LAPORAN PRAKTEK LAPANGAN INDUSTRI

" SIMULASI DAN ANALISA PERBANDINGAN LIFETIME BEARING SKF 23144 CC/ W33 DAN BEARING TIMKEN 23144 YM DENGAN LOAD SLAB 20 TON PADA WORKING ROLLER TABLE DIVISI HOT STRIP MILL (HSM) "

PT. KRAKATAU STEEL (PERSERO) Tbk.

Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Tugas Praktek Industri
di PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk.

Disusun Oleh:

ALKINDI

16067038

Pendidikan Teknik Mesin

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2019

LEMBAR PENGESAHAN

LAPORAN PENGALAMAN LAPANGAN INDUSTRI

" SIMULASI DAN ANALISA PERBANDINGAN LIFETIME BEARING SKF 23144 CC/ W33 DAN BEARING TIMKEN 23144 YM DENGAN LOAD SLAB 20 TON PADA WORKING ROLLER TABLE DIVISI HOT STRIP MILL (HSM) "

PT. KRAKATAU STEEL (PERSERO) Tbk.

CILEGON – BANTEN

Periode : 1 Juli s/d 1 Agustus 2019

Disusun oleh:

Nama	: Alkindi
NIM	: 16067038
Program Studi	: Pendidikan Teknik Mesin

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dinas Maintenance Service Hot Strip Mill	**Pembimbing Lapangan**
Iswandi	**M. Rizki Forest**
Superintendent	**Supervisor MS. HSM**

Mengetahui :

Dinas Development & Learning Administration	**Training Koordinator**
Suwiyardi	**Hendro Prasetyo**
Superintendent	**Training Koordinator MS. HSM**

LEMBARAN PENGESAHAN

Laporan Ini Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari Persyaratan

Penyelesaian Praktek Lapangan Industi FT-UNP

Tanggal 1 Juli – 1 Agustus 2019

Semester Juli – Desember 2019

Oleh :

Alkindi

Nim/ Bp : 16067038/ 2016

Jurusan Teknik Mesin

Program Studi S1 Pendidikan 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
Ka. Unit Hubungan Industri FT-UNP

Ir. Ali Basrah Pulungan, S.T. M.T
NIP. 19741212 200312 1 002

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas berkat dan rahmat Tuhan yang Maha Esa, sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan Kerja Praktek PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk. Kerja praktek ini bertujuan untuk melengkapi persyaratan agar dapat memenuhi persyaratan akademik di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Kerja Praktek ini merupakan salah satu mata kuliah wajib berbobot 3 SKS di Prodi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang. Melalui kegiatan ini, mahasiswa diharapkan dapat memahami lebih jauh penerapan ilmu tentang teknik mesin dalam suatu industri dan membandingkan hal-hal yang sifatnya teoritis dan telah dipelajari selama masa perkuliahan dengan pengaplikasian yang ada di lapangan. Selain itu juga untuk menambah wawasan mahasiswa tentang semua aspek yang berhubungan dengan industri baja. Hal ini diperlukan untuk menciptakan lulusan sarjana Teknik Mesin yang handal dan berkualitas di bidangnya. Pelaksanaan Kerja Praktek ini selama satu bulan yaitu pada 1 Juli – 1 Agustus 2018. Pada laporan kerja praktek ini penulis ditempatkan pada pabrik pengerolan baja lembaran panas (Hot Strip Mill/ HSM) di bagian M*aintenance Service Mechanic,* judul yang kami usung sesuai dengan tugas yang diberikan mentor kami "***Simulasi dan Analisa Perbandingan Lifetime Bearing SKF 23144 CC/W33 dan Bearing Timken 23144 YM dengan Load Slab 20 Ton pada Working Roller Table Divisi Hot Strip Mill PT.Krakatau Steel (Persero) Tbk."***

Secara garis besar, laporan ini memberikan gambaran tentang profil PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk. dan Divisi Hot Strip Mill (HSM), sedangkan pembahasan khususnya ditujukan untuk menganalisa dan membandingkan Lifetime Bearing SKF 23144 CC/W33 dan Bearing Timken 23144 YM dengan Load 20 Ton pada Working Roller Table dengan menggunakan simulasi solidwork.

Banyak pihak yang telah membantu penulis selama berada di Cilegon pada seluruh rangkaian kerja praktek ini. Untuk itu, penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih dengan tulus kepada:

