendidikan yang bertujuan menghasilkan lulusan-lulusan yang tidak saja memahami ilmu pengetahuan dan teknologi akan tetapi juga mampu mempraktekkan serta mengembangkannya baik didunia pendidikan maupun didunia industri.

Tujuan diatas tidak akan tercapai apabila tidak didukung oleh sarana dan prasarana serta keterlibatan secara aktif dari berbagai pihak. Salah satu upaya yang dilakukan untuk memenuhi tujuan ini adalah dengan membuat kurikulum berorientasi kepada usaha mempersiapkan Mahasiswa untuk mampu memasuki dunia industri. Oleh karena itu FT-UNP mengadakan suatu program pengalaman industri yaitu dengan mengirimkan Mahasiswa-mahasiswanya keperusahaan-perusahaan yang relevan dengan jurusan masing-masing yang dinamakan dengan Pengalaman Lapangan Industri (PLI). Mahasiswa dituntut untuk melaksanakan kegiatan observasi, perencanaan, pra produksi dan produksi/pelaksanaan pada perusahaan tersebut.

Kegiatan PLI ini juga dimaksudkan untuk memberi wawasan yang lebih luas terhadap Mahasiswa mengenai perkembangan dunia industri. Dari kegiatan ini diharapkan Mahasiswa memiliki wawasan dan penguasaan teknologi yang lebih luas dan aplikatif yang diterapkan kelak dalam masyarakat. Secara tidak langsung kegiatan ini juga merupakan salah satu upaya industri dalam memperkenalkan perkembangan teknologinya terhadap dunia pendidikan.

Berbekal pengalaman yang didapatkan selama PLI, diharapkan Mahasiswa FT-UNP memiliki profesionalisasi dibidangnya dan mampu bersaing dalam dunia kerja nantinya.

1.1.2 Latar Belakang PLI di PT. PLN (Persero) Unit Batang Agam

Memasuki era globalisasi dan pasar bebas, setiap perusahaan dan instansi perusahaan dituntut untuk mandiri serta memiliki daya saing yang tinggi, agar mampu bersaing dan mampu melangsungkan kegiatan usahanya, sebagaimana tercantum dalam tujuan jangka panjang pembangunan Nasional, yaitu mewujudkan masyarakat adil dan makmur.

1.2 Tinjauan Kegiatan Pengalaman Praktek Lapangan Industri

Kegiatan PLI bertujuan untuk membekali mahasiswa dengan pengalaman langsung dalam berbagai kegiatan yang direncanakan di perusahaan atau industri, sehingga mahasiswa dapat menerapkan apa yang diperoleh dibangku kuliah agar sesuai dengan tuntutan yang dibutuhkan didunia industri :

1. Mampu beradaptasi dengan lingkungan industri dan dunia usaha melalui keikutsertaan dalam disiplin kerja dan mematuhi peraturan yang berlaku oleh pihak perusahaan atau industri.
2. Membuat laporan praktek industri dengan format yang baik dan benar.
3. Sebagai persiapan bagi penulis untuk terjun langsung ke industri atau dunia kerja.
4. Penerapan dan pengembangan pengetahuan serta keterampilan yang dimiliki selama perkuliahan.
5. Memperoleh pengalaman dan perluasan pandangan terhadap ilmu-ilmu di tempat praktek industri yang belum dikenal oleh mahasiswa.

1.3 Tinjauan Kegiatan PLI di PT. PLN (Persero) Unit Batang Agam

Dengan melakukan kegiatan PLI di PT. PLN (Persero) Unit Batang Agam maka hendaklah dicapai melalui pelaksanaan kegiatan PLI bagi mahasiswa yaitu :

1. Mengenal, mengetahui dan mempelajari organisasi perusahaan, agar dapat memperluas pengetahuan dan mengembangkan wawasan berfikir tentang pekerjaan di lapangan sesungguhnya.
2. Berusaha untuk mempelajari pengetahuan yang baru untuk meningkatkan keterampilan, pengetahuan dan mengembangkan wawasan berfikir tentang keteknikan.
3. Berusaha untuk mengatasi masalah yang terjadi di lapangan pekerjaan sesungguhnya.

4. Mengaplikasikan ilmu yang diperoleh di bangku perkuliahan dan dapat menambah ilmu pengetahuan pada mahasiswa dari pengalaman industri yang tidak diperoleh di bangku perkuliahan.
5. Melatih disiplin kerja dengan mematuhi peraturan yang berlaku di perusahaan tersebut.

1.4 Manfaat Praktek Lapangan Industri

a. Mahasiswa

- 1) Menerapkan ilmu yang telah di pelajari sewaktu perkuliahan.
- 2) Mengetahui cara kerja dan prinsip kerja nyata di dunia industry.
- 3) Menambah ilmu baru yang dipelajari di industri.
- 4) Mendapatkan peluang kerja di dunia industri tersebut.

b. Instansi Terkait/Industri

- 1) Mempermudah perusahaan dalam merekrut calon karyawan yang professional.
- 2) Membantu perusahaan dalam meningkatkan mutu karyawan.
- 3) Menghemat dana untuk pengembangan SDM.
- 4) Membina hubungan kemitraan antara perguruan tinggi dan perusahaan.

c. Perguruan Tinggi

- 1) Memperoleh umpan balik sebagai hasil pengintegrasian mahasiswanya dalam bidang teknologi sehingga kurikulum, materi perkuliahan dan

pengembangan ilmu yang disusun perguruan tinggi dapat lebih disesuaikan dengan tuntutan nyata dari pembangunan dalam bidang teknologi.

- 2) Memperoleh berbagai kasus yang berharga yang dapat digunakan sebagai contoh dalam memberikan materi perkuliahan dan menentukan berbagai masalah untuk pengembangan penelitian.
- 3) Dapat menelaah dan merumuskan keadaan/kondisi nyata suatu perusahaan atau instansi yang berguna bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta dapat mendiagnosa secara tepat kebutuhan suatu instansi atau perusahaan sehingga ilmu dan teknologi yang diamalkan dapat sesuai dengan tuntutan nyata.
- 4) Meningkatkan, memperluas dan mempererat kerja sama dengan instansi serta perusahaan lain melalui rintisan kerja sama mahasiswa yang melaksanakan Kerja Praktek

Lembaga atau instansi tempat melaksanakan praktek industri yakni dapat mempromosikan secara tidak langsung keberadaan instansi atau lembaga yang bersangkutan kepada masyarakat umum dan Jurusan Teknik Mesin Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.

1.5 Tempat Pelaksanaan Praktek Lapangan Industri

Sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan oleh koordinator PLI FT-UNP berdasarkan rekomendasi dan saran dari Ketua Jurusan dan Program Studi, maka kriteria tempat pelaksanaan PLI adalah sebagai berikut:

1. Perusahaan atau Industri dalam melaksanakan kegiatan atau operasinya memerlukan tenaga kerja dan tenaga ahli di bidang keteknikan/ kejuruan.
2. Perusahaan atau Industri harus memiliki badan hukum yang sah serta bergerak dibidang produksi atau jasa.
3. Pada saat pengiriman peserta PLI, Perusahaan atau Industri sedang melakukan kegiatan atau operasi sesuai dengan studi mahasiswa.
4. Perusahaan atau Industri sedapat mungkin memiliki Pusdiklat atau memiliki tenaga ahli yang bisa memberikan bimbingan atau informasi kepada mahasiswa selama melaksanakan PLI.
5. Melalui kegiatan atau operasi yang dilakukan Perusahaan atau Industri, mahasiswa dapat memperoleh pengalaman langsung dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh di FT-UNP.

Penulis melaksanakan Pengalaman Lapangan Industri di PT. PLN (Persero) Unit Batang Agam yang beralamat di Jl. Raya Bukittinggi-Payakumbuh, Batu Hampar, Kec. Akabiluru, Kab. Lima Puluh Kota. Kegiatan Pengalaman Lapangan Industri di PT. PLN (Persero) Unit Batang Agam dilaksanakan selama dua bulan yang dimulai tanggal 3 Juli 2017 sampai 1 September 2017.

BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1 Profil PLTA Batang Agam

2.1.1 Sejarah PLTA Batang Agam



Gambar 2.1 Power House PLTA Batang Agam

Pembangunan PLTA Batang Agam merupakan salah satu pemanfaatan potensi air Batang Agam. Daerah pengaliran sungai Batang Agam merupakan daerah yang subur, bergunung – gunung dan di anugerahi curah hujan yang cukup tinggi, sungai Batang Agam tidak pernah kering sepanjang tahun dan airnya digunakan penduduk untuk berbagai keperluan seperti untuk pengairan pertanian, pengairan perikanan dan keperluan rumah tangga dan lain sebagainya.

Pembangunan PLTA Batang Agam yang terletak di perbatasan Kabupaten Agam dan Kabupaten Lima Puluh kota akhirnya rampung sekaligus dengan distribusi jaringannya. Daerah – daerah yang mendapat bagian adalah daerah di sekitar Payakumbuh, Bukittinggi, Padang Panjang, Batusangkar, dan meliputi daerah pedesaan kabupaten Lima Puluh kota, kabupaten Agam, dan kabupaten Tanah Datar.

Proyek ini merupakan proyek besar di Sumatera Barat selama Pelita I dan Pelita II. Kapasitas tenaga listrik yang dibangkitkan di proyek ini sebesar 10.500 kW. Pembangunan proyek PLTA Batang Agam sebenarnya sudah lama direncanakan sejak tahun 1927.

Pemerintah Belanda dalam hal ini Departemen *Van Veerkeer en Waterstaat Agdeling Electricitiet* telah melakukan survei, penyelidikan, pengukuran debit air, curah hujan dan topografi rampung dilakukan hingga tahun 1938, tetapi karena pecahnya Perang Dunia II, maka rencana proyek tersebut tertunda pelaksanaannya.

Pemerintah RI dalam hal ini Depatemen PUTL tahun 1957 melakukan penelitian kembali tentang kemungkinan dibangunnya kembali proyek PLTA Batang Agam ini. Direncanakan waktu itu proyek tersebut akan rampung tahun 1966 dengan kapasitas 10.500 kW, tetapi karena terjadinya pergolakan daerah. Rencana itu kembali mengalami hambatan. Dalam keadaan yang tidak menentu itu, Ir. Januar Muin (Sarjana tamatan ITB) dikirim ke Bukittinggi untuk mengurus proyek yang belum tentu ujung kepastiannya.

Pada bulan April 1965 ia meninggalkan Jakarta, tidak adanya perencanaan yang

matang proyek ini dari pemerintah pusat, membuat dia kebingungan tentang apa yang harus dilakukannya, dia hanya dibekali dengan sebuah mobil sedan tua “consul”. Terus dengan delapan pegawai yang menggunakan belsuit dan 15 orang pegawai harian. Kerja sehari – hari hanya melihat – lihat tempat yang akan dijadikan PLTA.

Proyek yang masih dalam bentuk bukit tandus dan padang penggembalaan, tidak ada tanda – tanda bahwa tempat ini akan menjadi proyek besar untuk ukuran Sumatera Barat. Namun demikian setiap hari ia mencoba mengumpulkan data- data tentang kelistrikan di Sumatera Barat akan pentingnya proyek itu, karena masih sangat minimnya tenaga listrik yang ada di daerah ini.

Setelah pemerintahan orde baru, Ir. Januar Muin bersama dengan Gubernur Sumbar Drs. Harun Zain pada waktu itu melakukan pendekatan – pendekatan, baik resmi maupun tidak resmi kepada pejabat pemerintah pusat di Jakarta.

Barulah pada tahun 1959 mulai dikerjakan aktif, karena proyek ini sudah resmi dimasukkan dalam Pelita I. Namun kelanjutannya diperlukan biaya yang cukup besar untuk pembelian alat – alat elektromekaniknya.

Pada suatu sidang kabinet, proyek PLTA Batang Agam dibicarakan. Menurut Menteri Sutami pembicaraan tersebut berlangsung dalam situasi yang tidak menguntungkan. Proyek ini hampir dihapuskan dari Pelita I. Sidang itu meninjau dua kemungkinan karena kekurangan keuangan pemerintahan, Menteri Pertambangan Ir.Sumantri Brojonegoro menyarankan agar tambang Batu bara Ombilin yang harus diselamatkan terlebih dahulu, karena ditambang tersebut ada pembangkit Listrik

Tenaga Uap (PLTU), lebih baik ini yang diperbaiki, sedangkan PLTA Batang Agam ditunda dulu. Dalam sidang tersebut, Menteri Sutami meminta kesempatan untuk meninjau proyek PLTA Batang Agam terlebih dahulu, sebelum diputuskan untuk dihapuskan dari Pelita I.

Pada bulan April 1970, Menteri Sutami datang ke Sumatera Barat, ia mengadakan diskusi – diskusi dengan pemerintah daerah, mengumpulkan data – data serta mendengarkan pendapat banyak pihak tentang PLTA Batang Agam. Selain kurangnya tenaga listrik di Sumatera Barat padahal potensi tenaga listrik didaerah itu cukup besar.