1. Ayah, Ibu, kakak, dan adik yang selalu mensupport baik moral maupun materil dan yang selalu memberikan do'a kepada penulis.
2. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.T.,M.Pd. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Ali Basrah Pulungan, S.T.,M.T. Selaku Koordinator Praktek Lapangan Industri Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Dr. Ir. Arwizet K, S.T.,M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Budi Syahri, S.Pd.,M.Pd.T. selaku Koordinator jurusan Praktek Lapangan Industri Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Bapak Drs. Yufrizal A, M.Pd. selaku dosen Penasehat Akademik di Jurusan Teknik Mesin. .
7. Bapak Budi Syahri, S.Pd, M.Pd.T selaku Pembimbing Praktek Industri penulis dari Universitas Negeri padang.
8. Bapak, Ibu dan saudara penulis atas dukungan moral maupun materi sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Kerja Praktek di Divisi Hot Strip Mill (HSM) PT Krakatau Steel (Persero) Tbk, Cilegon, Banten.
9. Bapak Hendro Prasetyo selaku Training Koordinator yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk kerja praktek di Divisi Hot Strip Mill (HSM) PT Krakatau Steel (Persero) Tbk, Cilegon, Banten.
10. Bapak Iswandi selaku Kepala Dinas Maintanance Service Hot Strip Mill
11. Bapak M. Rizki Forest selaku pembimbing selama praktek industri di Pabrik HSM.
12. Seluruh Dosen di jurusan teknik Mesin Universitas Negeri Padang yang telah mencurahkan ilmunya kepada penulis
13. Bapak sopir bus PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk, Cilegon-Banten nomor 15, 23, 28 dan MT 03 yang selalu mengantarkan penulis pulang dan pergi dengan selamat.
14. Teman–teman seperjuangan sesama praktikan kerja praktek di Divisi Hot Strip Mill (HSM) PT Krakatau Steel (Persero) Tbk. terima

kasih atas dukungan, kerjasama, dan kebersamaan selama penulis melaksanakan Praktek Industri.

15. Bapak Katemin dan keluarga yang telah menyediakan penulis tempat tinggal, memberikan banyak bimbingan, fasilitas dan pengarahan selama praktek kerja lapangan sehingga berjalan dengan lancar.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan ini, namun demikian penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis sendiri maupun para pembaca. Penulis sangat mengharap kritik dan saran yang membangun demi lebih baiknya laporan ini.

Akhir kata, penulis mohon maaf jika terdapat sesuatu yang kurang berkenan di hati para pembaca mengenai laporan ini.

Cilegon, 28 Juli 2019

Hormat kami,

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN PERUSAHAAAN i
LEMBAR PENGESAHAN KAMPUS..... ii
KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI..... vi
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL..... x
DAFTAR LAMPIRAN..... xi
BAB I PENDAHULUAN..... 1
1.1 LATAR BELAKANG..... 1
1.2 MAKSUD DAN TUJUAN KERJA PRAKTIK..... 2
1.3 BATASAN MASALAH 3
1.4 PELAKSANAAN KERJA PRAKTEK..... 3
1.5 METODE PENELITIAN KERJA PRAKTEK 4
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN LAPORAN KERJA PRAKTEK 4
BAB II TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN 6
2.1 LATAR BELAKANG DAN SEJARAH PT. KRAKATAU STEEL... 6
2.2 VISI DAN MISI PT. KRAKATAU STEEL..... 8
2.3 STRUKTUR ORGANISASI PT. KRAKATAU STEEL 9
2.4 TATA LETAK DAN LINGKUNGAN PERUSAHAAN 10
2.5 SISTEM KERJA DAN KEPEGAWAIAN..... 12
2.5.1 STATUS KEPEGAWAIAN 12
2.5.2 SISTEM KERJA 13
2.6 UNIT PRODUKSI DAN UNIT PENUNJANG PT. KRAKATAU STEEL..... 13
2.6.1 PABRIK BESI SPONS (Direct Reduction Plant)..... 14
2.6.2 PABRIK BAJA SLAB (Slab Steel Plant)..... 16
2.6.3 PABRIK BAJA BILLET (Billet Steel Plant) 17
2.6.4 PABRIK BAJA LEMBARAN PANAS (Hot Strip Mill)..... 18
2.6.5 PABRIK BAJA LEMBARAN DINGIN (Cold Rolling Mill)... 20
2.6.6 PABRIK BAJA BATANG KAWAT (Wire Rod Mill) 21
2.6.7 UNIT PENUNJANG PT KRAKATAU STEEL 23