Akhirnya Menteri Sutami berkesimpulan untuk melanjutkan proyek ini, walaupun harus dikerjakan dengan alat – alat yang tradisional, agar proyek ini terus berjalan lancar. Melihat adanya tanda – tanda lampu hijau ini, Ir. Januar Muin merasa harga dirinya pulih. Kini ia akan dapat memimpin sebuah proyek dalam ukuran besar di Sumatera Barat waktu itu.

Untuk keperluan itulah pada tahun 1970 sengaja didatangkan tim dari *Lahmeyer International Consultan* dari Jerman Barat. Tim tersebut meneliti kembali studi kemungkinan yang dibuat oleh tenaga – tenaga proyek ini dan Universitas Andalas Padang.

Dari hasil penelitian, ternyata proyek tersebut secara tertulis dan ekonomis adalah memungkinkan dan dengan dasar itulah proyek PLTA Batang Agam diteruskan pelaksanaannya dengan bantuan pinjaman Asian Development Bank (ADB Manila)

sebesar US\$ 7,1 Juta.

Pembangunan proyek PLTA Batang Agam diteruskan, walaupun baru akan dibangkitkan tenaga sebesar 10,5 MW, akan tetapi telah memperlihatkan titik terang bagi daerah Sumbar secara keseluruhan.

Pada tanggal 28 Februari 1976 proyek tersebut rampung dikerjakan dan mulai dioperasikan pada :

- a. Turbin / Generator 1 tanggal 1 Maret 1976
- b. Turbin / Generator 2 tanggal 8 Maret 1976
- c. Turbin / Generator 3 tanggal 15 September 1981

PLTA Batang Agam membangkitkan tenaga listrik sebesar 10,5 MW yang disalurkan dalam 4 feeder, yaitu :

- a. Feeder I Bukittinggi sampai GH Tanjung Alam
- b. Feeder II Batusangkar sampai GH Dobok
- c. Feeder III Line Payakumbuh I (Ekpress feeder) Interconnection System Sumbar Riau
- d. Feeder IV Line Payakumbuh II sampai GH Kota Payakumbuh.

Setelah proyek selesai, PLTA Batang Agam dibawah oleh PT.PLN (Persero) Wilayah III Sumbar – Riau Sektor Bukittinggi, karena PLN mengalami perubahan struktur maka sekarang ini PLTA Batang Agam dibawah oleh PT.PLN (Persero) Pembangkitan Sumatera Bagian Selatan Sektor Pembangkitan Bukittinggi sekaligus menangani pengelolaan PLTA Batang Agam baik pengoperasiannya maupun

pemeliharaan unit-unit pembangkit serta alat bantu maupun bangunan-bangunan dan lingkungannya

2.1.2 Bangunan Yang Terdapat Pada PLTA Batang Agam

Pada PLTA Batang Agam terdapat beberapa bangunan yang memiliki fungsi dan kegunaan masing-masing diantaranya :

1. Pintu Air (Intake Weir)



Gambar 2.2 *Intake Weir* PLTA Batang Agam

Intake weir berfungsi sebagai pemasukan air dari sungai batang agam yang berhulu di kaki gunung merapi dengan debit air maksimum $13 \text{ m}^3/\text{s}$, diatur dengan suatu sistem tekanan udara. Walaupun debit air sungai lebih dari maksimum yang dibutuhkan, akan tetapi intake weir secara otomatis tetap mengambil maksimum $13 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan luas penampang $5,4 \text{ m}^2$.

Data intake weir :

Lebar : 14 m

Elevasi dasar	: 677.00 m
Panjang screen	: 1000 mm
Lebar screen	: 70 mm
Tebal screen	: 12 mm

2. Terowongan I (Tunnel I)

Dari intake weir air disalurkan melalui tunnel I menuju sandtrap.

Terowongan ini bentuknya kira – kira seperti ladam kuda.

Data tunnel I :

Panjang	: 175,5 m
Diameter	: 2,5 m
Volume tunnel	: 13 m ³

3. Kolam Penampungan Pasir (Sandtrap)

Sandtrap atau kolam penampungan pasir berfungsi sebagai penangkap pasir yang terbawa oleh air sungai batang agam, karena air yang diperlukan untuk memutar turbin harus bersih, bebas dari segala sampah, pasir dan kotoran lainnya.

Data sandtrap :

Luas	: 7.000 m ²
Volume	: 20.000 m ³

4. Terowongan II (Tunnel II)

Merupakan saluran yang menghubungkan air dari sandtrap ke daily pondage.

Data tunnel II :

Diameter	: 22,1 m
Luas	: 131 m ²
Volume tunnel II	: 12 m ³

5. Kolam Tando (Daily Pondage)



Gambar 2.3 *Daily Pondage* PLTA Batang Agam

Merupakan kolam penampungan yang berfungsi sebagai penampung air dari sandtrap dan mengalirkannya ke tunnel III. Dalam kolam tando terdapat 3 bangunan :

- a. *Inlet*, sebagai pemasukan air dari kolam pasir
- b. *Spillway*, sebagai pelimpahan air jika suatu waktu air pada kolam tando telah maksimum dan sebagai penguras jika suatu waktu kolam tando dibersihkan
- c. *Outlet*, menghubungkan antara kolam tando dengan tunnel III

Data daily pondage :

Luas	: 45.000 m ²
Volume	: 116.000 m ³
Elevasi dasar	: 675 m dpl
Tinggi <i>outlet</i>	: 675 m dpl – 684 m dpl

6. Terowongan III (Tunnel III)

Tunnel III berfungsi untuk menyalurkan air dari outlet kolam tando menuju surge tank. Terowongan ini menembus bukit sepanjang 1.150 meter.

Data tunnel III :

Panjang	: 1080 m
Diameter	: 2,2 m

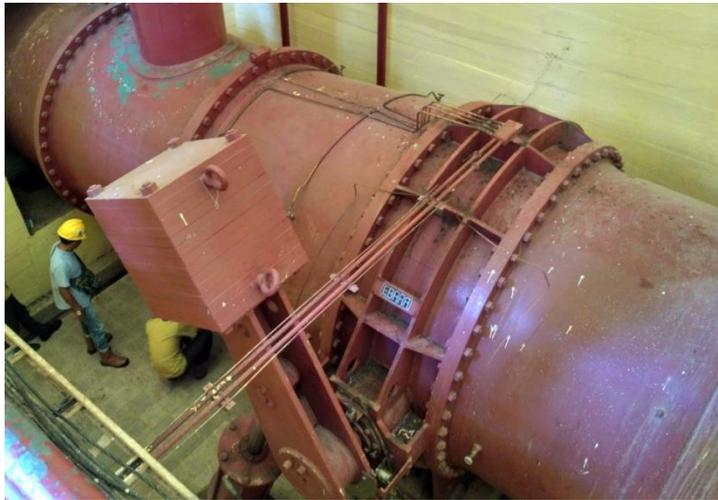
7. Tank Peredam (Surge Tank)

Surge tank berfungsi untuk meredam pukulan air yang dapat menimbulkan tekanan balik bila debit air berubah secara mendadak. Surge tank juga berfungsi untuk menghilangkan gelembung-gelembung udara yang ada pada tekanan sebelum masuk ke dalam pipa pesat.

Data surge tank :

Tinggi	: 28 m
Diameter	: 8 m
Elevasi dasar	: 631,1 m dpl

8. Katup Utama (Valve Chamber)



Gambar 2.4 *Valve Chamber* PLTA Batang Agam

Valve chamber ini dipasang antara ujung – ujung pipa pesat dengan sisi masuk turbin. Fungsi *valve chamber* untuk menutup aliran air yang masuk ke dalam turbin di saat turbin sedang tidak beroperasi dan sebagai pengaman dalam menghentikan turbin.

9. Pipa Pesat (Penstock)



Gambar 2.5 *Penstock* PLTA Batang Agam

Merupakan saluran yang berfungsi untuk mengalirkan air dari surge tank

ke turbin. Penstock di atur dengan kemiringan sedemikian rupa, agar tekanan air dapat menghasilkan energi potensial yang disesuaikan dengan kekuatan turbin.

Data penstock :

Elevasi awal	: 670,30 m dpl
Panjang	: 240 m
Elevasi akhir	: 581,30 m dpl
Kemiringan	: 70°

10. Rumah Pembangkit (Power House)

Pada rumah pembangkit terdapat 3 turbin dan generator yang masing-masing berkapasitas 3,5 MW disimpan dan ditempatkan alat – alat control bagi daerah areal servis peralatan bantu PLTA Batang Agam.

11. Saluran Air Buang (Tail Race)



Gambar 2.6 *Tail Race* PLTA Batang Agam

Merupakan saluran akhir dari air PLTA dimana air yang mempunyai tekanan akan dialirkan keturbin, sehingga air akan memutar turbin. Sedangkan air yang tidak memiliki tekanan akan dialirkan *drafttube* dan selanjutnya akan di buang melalui tail race hingga kembali ke sungai Batang Agam.

2.1.3 Peralatan Mekanik dan Listrik pada PLTA Batang Agam

Semenjak dimulainya pengambilan air dari sungai Batang Agam, setelah melalui beberapa terowongan, kolam penampungan sampai power house maka energy potensial air akan diubah menjadi energy kinetik, kemudian energy tersebut akan diubah menjadi energy mekanik dan diubah pula menjadi energy listrik. Energy listrik yang dihasilkan nantinya akan disalurkan ke beban. Di PLTA Batang Agam, tegangan yang dihasilkan generator adalah 6,3 kV dan dinaikkan menjadi 20 kV oleh transformator utama.

1. Turbin



Gambar 2.7 Turbin Hidrolik PLTA Batang Agam

Adapun Turbin yang digunakan di PLTA Batang Agam adalah turbin tipe Horizontal Shaft Francis yaitu pada tiap unit 1,2, dan 3 sama memiliki Rated Speed 750 rpm dan Runaway Speed 1330 rpm yang mana di tunjukkan dalam tabel berikut :

Effective	Head	Output	Discharge
Maximum	98,7 m	3900 kW	4,60 m ³ /s
Normal	90,8 m	3500 kW	4,49 m ³ /s
Minimum	89,0 m	3350 kW	4,40 m ³ /s

Tabel 2.1 Spesifikasi Turbin PLTA Batang Agam

2. Generator



Gambar 2.8 Generator PLTA Batang Agam

Adapun Generator yang digunakan di PLTA Batang Agam adalah AC Generator MEIDENSHA type TC-AF NO OF PHASE 3 Frequency 50Hz pada tiap unit 1,2, dan 3 sama memiliki :

Output 4700	kVA Power Factor 0,8	Speed 750 rpm
Voltage 6300 V	No Of Poles 8	Class Of Insulation B
Current 431 A	Excitation Voltage 105 V	Field Current 454 A

Tabel 2.2 Spesifikasi Generator PLTA Batang Agam

3. Transformator



Gambar 2.9 Transformator Unit 3 PLTA Batang Agam

Transformator yang digunakan PLTA Batang Agam ada dua tipe yaitu :

a. Spesifikasi Transformator unit 1 :

Merk	: UNINDO
Type	: TTUB 21 / 6500
No. Seri	: A852018
Daya	: 6500 kVA
Tegangan	: 6300 / 21000 Volt
Arus	: 595,7 Ampere / 187,6 A
Frequency	: 50 Hz
Phase / Vektor Group	: 3 / YNd5
Tahun Pembuatan	: 1985
Tahun Operasi	: 2010
Lokasi Operasional sebelumnya	: PLTD Suka Merindu

b. Spesifikasi Transformator unit 2 :

Merk	: UNINDO
Type	: TTUB 21 / 6500
No. Seri	: A852017 - 05
Daya	: 6500 kVA
Tegangan	: 6300 / 21000 Volt
Arus	: 595,7 Ampere / 187,7 A
Frequency	: 50 Hz
Phase / Vektor Group	: 3 / YNd5
Tahun Pembuatan	: 1985

Tahun Operasi : 2010
Lokasi Operasional sebelumnya : PLTD Suka Merindu

c. Spesifikasi Tranformator Unit 3 :

Merk : SCHNEIDER
Type : MGA – 042
Daya : 6500/ 6500 kVA
Tegangan : 6300 / 21000 Volt
Frequency : 50 Hz
Phase / Vektor Group : 3 / YNd5
Tahun Pembuatan : 2013
Tahun Operasi : 2013

4. Governor

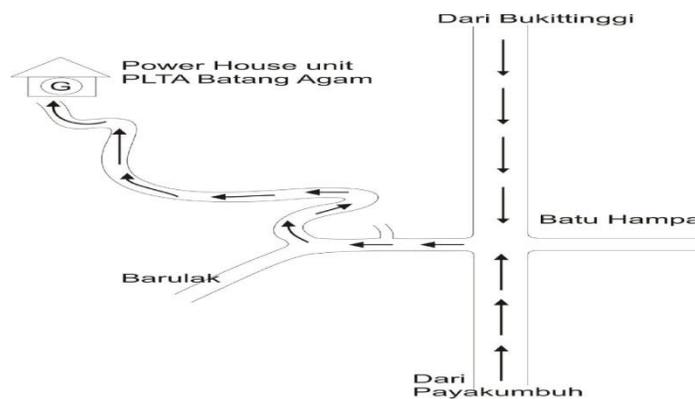


Gambar 2.10 Governor PLTA Batang Agam

Governor adalah suatu alat yang berfungsi mengatur putaran turbin, agar tetap pada putaran nominalnya walaupun kondisi beban berubah-ubah.

2.2 Tata Letak PLTA Batang Agam

2.2.1 Denah Lokasi PLTA Batang Agam



Gambar 2.11 Denah Lokasi PLTA Batang Agam

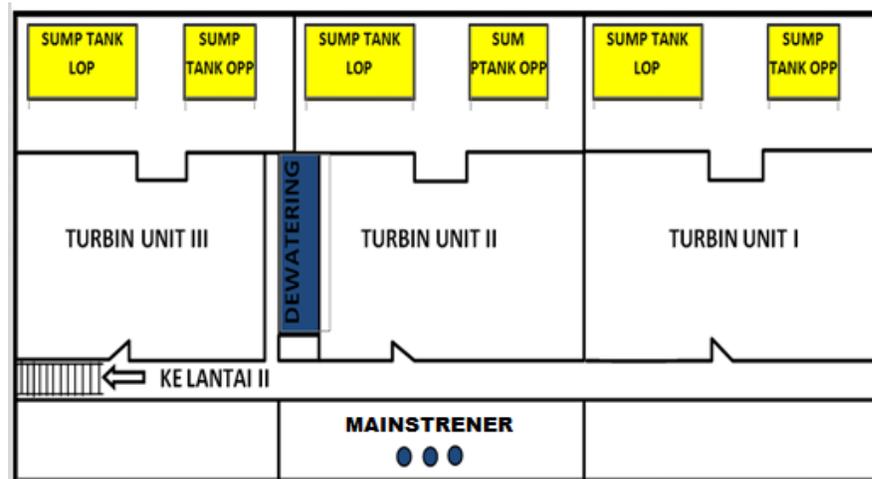
Keterangan denah gambar :

Dari Payakumbuh ke simpang Batu Hampa \pm 8 km, Batu Hampa ke PLTA Batang Agam mempunyai jarak \pm 1,5 km, dari Barulak ke PLTA Batang Agam jaraknya \pm 1 km, dari simpang Batu Hampa ke PLTA Batang Agam jaraknya \pm 1 km dan dari Bukittinggi jaraknya 23 km.

2.2.2 Tata Letak Fasilitas/Mesin PLTA Batang Agam

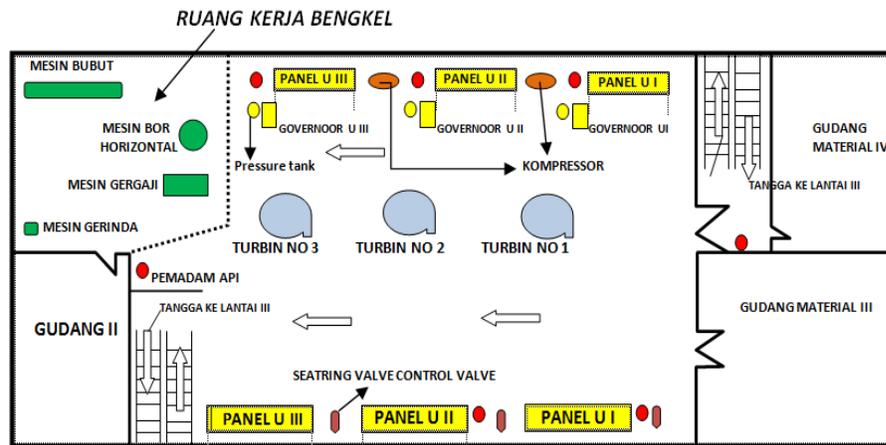
Bangunan sentral (Power house) PLTA Batang Agam terdiri dari 4 lantai yang dapat dijelaskan pada gambar berikut :

1. Lantai I



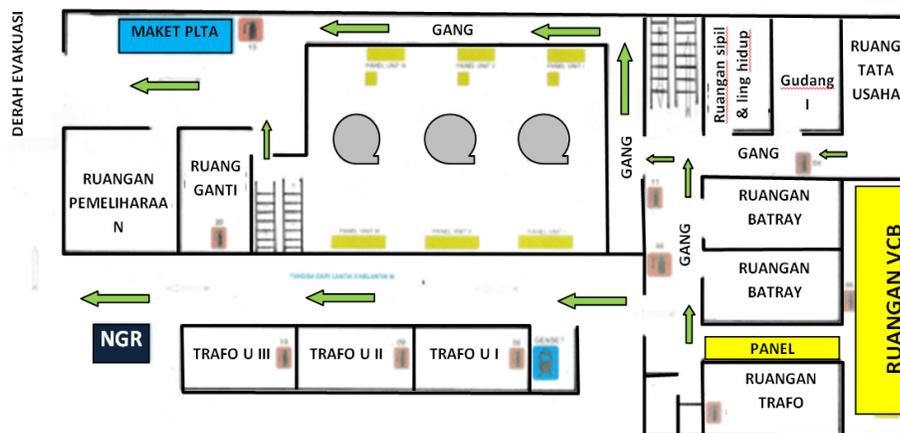
Gambar 2.12 Bangunan Sentral PLTA Batang Agam Lantai I

2. Lantai II



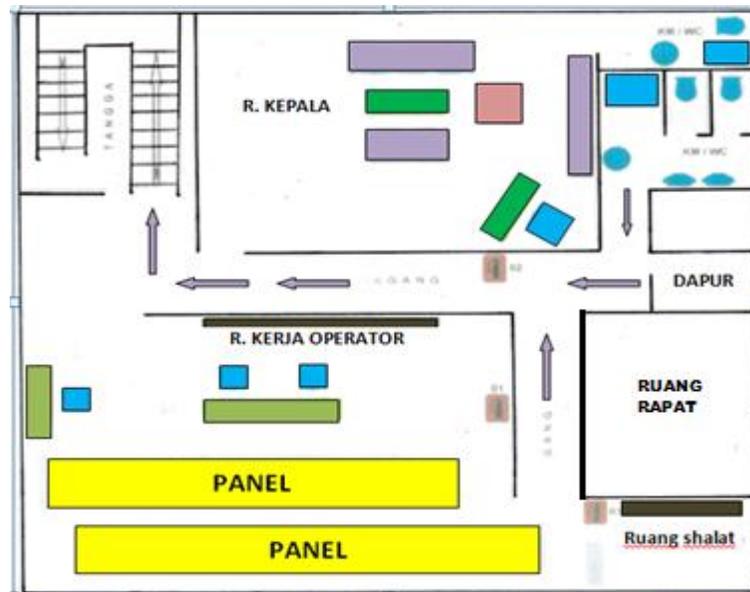
Gambar 2.13 Bangunan Sentral PLTA Batang Agam Lantai II

3. Lantai III



Gambar 2.14 Bangunan Sentral PLTA Batang Agam Lantai III

4. Lantai IV



Gambar 2.15 Bangunan Sentral PLTA Batang Agam Lantai IV

2.3 Visi dan Misi PT. PLN (Persero)

Visi

Diakui sebagai perusahaan kelas dunia yang bertumbuh-kembang, unggul, dan terpercaya dengan bertumpu pada potensi insani.

Misi

- Menjalankan bisnis kelistrikan dan bidang lain yang terkait, berorientasi pada kepuasan pelanggan, anggota perusahaan, dan pemegang saham.
- Menjadikan tenaga listrik sebagai media untuk meningkatkan kualitas kehidupan masyarakat.
- Mengupayakan agar tenaga listrik pendorong kegiatan ekonomi.
- Menjalankan kegiatan usaha yang berwawasan lingkungan.

2.4 Visi dan Misi PT. PLN (Persero) Pembangkit Sumatera Bagian Selatan

Visi

Menjadikan perusahaan pembangkit terkemuka dan unggul di Indonesia dengan kinerja kelas dunia yang bertumpu pada potensi insani.

Misi

- Menjalankan usaha pembangkit energi listrik yang efisien, andal dan berwawasan lingkungan.
- Menerapkan tata kelola pembangkit kelas dunia yang didukung sumber daya manusia berpengalaman dan berpengetahuan.
- Menjadikan budaya perusahaan sebagai tuntunan dalam pelaksanaan tugas dan tanggung jawab.

2.5 Struktur Organisasi

PT. PLN (Persero) Unit PLTA Batang Agam dipimpin oleh seorang Manager yang membawahi beberapa Supervisor seperti Supervisor shift A, shift B, shift C, shift D, Supervisor Pemeliharaan, Supervisor LING, K2, dan ADM, Engineer/AsistEngineer Pengusahaan Pembangkitan, JOP Control Room, Asist Engineer, Junior Engineer, Junior OP Turbin, Asist OP turbin, Junior Officer dan Tenaga Bantu. Adapun Struktur organisasi PT. PLN (Persero) Unit PLTA Batang Agam terlampir.

BAB III

TINJAUAN PUSTAKA

3.1 PENGERTIAN BEARING

Bearing dalam Bahasa Indonesia berarti bantalan. Dalam ilmu mekanika bearing adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan. Bearing menjaga poros (shaft) agar selalu berputar terhadap sumbu porosnya, atau juga menjaga suatu komponen yang bergerak linier agar selalu berada pada jalurnya.

Bantalan merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Bearing atau laher adalah komponen sebagai bantalan untuk membantu mengurangi gesekan peralatan berputar pada poros/as. Bearing atau laher ini biasanya berbentuk bulat.

Bantalan(Bearing) diperlukan untuk menumpu poros berbeban, agar dapat berputar atau bergerak bolak-balik secara kontinyu serta tidak berisik akibat adanya gesekan. Posisi bantalan harus kuat, hal ini agar elemen mesin dan poros dapat bekerja dengan baik. Pada suatu peralatan/mesin dapat dipastikan bahwa terdapat banyak komponen yang bergerak baik dalam bentuk gerakan angular maupun gerakan linear. Gerakan relative antar komponen mesin akan menimbulkan gesekan, dimana gesekan

ini dapat menurunkan efisiensi mesin, meningkatnya temperatur, keausan, dan berbagai efek negatif lainnya. Gesekan antara komponen mesin tersebut dapat diminimalkan dengan menggunakan bantalan atau *bearing*.

Pada perencanaan pada bantalan yang dapat berfungsi sebagai anti gesekan dihadapkan dengan persoalan dalam merencanakan sekelompok elemen yang membentuk sebuah bantalan rol ; elemen – elemen ini harus direncanakan untuk masuk kedalam suatu ruang yang ukurannya sudah tertentu, ini direncanakan untuk menerima suatu beban yang mempunyai karakter tertentu dan elemen ini harus direncanakan untuk umur yang memuaskan bila dioperasikan pada suatu kondisi tertentu.

Para tenaga ahli di bidang perancangan,bantalan harus mempertimbangkan hal – hal seperti berikut ;

1. Pembebanan lelah
2. Panas
3. Gesekan (*friction*)
4. Ketahanan terhadap korosi
5. Kinematika
6. Sifat-sifat bahan
7. Teloransi pengerjaan mesin
8. Pelumasan
9. Pemasangan
10. Pemakaian
11. Biaya

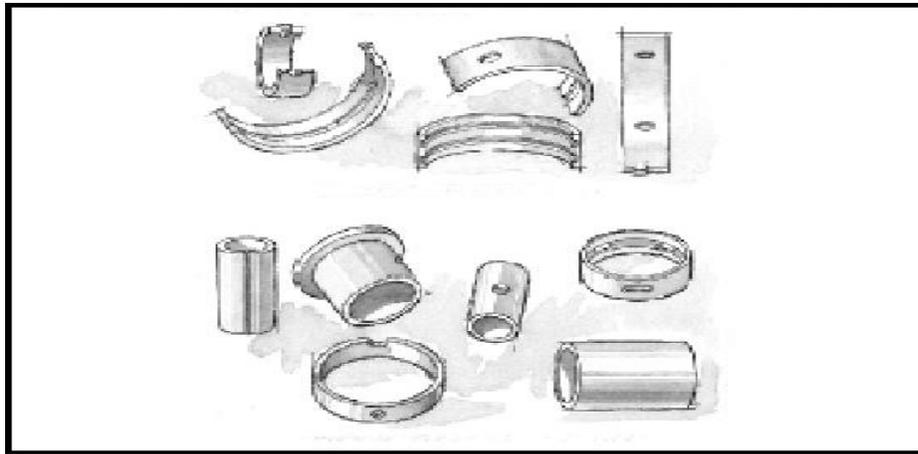
3.2 JENIS-JENIS BEARING

Bearing dibagi menjadi dua bagian yaitu:

3.2.1 *Solid bearing*

3.2.2 *Anti-friction bearing.*

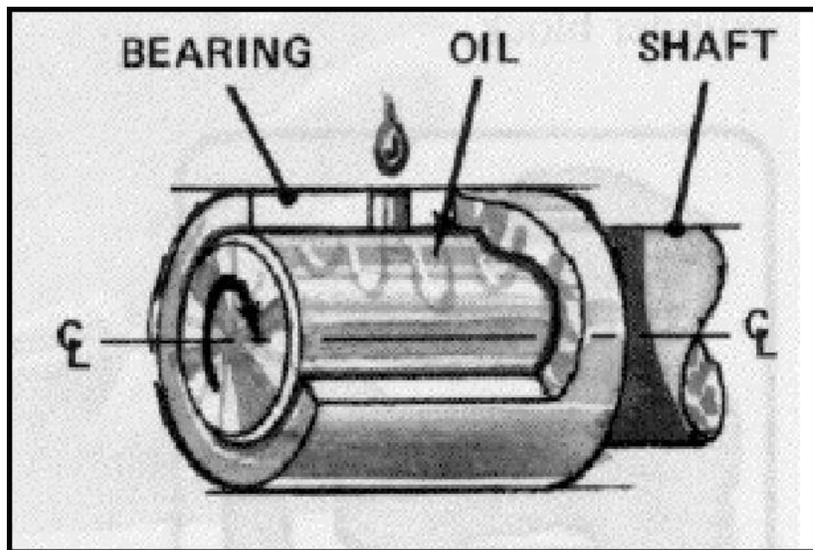
3.2.1 *Solid Bearing*



Gambar 3.1 *Solid Bearing.*

Pada *solid bearing*, *shaft* berputar pada permukaan *bearing*. Antara *shaft* dan *bearing* dipisahkan oleh lapisan tipis oli pelumas. Ketika berputar pada kecepatan operasional *shaft* ditahan oleh lapisan tipis oli bukan oleh *bearing*. Yang termasuk *Solid Bearing*: *Sleeve/Bushing Bearing*, dan *Spit-half Bearing*.

3.2.1.1 *Sleeve Bearing*



Gambar 3.2 *Sleeve Bearing.*

Sleeve bearing umumnya dipakai pada *shaftnya* roda yang bergerak dari awal.



Gambar 3.3 *Sleeve Bearing dan Camshaft.*

Camshaft ditahan pada posisinya oleh *sleeve bearing* pada *engine block*. *Shaft* yang ditahan oleh *bearing* disebut *Journal*, dan penahanan ke bagian luarnya oleh *sleeve*. Bila *Journal* dan *Sleeve* terbuat dari logam (steel), dengan pelumasan yang bagus memungkinkan sangat sedikit kontak yang terjadi antara dua permukaan. *Solid Bearing* dilapisi dengan metal yang lebih lunak dari *shaft* sehingga apabila terjadi perputaran antara keduanya, maka yang mengalami keausan adalah *bearing*, dan bukan *shaft*. *Sleeve bearing* umumnya menggunakan pelumasan bertekanan yang melewati lubang pada *Journal*.

3.2.1.2 *Split-half Bearing*

Tipe lain dari *Solid Bearing* adalah *Split-half Bearing*. *Split-half Bearing* lebih banyak dipakai pada *automotive engine* yaitu pada *Crankshaft* dan *connecting rod*. *Crankshaft rod bearing caps* menggunakan *split-half bearing* yang menempel pada *rod piston*.

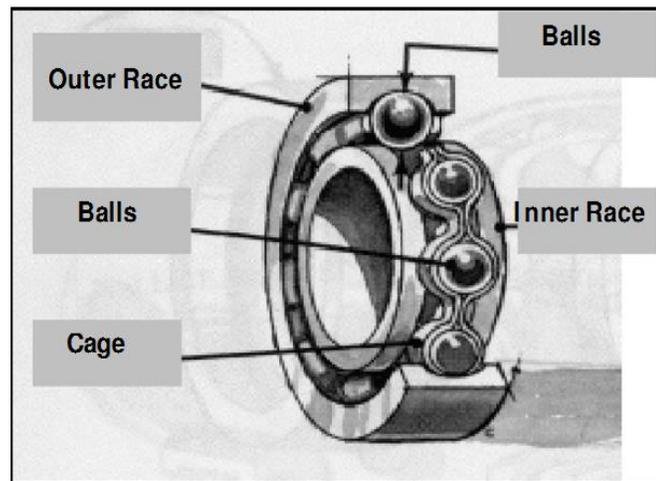


Gambar 3.4 *Split-half Bearing*.

Bearing ini dapat diganti bila sudah aus. *Split-half bearing* umumnya diberi tambahan lubang oli, sering berupa alur yang berfungsi untuk mengalirnya oli yang akan melumasi seluruh permukaan *bearing*. *Split half Bearing* juga mempunyai *locking tabs* (bagian yang menonjol) yang akan ditempatkan pada *notches* (coakan) pada *bearing caps*. *Tabs* ini berfungsi untuk mencegah *bearing* bergerak horizontal pada *shaft*. *Split-half bearing* biasanya terbuat dari dua tipe metal, permukaan *bearing* menggunakan aluminum yang lebih lunak dari logam dan menghantarkan panas yang baik. Manfaat dari *solid bearing* adalah:

1. Biaya penggantian lebih murah.
2. Menahan berat *Radial Load*.

3.2.2 Anti friction Bearings



Gambar 3.5 *Konstruksi Anti-friction Bearings.*

Anti friction Bearing digunakan pada benda-benda yang berputar, untuk mengurangi gesekan dan memperkecil gesekan awal pada permukaan *bearing* yang rata/datar. *Anti friction bearing* terdiri dari:

1. *Ball bearing*
2. *Roller bearing,*
3. *Needle bearing*

Anti frictionbearing tersusun dari beberapa komponen yaitu: *Inner race, Outer race, Balls atau roller dan Cage.*

3.2.2.1 *Inner Race atau Cone*

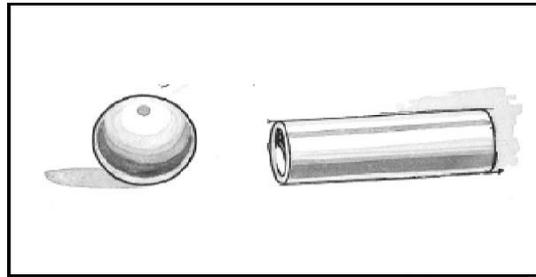
Cincin baja yang dikeraskan dengan diberi alur untuk pergerakan *roller* atau *ball* di bagian luarnya, sering dipasang pada *shaft* yang berputar sebagai penyangga *bearing*.

3.2.2.2 *Outer Race*

Outer race hampir sama dengan *Inner race*, *outer race* adalah cincin baja yang dikeraskan dengan alur untuk pergerakan *ball* atau *roller* di bagian dalam.

3.2.2.3 *Balls atau Rollers*

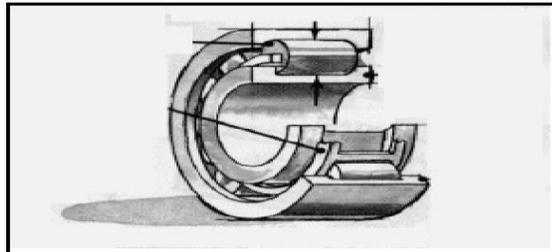
Diantara *Inner race* dan *outer race* ada komponen yang berfungsi mengurangi gesekan yang dilakukan oleh *balls* atau *rollers*. *Balls* dan *rollers* ini terbuat baja yang dikeraskan. *Balls* atau *rollers* bergerak bebas diantara *inner* dan *outer race*.



Gambar 3.6 *Balls atau Rollers.*

3.2.2.4 Cage

Letak *cage* antara *inner race* dan *outer race* yang digunakan untuk menjaga jarak ball atau roller yang satu dengan yang lainnya.



Gambar 3.7 *Cage.*

Keuntungan *Anti friction Bearing*:

1. Tidak ada keausan pada *shaft*
2. Memperkecil tenaga yang terbuang.
3. Memungkinkan kecepatan yang lebih tinggi.

3.3 Klasifikasi Bantalan (*Bearing Classification*)

3.3.1 Berdasarkan Gerakan Bearing Terhadap Poros.

3.3.1.1 Bantalan Luncur

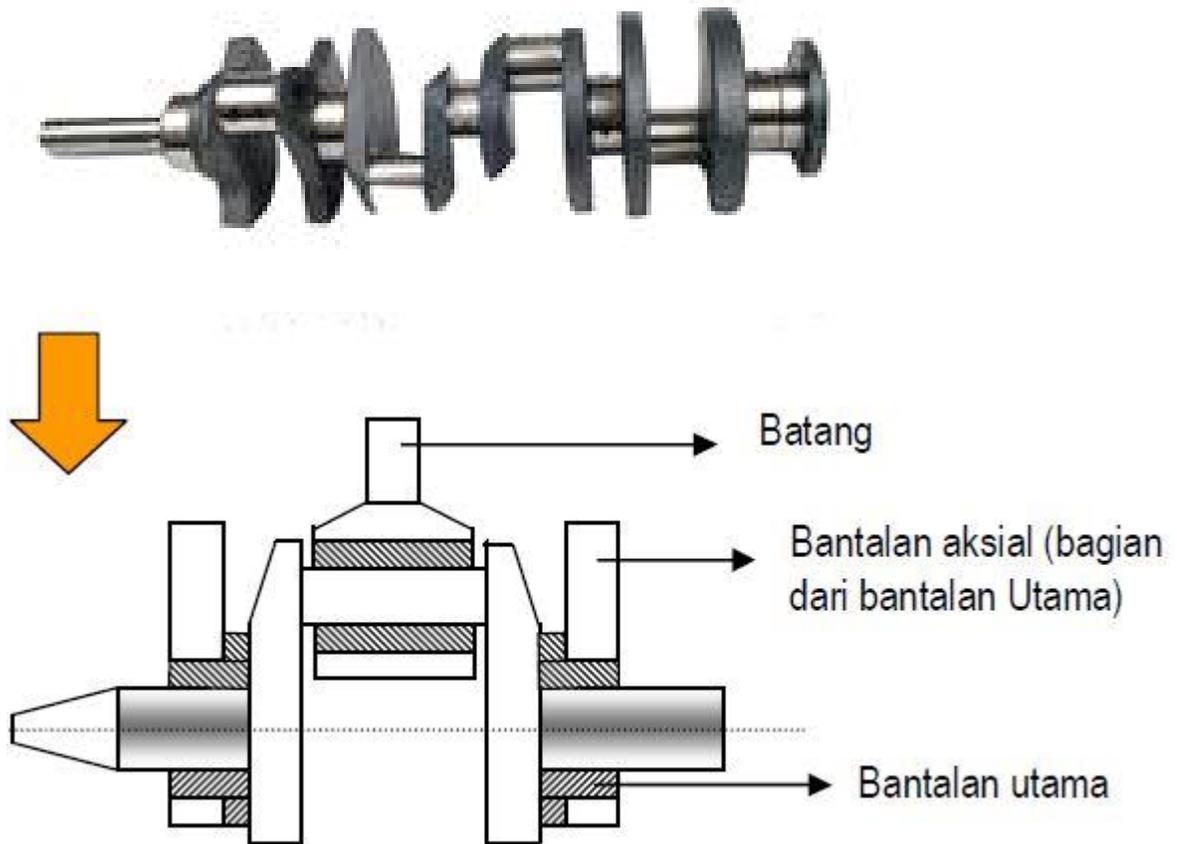
Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantaraan lapisan pelumas. Pada bantalan ini :

1. Bekerja pada permukaan pelumasan yang besar
2. Peredaman ayunan
3. Kejutan dan kebisingan
4. Kurang peka terhadap guncangan dan kemasukan debu (pelumasan gemuk sebagai pencegah debu).

Keuntungan Bantalan Luncur :

1. Mudah dipasang
2. Pada putaran tinggi
3. Mudah dibuat
4. Pada guncangan dan getaran kuat
5. Jauh lebih murah dari bantalan gelinding
6. Memerlukan diameter pemasangan yang lebih kecil.

Pada bantalan luncur tidak ada elemen lain antara bantalan dengan bagian yang bergerak. Bantalan ini dipakai pada poros-poros yang berputar dengan kecepatan tinggi dan contoh pemakaiannya adalah pada poros engkol (*crankshaft*).



Gambar 3.8 Bantalan Luncur

3.3.1.2 Bantalan Gelinding



Gambar 3.9 Bantalan Gelinding

Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru), rol atau rol jarum dan rol bulat.

Sifat dari Bantalan Gelinding :

1. Gerakan awal jauh lebih kecil
2. Gesekan kerja lebih kecil sehingga penimbunan panas lebih kecil pada pembebanan yang sama.
3. Pelumasan yang terus menerus yang sederhana.
4. Kemampuan dukung yang lebih besar setiap lebar bantalan.

Kelemahan Bantalan gelinding :

1. Kebisingan pada bantalan
2. Bantalannya dipecah-pecah
3. Kejutan yang kuat pada putaran beban

Kerja gesekan (kerja yang hilang) pada bantalan gelinding ditimbulkan secara bersama-sama dari :

1. Kehilangan *histerisis* (peredaman bahan pada perubahan bentuk elastis).
2. Luncuran dari badan gelinding pada sarangan dan pinggirannya.
3. Tahan melalui benda asing (debu dan serpihan)
4. Kerugian *ventilasi* (gesekan udara) pada bantalan kecepatan tinggi.

Kerja yang hilang tersebut dapat dikurangi melalui :

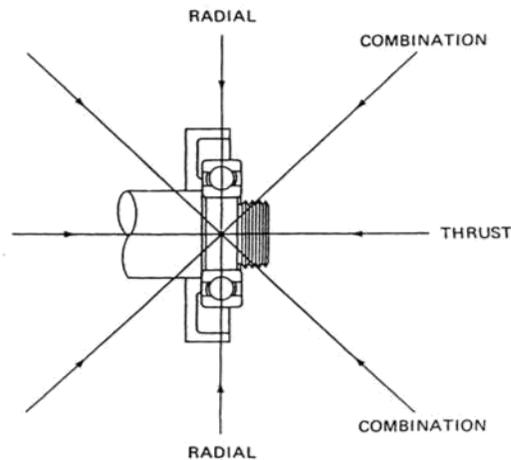
1. Pendekatan yang efektif, sehingga benda asing dari luar tidak dapat masuk.
2. Menggunakan gesekan cairan pada permukaan lancar.
3. Jumlah dan viskositas yang cukup dari bahan pelumas dan system pelumas yang sesuai.
4. Pemilihan bantalan yang sesuai dengan mesin / alat yang digunakan.

Bagian terpenting dari bantalan gelinding :

1. Ring luar dan ring dalam
2. Bola atau bagian yang menggelinding
3. Ring pemisah (untuk memisahkan bola satu dengan yang lain)

3.3.2 Berdasarkan arah beban terhadap poros.

Secara umum bantalan dapat diklasifikasikan berdasarkan arah beban dan berdasarkan konstruksi atau mekanismenya mengatasi gesekan. Berdasarkan arah beban yang bekerja pada bantalan, bantalan dapat diklasifikasikan menjadi :



Gambar 3.10 Arah beban pada bantalan

1. Bantalan Radial

Apabila gaya reaksi atau arah beban jauh lebih banyak mengarah tegak lurus pada garis sumbu poros.

2. Bantalan Aksial

Arah beban atau gaya reaksi jauh lebih banyak mengarah sepanjang garis sumbu poros.

3. Bantalan Gelinding khusus.

Bantalan ini dapat menumpu baban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

3.4 Kerusakan *Bearing*

3.4.1 Kesalahan Bahan :

1. Faktor produsen: yaitu retaknya *bearing* setelah produksi baik retak halus maupun berat, kesalahan toleransi, kesalahan celah *bearing*.
2. Faktor konsumen: yaitu kurangnya pengetahuan tentang karakteristik pada *bearing*.

3.4.2 Penggunaan *Bearing* Melewati Batas Waktu

Penggunaannya (tidak sesuai dengan petunjuk buku fabrikasi pembuatan *bearing*). Cara mengatasinya yaitu dengan melakukan penggantian *bearings* sesuai umur waktu kerja yang telah ditentukan.

3.4.3 Pemilihan Jenis *Bearing* dan Pelumasannya

Pemilihan jenis *bearing* dan pelumasannya yang tidak sesuai dengan buku petunjuk dan keadaan lapangan (real).

3.4.4 Beban Berlebihan (*excessive loads*).

Beban harus sesuai dengan kekuatan *design* dari *bearing* sebuah mesin adalah beban tersebut dipukul/ditanggung oleh *bearing*. Jika beban terlalu besar maka *bearing* mengalami *premature fatigue*, yaitu kelelahan dini selanjutnya terjadilah kerusakan dini/ *premature*. Akibatnya kerusakan part ini dapat menimbulkan kerusakan part lain dan menimbulkan kerugian yang lebih besar. Dengan meneliti bentuk atau ciri kerusakan kita dapat memperkirakan penyebab kerusakan.



Gambar 3.11 Tanda-tanda Kerusakan pada Bearing.

- 1 **Tanda kerusakan**, hampir semua bagian-bagian *bearing* mengalami bocel (ball, inner, outer) yang paling berat mengalami bocel *inner race* lihat gambar .
- 2 *Penyebab kerusakan* : beban terlalu berlebihan. Beban berlebihan dapat menimbulkan panas yng berlebihan pula.
- 3 **Cara mengatasi** ialah; mengurangi beban, tetapi jika tidak mungkin maka harus memperbesar *bearing*

3.4.5 Korosi

Salah satu masalah cukup besar kerusakan *bearing* yaitu masalah karatan atau korosi. banyak *bearing* tidak dapat mencapai umur pakai yang seharusnya. Kerugian besar tentu diderita, bahkan kerusakan yang lebih besar bisa terjadi jika kerusakan *bearing* tidak cepat diketahui. Indikasi dari kerusakan ini , jika ball, race-way dan cage berwarna merah/coklat Sebab-sebabnya, *bearing* dalam kondisi pengaruh cairan yang corrosive , misal cairan yang mengandung asam atau udara corrosive.

Cara mengatasi : Cegah pengaruh atau percikan cairan corrosive. Pastikan breather masih dalam kondisi baik. Jika memakai grease. pasang *sealed bearing*, jika mungkin gantilah pelumas secara berkala.



Gambar 3.12 Korosi pada Bearing.

3.4.6 Kerusakan Akibat Fatigue.

Kerusakan akibat kelelahan ini umumnya ditandai dengan terlepasnya sebagian material retak dan terkelupas disepanjang lintasan ball. Retakan & terkelupas ini bisa terjadi pada inner ring, outer ring dan ball. Keretakan sedikit saja mengakibatkan kerusakan permukaan lain lebih cepat. Jika motor mendadak vibrasinya tinggi, ini kemungkinan indikasi dari kasus fatigue. Perbaikannya, harus segera mengganti bearing baru, mungkin karena umur bearing sudah mencapai batas normal.

Tetapi mungkin juga harus mengganti dan memilih bearing dengan bearing yang mempunyai ketahanan fatigue lebih tinggi. Kita perlu tahu memilih bearing yang telah memiliki reputasi tinggi dalam ketahanan. Setiap kita memperbaiki suatu kerusakan, perlu melihat bagian yang rusak. dengan melihat kita dapat menganalisa

sebab-sebab kerusakan, kemudian kita harus berusaha agar tidak akan terjadi kerusakan yang sama untuk yang akan datang.

3.4.7 Kerusakan karena *Tight Fit*

Bila *bearing bore* terlalu sempit terhadap poros / *shaft* , *inner-race* sangat sulit dimasukan keporos (*interference fits* terlalu kecil), mengakibatkan hal yang buruk sekali. Akibatnya yang terjadi yaitu :

- 1 Timbul semacam preload, *inner race* menanggung beban atau tegangan
- 2 Inner bisa stres karena harus menahan beban permanen dari besarnya *shaft*.
- 3 Timbul tegangan pada inner dan mungkin terpaksa mengembang keluar.
- 4 Akibatnya internal clearance di ball bertambah kecil, maka ball teralalu sempit gerakannya.
- 5 Maka ball menanggung beban yang berlebihan, kemudian timbulah panas yang berlebihan.
- 6 Jika di jalankan terus, *bearing* mengalami cepat aus dan *prematurefatigue*

Tanda kerusakan yaitu lintasan ball di inner dan outer melebar dan berubah warna (biru/ coklat atau merah) seperti overheating. Perbaikannya yaitu *shaft* harus diganti atau direkondisi sehingga antara *bearing* dan *shaft* slightly-fit.

3.4.8 Pemasangan *bearing*

Pemasangan *bearing* pada poros yang tidak hati-hati dan tidak sesuai standaryang ditentukan. Kesalahan pada saat pemasangan, diantaranya :

- 1 Pemasangan yang terlalu longgar, akibatnya cincin dalam atau cincin luar yang berputar yang menimbulkan gesekan dengan housing/poros.

- 2 Pemasangan yang terlalu erat, akibatnya ventilasi atau celah yang kurang sehingga pada saat berputar suhu *bearing* akan cepat meningkat dan terjadi konsentrasi tegangan yang lebih.
- 3 Terjadi pembenjolan pada jalur jalan atau pada roll sehingga *bearing* saat berputar akan tersendat-sendat.
- 4 Pemasangan yang tidak sejajar maka akan menimbulkan guncangan pada saat berputar yang dapat merusak *bearing*.

Perbaikannya yaitu *shaft* harus diganti atau direkondisi sehingga antara *bearing* dan *shaft* slightly fit. Rumah/ tempat *bearing* harus direkondisi agar cukup persisi sebagai tempat dudukan *bearing*.

3.4.9 Terjadi *Misalignment*

Terjadi misalignment, dimana kedudukan poros pompa dan penggeraknya tidak lurus, *bearing* akan mengalami vibrasi tinggi. Pemasangan yang tidak sejajar tersebut akan menimbulkan guncangan pada saat berputar yang dapat merusak *bearing*. Kemiringan dalam pemasangan *bearing* juga menjadi faktor kerusakan *bearing*, karena *bearing* tidak menumpu poros dengan tidak baik, sehingga timbul getaran yang dapat merusak komponen tersebut.

3.4.10 *Unbalance* (Tidak Seimbang)

Karena terjadi unbalance (tidak imbang) seperti pada impeller, dimana bagian-bagian pada impeller tersebut tidak balance (salah satu titik bagian impeller memiliki berat yang tidak seimbang). Sehingga ketika berputar, mengakibatkan putaran

mengalami perubahan gaya disalah satu titik putaran (lebih terasa ketika putaran tinggi), sehingga berpengaruh pula pada putaran *bearing* pada poros. Unbalance bisa terjadi pula pada poros, dan pengaruhnya pun sama, yaitu bisa membuat vibrasi yang tinggi dan merusak komponen.

3.4.11 Pelumas Rusak.

Lubrikan adalah bahan dan bagian paling pokok dari proses kerja *bearing*, lapisan tipis lubrikan (oil film) harus selalu ada diantara ball , cage, *inner race* dan *outer race*, yang berfungsi menghilangkan gesekan dan pendinginan. Kerusakan lubrikan berakibat hilangnya atau rusaknya oil film berakibat kerusakan *bearing*.Sebab Kerusakan lubrikan :

- 1 Kontaminasi dengan kotoran/debu/partikel.
- 2 Kontaminasi dengan air, kondensasi udara, cairan2 lain.
- 3 Tercampur dengan lubrikan lain yang tidak kompatibel.
- 4 Panas berlebih (overheating) saat dioperasikan, kemudian temperature lubrikan berlebihan, sehingga sifat lubrikasinya hilang, akhirnya panas naik terus.



Gambar 3.13 Indikasi Kerusakan Akibat Kontaminasi.

Beberapa cara untuk mencegah kerusakan pelumasan adalah :

- 1 Jika menyimpan pelumas, jangan biarkan drum penyimpanan pelumas terbuka, meskipun dalam ruang tertutup. Jika drum dilapangan terbuka, jangan letakan drum menghadap ke atas, atau harus ditutup dengan penutup yang tahan sobek.
- 2 Pada mesin, harus selalu dipastikan “breather” masih berfungsi dengan baik. Untuk mencegah masuknya kelembaban dan kontaminan lain.
- 3 Harus selalu di adakan pemeriksaan/test kondisi pelumasan (untuk reservoir dengan isi besar). untuk reservoir kecil perlu diganti secara regular.
- 4 Jangan menambah/ mencampur pelumasan yang berbeda merk.
- 5 Pilihlah viskositas yang sesuai pada pemakaian tertentu.
- 6 Pengotoran dari debu atau daerah sekitarnya yang akibatnya *bearing* akan mengalami keausan dan berputarnya dengan *bushing*.

BAB IV

PEMBAHASAN DAN ANALISA

4.1 Analisa Desain Bearing Pada *Automatic Trash Rake* (ATR) PLTA Batang Agam

4.1.1 *Automatic Trash Rake* (ATR)

Automatic Trash Rake adalah mesin pembersih sampah otomatis yang menggunakan sistem hidrolik yang banyak digunakan di sungai-sungai untuk pengerukan sampah yang terbawa air , biasanya ATR banyak digunakan di pembangkit-pembangkit listrik tenaga air. Tantangan dalam pembersihan menimbulkan banyak tantangan bagi operator pembangkit listrik tenaga air. Manfaat dari ATR ini adalah dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi biaya , keselamatan operator, mengurangi resiko kecelakaan kerja.

4.1.2 Desain *Bearing* Pada *Automatic Trash Rake* (ATR) PLTA Batang Agam

4.2 Klasifikasi dan Kriteria Pemilihan Bantalan

Secara umum bantalan dapat diklasifikasikan berdasarkan arah beban dan berdasarkan konstruksi atau mekanismenya mengatasi gesekan. Berdasarkan arah beban yang bekerja pada bantalan, bantalan dapat diklasifikasikan menjadi :

1. Bantalan radial : menahan beban dalam arah radial
2. Bantalan aksial : menahan beban dalam arah aksial
3. Bantalan yang mampu menahan kombinasi beban dalam arah radial dan arah aksial

Parameter-parameter utama yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan bantalan antara lain adalah beban, putaran, tipe dan aliran pelumas, dimensi, jenis aplikasi, getaran, temperatur, dan kondisi lingkungan. Kriteria pemilihan bantalan yang ditampilkan dalam grafik pemilihan bantalan radial dan aksial, berdasarkan beban dan putaran komponen mesin. Sedangkan kriteria pemilihan bantalan untuk berbagai kondisi lingkungan ditampilkan pada tabel 4.2 dibawah. Masing-masing tipe bantalan memiliki kelebihan dan keterbatasan.

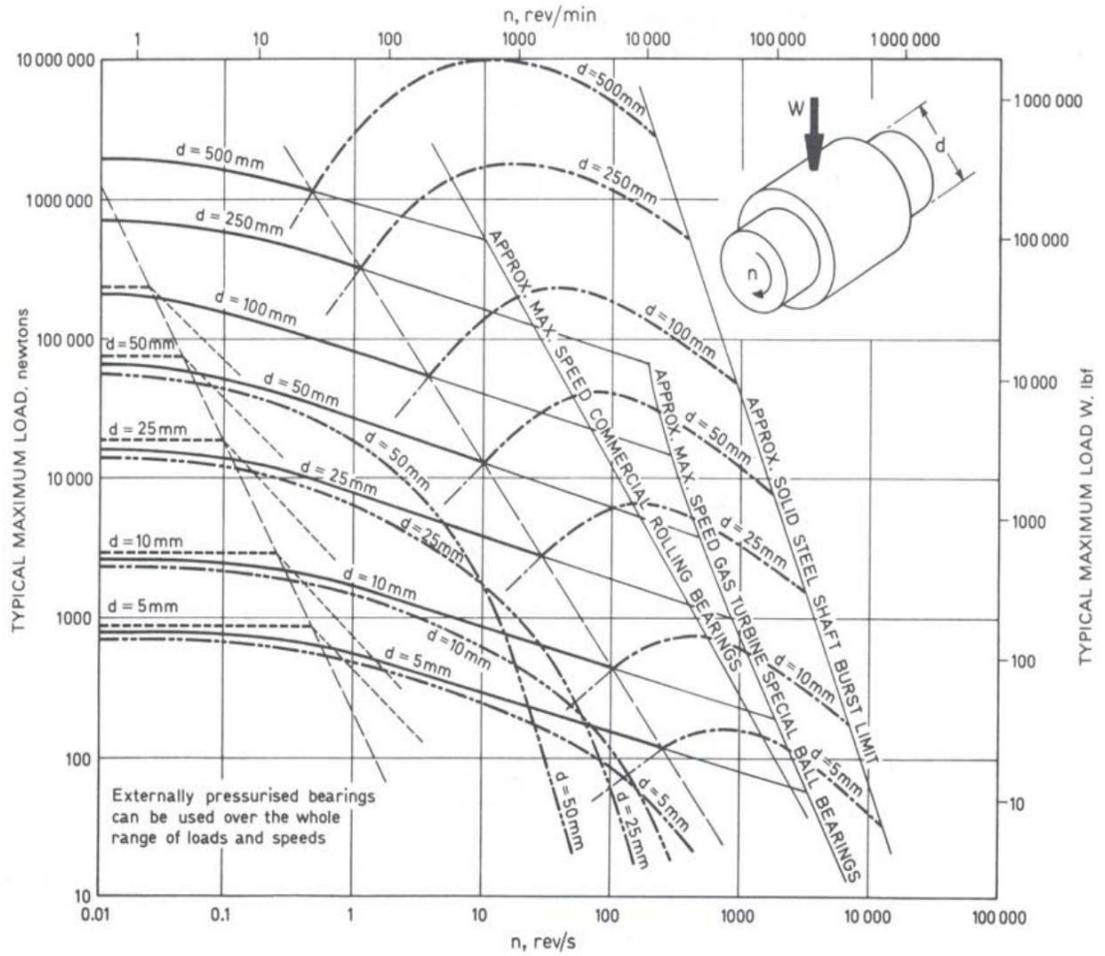
1. *Rubbing plain bearing* yang biasanya terbuat dari bahan non-metalic, hanya cocok untuk aplikasi pada putaran yang rendah. Disamping itu juga tidak sesuai untuk aplikasi beban yang tinggi.
2. *Porous plain bearing* yang menggunakan pelumasan dari pori-pori material, juga lebih cocok untuk aplikasi pada putaran rendah. Performansinya akan segera menurun pada putaran yang relatif tinggi

3. *Rolling bearing* atau bantalan gelinding memiliki jangkauan aplikasi yang paling luas, baik dari segi putaran maupun beban yang mampu ditahan. Bantalan ini performansinya sudah mulai menurun untuk putaran diatas 1000 rps.
4. *Hydrodynamic plain bearing* sangat cocok digunakan pada putaran yang tinggi. Bantalan jenis ini mempunyai kemampuan menahan beban dengan jangkauan yang luas. Kelemahannya, bantalan ini tidak dapat digunakan pada putaran rendah untuk beban radial. Sedangkan untuk beban aksial, dapat dibuat kosntruksi khusus sehingga dapat digunakan dengan performansi yang baik pada putaran rendah.

Tabel 4.1 Perbandingan performa *bearing*

Bearing type	Accurate radial location	Combined axial and radial load capability	Low starting torque capability	Silent running	Standard parts available	Lubrication simplicity
Rubbing plain bearings (nonmetallic)	Poor	Some in most cases	Poor	Fair	Some	Excellent
Porous metal plain bearings oil impregnated	Good	Some	Good	Excellent	Yes	Excellent
Fluid film hydrodynamic bearings	Fair	No; separate thrust bearing needed	Good	Excellent	Some	Usually requires a recirculation system
Hydrostatic bearings	Excellent	No; separate thrust bearing needed	Excellent	Excellent	No	Poor special system needed
Rolling bearings	Good	Yes in most cases	Very good	Usually satisfactory	Yes	Good when grease lubricated

Reproduced courtesy of Neale (1995).



Rubbing plain bearings in which the surfaces rub together. The bearing is usually non-metallic.



Plain bearings of porous metal impregnated with a lubricant.



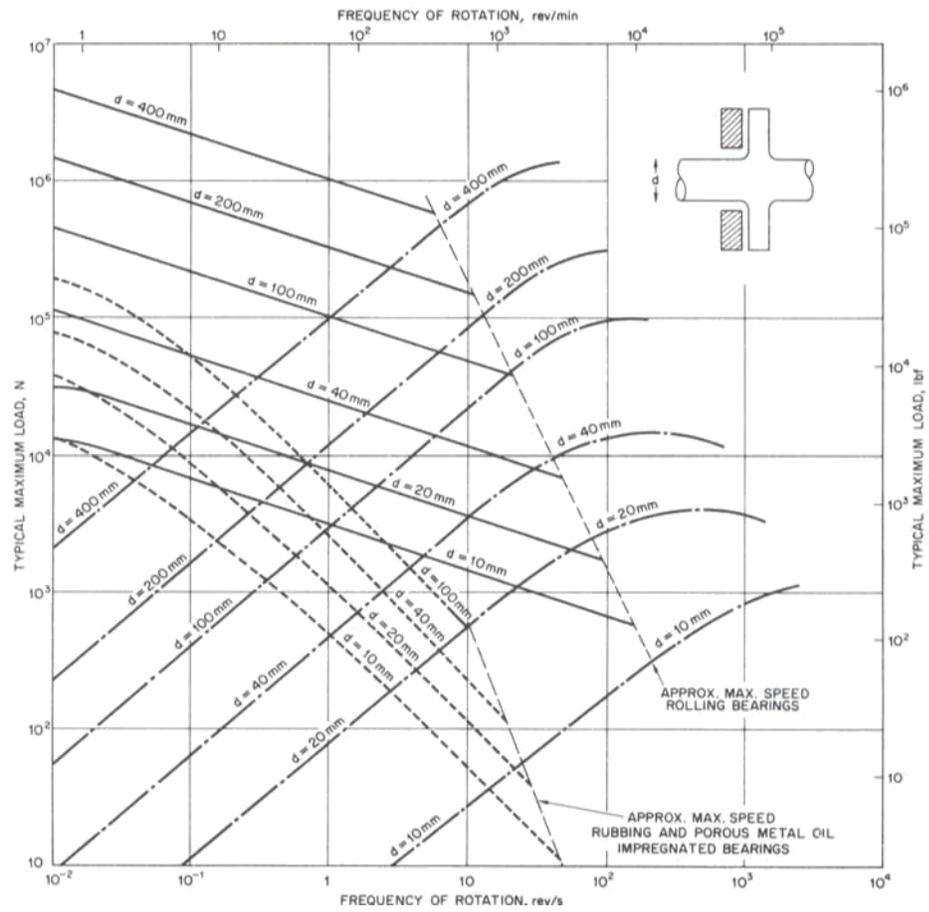
Rolling bearings. The materials are hard, and rolling elements separate the two moving components.



Fluid film plain bearings. A hydrodynamic pressure is generated by the relative movement dragging a viscous fluid into a taper film.



Gambar 4.2 Kriteria pemilihan bantalan radial



Gambar 4.3 Kriteria pemilihan bantalan aksial

Tabel 4.2 kriteria pemilihan bearing untuk kondisi lingkungan tertentu

Type of bearing	High temperature	Low temperature	Vacuum	Wet and humid	Dirt and dust	External vibration	Type of bearing
Rubbing plain bearings (non-metallic)	Good up to the temperature limit of material	Good	Excellent	Good but shaft must be incompressible	Good but sealing helps	Good	
Porous metal plain bearings oil impregnated	Poor since lubricants oxidises	Fair; may have high starting torque	Possible with special lubricant	Good	Sealing essential	Good	
Rolling bearings	Consult makers above 150°C	Good	Fair with special lubricants	Fair with seals	Sealing essential	Fair; consult makers	
Fluid film plain bearings	Good up to the temperature limit of lubricant	Good; may have high starting torque	Possible with special lubricant	Good	Good with seals and filtration	Good	
Externally pressurised plain bearings	Excellent with gas lubrication	Good	No; lubricant feed affects vacuum	Good	Good; excellent when gas lubricated	Excellent	
General comments	Watch effect of thermal expansion on fits			Watch corrosion		Watch fretting	

4.3 Material Bantalan (Bearing)

Beberapa sifat yang dicari pada material bantalan adalah *relative softness* (untuk menyerap partikel asing), kekuatan yang cukup, *machinability* (untuk mempertahankan toleransi), *lubricity*, ketahanan temperatur dan korosi, dan pada beberapa kasus, porositas (untuk menyerap pelumas). Kekerasan material bantalan tidak boleh melebihi sepertiga kekerasan material yang bergesekan dengannya untuk mempertahankan embedability dari partikel abrasiv. Beberapa kelas material yang berbeda dapat digunakan sebagai bantalan, biasanya yang berbasis timbal, timah, dan tembaga. Aluminium sendiri bukan merupakan material yang baik untuk bantalan walaupun banyak digunakan sebagai bahan paduan untuk beberapa material bantalan.

Tabel 4.3 Kekerasan Material *Bearing*

Bearing Material	Hardness Kg/mm ²	Minimum Shaft Hardness kg/mm ²	Hardness Ratio
Lead-base Babbitt	15-20	150	8
Tin-base Babbitt	20-30	150	6
Alkali-hardned lead	22-26	200-250	9
Copper-lead	20-23	300	14
Silver (overplated)	25-50	300	8
Cadmium base	30-40	200-250	6
Aluminium alloy	45-50	300	6
Lead bronze	40-80	300	5
Tin bronze	60-80	300-400	5

1. *Babbit*

Semua famili logam berbasis timbal dan timah yang dikombinasikan dengan unsur lain sangat efektif terutama jika diproses dengan *electroplating* dalam bentuk lapisan tipis pada substrat yang lebih kuat seperti baja. Babbit merupakan contoh yang sangat umum pada famili ini dan biasa digunakan pada bantalan *crankshaft* dan *camshaft*. Lapisan babbit yang tipis akan mempunyai ketahanan *fatigue* yang lebih baik daripada lapisan *babbit* yang tebal, tetapi tidak dapat melekatkan partikel asing dengan baik. Karena *babbit* ini mempunyai temperatur peleburan yang rendah dan akan cepat rusak dalam kondisi pelumasan batas (*boundary lubrication*), maka diperlukan pelumasan hidrodinamik atau hidrostatik yang baik.

2. *Bronzes*

Famili paduan tembaga, terutama *bronze*, merupakan pilihan yang sangat baik untuk melawan baja atau besi cor. *Bronze* lebih lunak dibanding *material ferrous* tetapi mempunyai kekuatan, *machinability*, dan ketahanan korosi yang baik serta bekerja dengan baik melawan paduan besi jika dilumasi. Ada lima macam paduan tembaga yang biasa digunakan sebagai bantalan yaitu, *copper-lead*, *leaded bronze*, *tin bronze*, *aluminium bronze*, dan *beryllium copper*. Kekerasan paduan tembaga ini bervariasi mulai dari yang nilainya hampir sama dengan *babbit* sampai dengan yang hampir sama dengan baja. *Bushing bronze* ini dapat bertahan dalam kondisi pelumasan batas (*boundary lubrication*) dan dapat menahan beban tinggi dan temperatur tinggi.

3. Besi Cor Kelabu dan Baja

Besi cor kelabu dan baja merupakan material bantalan yang cukup baik untuk digunakan melawan sesamanya dalam kecepatan rendah. Grafit bebas pada besi cor menambah sifat lubricity tetapi pelumas cair tetap dibutuhkan. Baja juga dapat digunakan melawan baja jika keduanya dikeraskan dan diberi pelumasan. Ini merupakan pilihan yang biasa digunakan pada rolling contact di bantalan rolling-element. Bahkan baja dapat melawan semua material lain jika diberi pelumasan yang sesuai.

4. *Sintered Materials*

Material seperti ini dibuat dari serbuk dan secara mikroskopik tetap berpori setelah perlakuan panas. Porositas ini memungkinkan material ini untuk menyimpan pelumas dengan aksi kapilaritas, dan kemudian melepaskannya ke bantalan jika panas. *Sintered bronze* digunakan secara luas untuk digunakan melawan baja atau besi cor.

5. Material Non-Logam

Beberapa jenis material non-logam memberikan kemungkinan untuk bekerja dalam kondisi kering jika material ini mempunyai sifat lubricity yang baik. Contohnya adalah grafit. Beberapa jenis material termoplastik seperti nilon, acetal, dan teflon memberikan koefisien gesek yang rendah terhadap logam manapun tetapi mempunyai kekuatan dan temperatur leleh yang rendah, yang jika digabungkan dengan konduktivitas panasnya yang buruk akan membatasi beban dan kecepatan yang bisa ditahan. Teflon mempunyai koefisien gesek yang rendah tetapi harus diberi filler untuk meningkatkan

kekuatannya. Adapun filler yang biasa digunakan pada teflon adalah inorganic fillers seperti talc atau serat kaca yang dapat meningkatkan kekuatan dan kekakuan, serbuk grafit dan MoS₂ yang dapat meningkatkan lubricity, kekuatan serta ketahanan temperturnya. Kombinasi material poros dengan bantalan yang biasa digunakan pada prakteknya sangat terbatas. Tabel berikut ini menunjukkan beberapa kombinasi material poros dengan bantalan.

4.3.1 Sifat Material *Bearing*

Ketika bearing memiliki pelumas yang sesuai, dimana lapisannya bersih, pelumas non korosi, memisahkan kontak antara dua permukaan.

Tabel 4.4 sifat material *bearing*

Bearing material	Fatigue strength	Comform ability	Embeddability	Antiscoring	Corrosion resistance	Thermal conductivity
Tin base babbit	poor	Good	excellent	Excellent	excellent	Poor
Lead base babbit	Poor to fair	Good	Good	Good to excellent	Fair to good	Poor
Lead bronze	Fair	Poor	Poor	Poor	Good	Fair
Copper lead	Fair	Poor	Poor to fair	Poor to fair	Poor to fair	Poor to good
Aluminium	Good	Poor to fair	Poor	Good	Excellent	Fair
Silver	excellent	Almost none	Poor	Poor	excellent	Excellent

Silver lead deposited	excellent	Excellent	Poor	Fair to good	excellent	Excellent
-----------------------	-----------	-----------	------	--------------	-----------	-----------

4.4 Umur Bantalan (*Bearing life*)

Umur dari suatu bantalan dinyatakan sebagai jumlah putaran total atau jumlah jam pada suatu kecepatan putar. Kondisi ideal kegagalan lelah akan berupa penghancuran permukaan yang menerima beban. Standart ;*The Anti-Friction Bearing Manufacturers Association (AFBMA)* menyatakan bahwa kriteria kegagalan adalah suatu bukti awal dari kelelahan. Bahwa umur yang berguna (*useful life*) sering dipakai sebagai defenisi dari umur lelah atau kata lain adalah kehancuran atau penyompelan suatu permukaan seluas $0,01 \text{ in}^2$.

Umur Lh		2000 – 4000 (jam)	5000 – 15000 (jam)	20000 - 30000 (jam)	40000 - 60000 (jam)
Faktor beban Fw		Pemakaian jarang	Pemakaian sebentar-sebentar (tidak terus menerus)	Pemakaian terus menerus	Pemakaian terus menerus degan keandalan tinggi.
1 – 1,1	Kerja halus tanpa tumbukan	Alat listrik rumah tangga	Konveyor, mesin pengangkat, lift, tangga jalan.	Pompa, poros transmisi, separator, pengayak, mesin perkakas, pres putar, motor listrik.	Poros transmisi Utama yang memegang peranan penting, motor-motor listrik yang penting.
1,1 s/d 1,3	Kerja biasa	Mesin pertanian, gerinda tangan.	Otomobil, mesin jahit	Motor kecil, roda meja, pemegang pinyon, roda gigi reduksi, kereta rel.	Pompa penguras, mesin pabrik kertas, rol kalender, kipas angin, kran, penggiling bola, motor Utama kereta rel listrik.
1,2 s/d 1,5	Kerja dengan getaran /tumbukan		Alat-alat besar, unit roda gigi dengan putaran besar, <i>rolling mill</i> .	Penggetar, penghancur	

Tabel 4.5 Saran umur bantalan untuk berbagai kelas mesin

4.5 Spesifikasi Bearing Yang Digunakan di PLTA Batang Agam

Bearing yang digunakan di PLTA Batang Agam adalah jenis bearing *Deep Groove Ball Bearing*



Gambar 4.4 *Deep groove ball bearing*

Ukuran bearing yang digunakan :

1. Diameter dalam : 55 mm
2. Diameter luar : 100 mm
3. Tebal : 21 mm

4.5.1 Cara Membaca Kode Bearing

Bearing yang digunakan di PLTA Batang Agam adalah SKF 6211 -2Z. Cara membaca kode bearing adalah :

- a. 6 = Kode pertama melambangkan Tipe /jenis bearing

Tipe bearing yang digunakan adalah *deep groove ball bearing*.

- b. 2 = Kode kedua melambangkan seri bearing

Seri menunjukkan seri yang digunakan adalah *light*

- c. 11 =Kode ketiga dan keempat melambangkan diameter bore (lubang dalam bearing)

Kode 11 menunjukkan besar diameter dalam bearing 55 mm

- d. 2Z = Kode yang terakhir melambangkan jenis bahan penutup bearing

Kode 2Z menunjukkan bearing ditutupi plat ganda.

4.6 Tabel Perbandingan *Ball Bearing*

Tabel 4.6 Perbandigan performa *ball bearing*

NO	Bearing type	Radial load capacity	Axial or thust load capacity	Misalignment capability
1	Single row	Good	Fair	Fair
2	Double row deep groove ball	Excellent	Good	Fair
3	Angular contact	Good	Excellent	Poor
4	Cylindrical roller	Excellent	Poor	Fair
5	Needle roller	Excellent	Poor	Poor
6	Spherical roller	Excellent	Fair/good	Excellent
7	Tapered roller	Excellent	Excellent	Poor

4.7 Rekomendasi *Bearing* Untuk ATR PLTA Batang Agam

Tabel 4.7 pemilihan *bearing* untuk PLTA Batang Agam

Principal dimension			Basic load ratings		Fatigue load limit	Speed ratings	Limiting speed	Designations
d mm	D	B	C kN	C _o	P _u kN	r/min		Bearing
55	100	21	46,2	29	1,25	14000	7000	Deep groove ball bearing 6211-2Z
55	100	21	48,4	44	1,86	12000	7000	Deep groove ball bearing 211-Z
55	100	21	57	45	1,9	6300	12000	Single row angular contact ball bearings 7211 ACCBM
55	100	21	27,6	10,6	-	14000	9000	Self-aligning ball bearings 1211 EKTN9
55	100	21	96,5	95	12,2	7500	13000	Single row cylindrical roller bearings NJ 211 ECML

Ket :

- Principal dimension : dimensi utama
- Basic load ratings : peringkat beban dasar
- Fatigue load limit : batas beban kelelahan
- Speed ratings : rating kecepatan
- Refence speed : referensi kecepatan
- Limiting speed : membatasi kecepatan
- Designations bearing : sebutan bearing

4.8 Analisa

PLTA Batang Agam merupakan salah satu pembangkit listrik negara yang berada di Sumatera Barat. Pada bendungan air PLTA Batang Agam menggunakan teknologi sistem hidrolik yang kegunaanya untuk mengambil atau menyaring sampah pada sungai, teknologi tersebut dinamakan *Automatic Trash Rake* (ATR).

Bearing yang digunakan ATR PLTA Batang Agam sekarang adalah bearing berjenis *ball bearing* yaitu *deep groove ball bearing* 6211-2Z. Bearing jenis ini sering mengalami kendala pada pemakaiannya, karena bearing jenis ini tidak memiliki ketahanan untuk menopang berat ATR. Bearing jenis *deep groove ball* ini lebih cocok untuk kecepatan dibandingkan ketahanan. Kerusakan yang terjadi pada *deep groove ball bearing* ATR PLTA Batang Agam



Gambar 4.5 Kerusakan *Deep Groove Ball Bearing*

Rekomendasi bearing untuk digunakan di ATR PLTA Batang Agam adalah bearing jenis roll bearing yaitu *Single row cylindrical roller bearings* dengan kode NJ 211 ECML.

Kelebihan dari *Single row cylindrical roller bearings* :

1. Sangat baik digunakan pada beban radial.
2. Ketahanan dalam diam yang baik
3. *Misaligment* yang baik.
4. Batas beban lelah yang tinggi.
5. Resistensi korosi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari data – data serta pengalaman yang diperoleh penulis selama melaksanakan Praktek Lapangan Industri di PLTA Batang Agam, maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa :

1. PLTA Batang Agam memiliki tiga unit generator dengan tenaga output sebesar 6,3 kV untuk masing-masing unit dan daya output sebesar 10,3 MW untuk seluruh unit.
2. *Bearing* adalah sebuah elemen mesin yang berfungsi untuk membatasi gerak relatif antara dua atau lebih komponen mesin agar selalu bergerak pada arah yang diinginkan. *Bearing* menjaga poros (shaft) agar selalu berputar terhadap sumbu porosnya, atau juga menjaga suatu komponen yang bergerak linier agar selalu berada pada jalurnya.
3. *Automatic Trash Rake* adalah mesin pembersih sampah otomatis yang menggunakan sistem hidrolik yang banyak digunakan di sungai-sungai untuk pengerukan sampah yang terbawa air , biasanya ATR banyak digunakan di pembangkit-pembangkit listrik tenaga air.
4. Umur lelah atau kata lain adalah kehancuran atau penyempelan suatu permukaan *bearing* seluas 0,01 in² .

Menurut data yang ada *bearing* yang digunakan pada mesin pengangkat sampah umur efektifnya adalah 5000-15000 jam dengan umur lelah sebesar 1 - 1,1.

Data tersebut merupakan data maksimal umur *bearing* untuk kategori tersebut,

dengan syarat bearing yang dipakai pada alat sesuai dengan spesifikasi bearing untuk alat yang digunakan.

5. *Bearing* yang digunakan pada ATR PLTA Batang Agam adalah *Deep Groove Ball Bearing* dengan diameter dalam (d) 55, diameter luar (D) 100, dan ketebalan (B) 21.
6. *Bearing* yang digunakan PLTA Batang Agam sekarang sering mengalami kerusakan yang disebabkan *bearing* tidak cocok digunakan pada ATR, *bearing* yang digunakan sekarang lebih cocok digunakan untuk kecepatan sedangkan yang dibutuhkan pada ATR adalah *bearing* dengan ketahanan yang baik.
7. Rekomendasi *bearing* untuk ATR PLTA Batang Agam adalah *Single row cylindrical roller bearings* NJ 211 ECML.
8. Kelebihan *Cylindrical roller bearings* adalah:
 - a. Sangat baik digunakan pada beban radial.
 - b. Ketahanan dalam diam yang baik.
 - c. *Misalignment* yang baik.
 - d. Batas beban lelah yang tinggi.
 - e. Resistensi korosi.

5.2 SARAN

Adapun saran yang dapat Penulis cantumkan pada laporan ini adalah sebagai berikut :

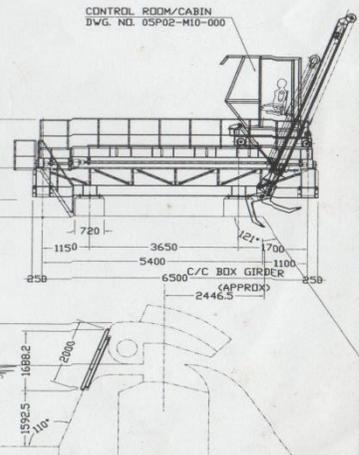
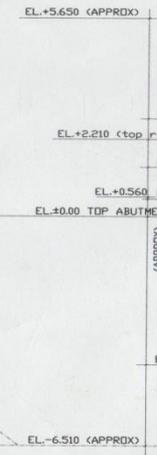
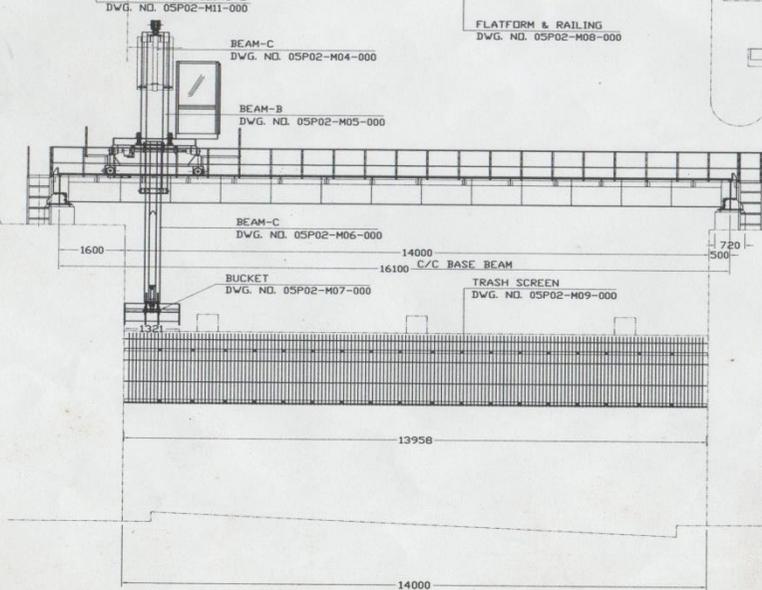
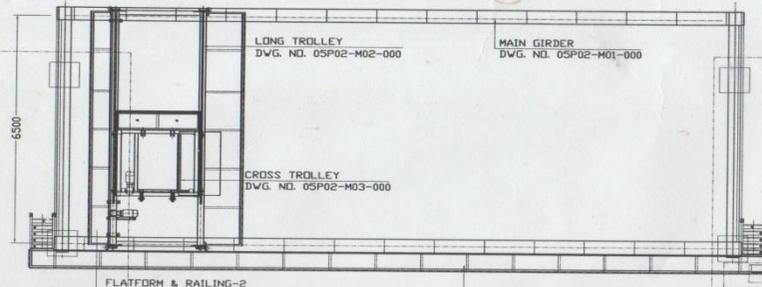
1. Dalam melaksanakan Praktek Lapangan Industri (PLI) mahasiswa harus pro-aktif agar hasil dan pengalaman yang didapat lebih maksimal.

2. Ketika adanya pekerjaan, sangat diperlukan kerja tim baik dengan teknisi maupun dengan rekan semagang lainnya.
3. Penggunaan alat pelindung diri sesuai dengan standar Kesehatan Keselamatan Kerja (K3).
4. *Bearing* yang digunakan pada ATR sekarang diusulkan untuk diganti dengan *Single row cylindrical roller bearings NJ 211 ECML*.

DAFTAR PUSTAKA

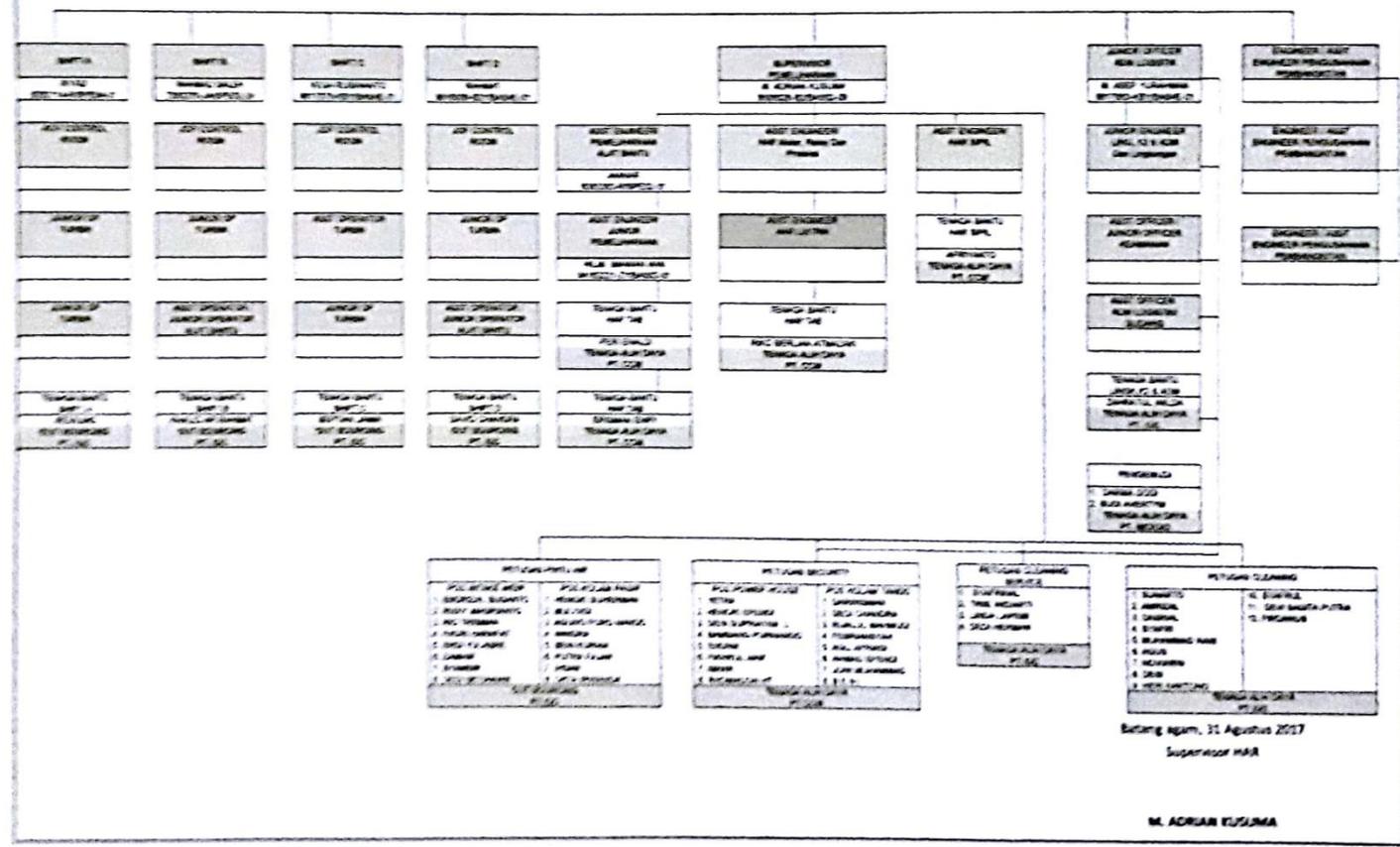
- <http://arysetiadi28.blogspot.co.id/2013/12/spesifikasi-bearing.html>.(diakses 15 Agustus 2017)
- <http://www.opsikomputer.com/2012/12/Spesifikasi-Bearing-Jenis-Deep-Groove-Ball.html>.(diakses 15 Agustus 2017)
- <https://masmukti.files.wordpress.com/2011/10/bab-11-bantalan-dan-sistem-pelumas1.pdf>.(diakses 16 Agustus 2017)
- <http://dpewe.blogspot.co.id/2012/06/peningkatan-umur-bearing.html>.(diakses 16 Agustus 2017)
- <http://mhasanalbana.blogspot.co.id/2016/11/rolling-element-bearing.html>.(diakses 16 Agustus 2017)
- http://eprints.undip.ac.id/41546/2/BAB_II.pdf .(diunduh 18 Agustus 2017)
- <http://indarluhsepdyanuri.blogspot.co.id/2015/05/bantalan-luncur-sliding-bearing-bab-2.html>.(diakses 18 Agustus 2017)
- <https://dokumen.tips/documents/makalah-bearing.html>.(diunduh 15 Agustus 2017)
- https://en.wikipedia.org/wiki/Bearing_%28mechanical%29.(diakses 16 Agustus 2017)
- <http://www.skf.com/id/in/products/product-tables/index.html>.(diakses 22 Agustus 2017)

LAMPIRAN



3								
2								
1								
NO. / REV	PARTS NO.	PARTS NAME	DRAWING NO.	MATERIAL	Q'TY	REMARKS	SCALE	DATE
DRAWING DESCRIPTIONS			SUB ASS'Y / GROUP		SIGN		1 : 70 A2	15/11/05
GENERAL ARRANGEMENT			DRAWN BY		SIGN		acep.s	
MACHINE DESCRIPTIONS			MACHINE MODEL		CHECKED BY		Ir. Indra NK	
AUTOMATIC TRASH RAKE			DRAWING NO.		DESIGNED BY		Ir. Kusnan N	
CUSTOMER			REVISION NO.		APPROVED BY			
PLN. BUKITTINGGI			05P02-M00-000		MBW		ROAD BUILDING EQUIPMENT & CONSTRUCTION MACHINERIES	

STRUKTUR ORGANISASI BULAN AGUSTUS 2017



Beking agam, 31 Agustus 2017
Supatroof HAA

M. ADRIAN KUSUMA



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

FAKULTAS TEKNIK

Jl. Prof. Dr. Hamka, Kampus UNP Air Tawar, Padang 25171
Telp. (0751) 7055644, 445118 Fax (0751) 7055644, 7055628
website : www.ft.unp.ac.id e-mail : uhi@ft.unp.ac.id

Nomor : 2618/UN35.2.1/AK/2017

19 Juni 2017

Lamp. : Blangko Penilaian

Hal : Pengiriman Pengalaman Lapangan Industri
Mahasiswa FT UNP

Kepada Yth. Pimpinan PLTA Batang Agam
di Jl. Sentral Padang Luar KM 1 Padang Luar Kec
Banuhampu, Kab Agam Sumatera Barat

Dengan hormat,

Kami mengucapkan terima kasih atas persetujuan Pimpinan PLTA Batang Agam menerima mahasiswa kami melaksanakan Program PLI mulai tanggal 03 Juli 2017 s/d 01 September 2017 di PLTA Batang Agam berdasarkan Persetujuan Pimpinan PLTA Batang Agam No. 0087/STH.03.04/SBKT/2017, tanggal 15 Juni 2017.

Selanjutnya, kami konfirmasi mahasiswa yang akan datang melaksanakan kegiatan dimaksud yaitu :

No	Nama	NIM/BP	Program Studi	Dosen Pembimbing
I	HARY JUMADIL SAPUTRA	15072029/2015	Teknik Mesin	Budi Syahri, S.Pd.,M.Pd.T

Selanjutnya kami mohon agar Supervisor mahasiswa tersebut dapat memberikan penilaian setelah kegiatan PLI mahasiswa berakhir dengan menggunakan format penilaian terlampir.

Demikianlah, atas perhatian dan kerjasama Saudara diucapkan terima kasih.

Dekan,

Dr. Fahmi Rizal, M Pd., MT.
NIP 19591204 198503 1004



SURAT IZIN MASUK LOKASI

Nomor: **09** .SI/STH.03.04/SBKT/2017

Manajer PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Bukittinggi, dengan ini memberi izin untuk memasuki lokasi Area **PLTA Batang Agam** yang berada dibawah pengawasan PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Bukittinggi kepada :

NO	NAMA	NIM	JURUSAN
1.	Hary Jumadil Saputra	15072029/2015	Pendidikan Teknik Mesin

Institusi Pendidikan : **UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

Surat Izin berlaku
Tanggal/Periode : **03 Juli 2017 s/d 01 September 2017**

Keperluan : Izin Pengalaman Lapangan Industri/Magang

Dengan ketentuan sebagai berikut :

1. PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Bukittinggi tidak menanggung biaya dan perlengkapan selama Penelitian tersebut.
2. Peserta harus tunduk dan patuh terhadap peraturan yang berlaku di PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Bukittinggi.
3. Kecelakaan dalam Penelitian akibat kelalaian peserta adalah diluar tanggung jawab PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Bukittinggi.
4. Data yang diperoleh dalam Penelitian semata-mata hanya untuk kepentingan diklat dan tidak untuk diekspos diluar.
5. Selama berada di lokasi PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Bukittinggi tidak dibenarkan untuk mengambil foto-foto dokumentasi yang berkaitan atau berhubungan dengan peralatan vital Instalasi Unit Pembangkit **tanpa seizin pihak PLN**
6. Pihak PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Bukittinggi tidak menyediakan fasilitas Rumah Dinas/ Mess kepada peserta Praktek Kerja Lapangan.

Demikian kami sampaikan untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya, atas perhatiannya diucapkan terima kasih.





PT. PLN (Persero)
PEMBANGKITAN SUMATERA BAGIAN SELATAN
SEKTOR PENGENDALIAN PEMBANGKITAN BUKITTINGGI

Jalan Stropeng Tiga Padang Lest Central Bkt. 1 Bukittinggi
Telpone : (0752) 33003 - 33133 Faxsimilis : (0752) 33103 - 33043
E-mail : ssk@kustogpln.co.id

Nomor : **0087** /STH.03.04/SBKT/2017
Bri Sdr. No :
Lampiran : **Ada**
Sifat : **Biasa**
Perihal : **Izin Pengalaman Lapangan Industri**

16 Juni 2017

Kepada :

UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK MESIN
Jln. Prof. Dr. Hamka Kampus Air Tawar
Padang-25131

Yth Dekan,

Menindaklanjuti surat dari Universitas Negeri Padang Nomor : 1925/UN35.2.1/AK/2017 tanggal 10 Mei 2017 perihal Permohonan Pengalaman Lapangan Industri dengan ini diberitahukan bahwa kami dapat mengizinkan Mahasiswa atas nama :

No	Nama	Nim	Jurusan
1.	Hary Jumadil Saputra	15072029/2016	Pendidikan Teknik Mesin

Untuk melaksanakan Praktek kerja Lapangan/Magang pada **PLTA Batang Agam** PT PLN (Persero) Sektor Pembangkitan Bukittinggi terhitung mulai tanggal **03 Juli 2017** sampai dengan **01 September 2017**.

*) Surat Izin masuk lokasi terlampir

Demikian disampaikan, atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Tembusan:
Spv. Har PLTA Batang Agam

PLH ASMAN KEUANGAN SDM & ADM
SUPERVISOR SDM &UMUM,