BAB III PROFIL PABRIK HOT STRIP MILL (HSM) 26
3.1 SEJARAH PABRIK 26
3.2 STRUKTUR ORGANISASI DIVISI HSM 26
3.3 BAHAN BAKU 27
3.4 PROSES PRODUKSI 28
3.5 PERALATAN PENUNJANG PRODUKSI 33
3.6 HASIL PRODUKSI 42
BAB IV LANDASAN TEORI 43
4.1 PENGERTIAN BANTALAN 43
4.2 PEMILIHAN JENIS BEARING 51
4.3 PENYEBAB KERUSAKAN PADA BEARING 53
4.4 CARA MENGATASI KERUSAKAN PADA BEARING 55
4.5 PERHITUNGAN BEBAN DAN UMUR BANTALAN 55
4.6 SOLIDWORKS 59
4.7 STRESS VON MISES 67
BAB V TUGAS KHUSUS 72
5.1 LATAR BELAKANG MASALAH 72
5.2 TUJUAN 72
5.3 DATA WORKING ROLLER TABLE 73
5.4 SIMULASI DAN PEMBAHASAN 74
5.5 PERHITUNGAN DATA 75
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 79
6.1 KESIMPULAN 79
6.2 SARAN 79
DAFTAR PUSTAKA 81
LAMPIRAN 82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT. Krakatau Steel..... 10
Gambar 2.2 Peta Letak PT. Krakatau Steel..... 11
Gambar 2.3 Peta Tata Letak Lingkungan Krakatau Steel..... 11
Gambar 2.4 Peta Komplek Krakatau Steel 12
Gambar 2.5 Bagan alir Proses Produksi PT. Krakatau Steel..... 14
Gambar 2.6 Skema proses produksi Pabrik Besi Spons PT. Kakatau Steel 15
Gambar 2.7 Skema proses produksi Pabrik Baja Slab PT. Krakatau Steel..... 16
Gambar 2.8 Skema proses produksi Pabrik Baja Billet PT. Krakatau Steel..... 17
Gambar 2.9 Baja Billet..... 18
Gambar 2.10 Skema proses produksi Pabrik Baja Lembaran Panas PT. Krakatau Steel 19
Gambar 2.11 Hot Rolled Coil 19
Gambar 2.12 Proses produksi pabrik pengolahan baja lembaran dingin 20
Gambar 2.13 Cold Rolled Coil..... 21
Gambar 2.14 Skema Proses produksi Pabrik Baja Batang Kawat PT. Krakatau Steel 22
Gambar 2.15 Produk baja batang kawat..... 22
Gambar 3.1 Bahan Baku Pabrik Pengerolan Baja Lembaran Panas 27
Gambar 3.2 Slab keluar dari Reheating Furnace..... 28
Gambar 3.3 Slab keluar dari Sizing Press 29
Gambar 3.4 Slab memasuki *Roughing Mill* 30
Gambar 3.5 Slab memasuki *Crop Shear*..... 31
Gambar 3.6 Slab memasuki *Finishing Mill* 31
Gambar 3.7 Proses *Laminer Colling*..... 32
Gambar 3.8 Proses *Down Coil*..... 32
Gambar 4.1 Plain Bearing..... 45
Gambar 4.2 Journal atau Sleeve Bearing 45
Gambar 4.3 Thrust Bearing..... 46
Gambar 4.4 Bantalan Luncur Khusus 46
Gambar 4.5 Konstruksi Bantalan Gelinding 47
Gambar 4.6 Single Row Groove Ball Bearing..... 47

Gambar 4.7 Double row self aligning ball bearings 48
Gambar 4.8 Single row angular contact ball bearings 48
Gambar 4.9 Double row angular contact ball bearings 49
Gambar 4.10 Double row barrel roller bearings 49
Gambar 4.11 Single row cylindrical bearings 50
Gambar 4.12 Tapered roller bearings 50
Gambar 4.13 Single direction thrust ball bearings 50
Gambar 4.14 Fitur-fitur Dasar pada SolidWorks 62
Gambar 4.15 Komponen Solidwork 63
Gambar 4.16 Fitur Solidworks 64
Gambar 4.17 Configurasi Manager 65
Gambar 4.18 New File 66
Gambar 4.19 Halaman Kerja 66
Gambar 4.20 Sheet Format 67
Gambar 4.21 Sebuah tes ketegangan sederhana dan kondisi pembebanan kehidupan nyata 68
Gambar 4.22 Representasi kasus distorsi murni 69
Gambar 4.23 Masalah desain, kantilever harus mampu menahan beban desain 71
Gambar 4.24 Distribusi stres Von Mises dalam berkas yang diperoleh dari analisis FEA 71
Gambar 5.1 Dimensi Working Roller Table 73
Gambar 5.2 Hasil Simulasi Solidwork pada Bearing dengan Pemberian Force Sebesar 198.744 N 74

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Kriteria Pemilihan Bantalan Untuk Kondisi Lingkungan Tertentu 53
Tabel 4.2 Umur bantalan Berdasarkan Macam-macam Tipe Permesinan..... 56
Tabel 4.3 Nilai C,Y_1,Y_2 Y_0 dan e Berdasarkan Tipe Bantalan 58
Tabel 5.1 Catalog Bearing SKF 23144 CC/W33 dan Bearing Timken 23144 YM
..... 75

DAFTAR LAMPIRAN

Dimensi Working Roller Table PT. KRAKATAU STEEL..... 82
Gambar Teknik Part Working Roller Table Menggunakan Solidworks..... 83
Gambar Teknik Simulasi Pembebanan oleh Slab pada Working Roller Table 83
Gambar Teknik Bearing Sebelum Dilakukan Simulasi 84
Gambar Teknik Bearing Sesudah Dilakukan Simulasi..... 84
Gambar Working Roller Table di PT. Krakatau Steel Divisi Hot Strip Mill..... 85
Gambar Teknik Bagian Utama Working Roller Table 86
Gambar Teknik Housing Bearing 87

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Dalam proses pendidikan di dunia perguruan tinggi, mahasiswa merupakan individu intelektual yang diharapkan memiliki kemampuan teoritis (melalui kegiatan perkuliahan) dan kemampuan aplikatif (melalui kegiatan praktikum dan kegiatan di lapangan) untuk mendukung proses pembelajaran yang dihadapinya. Tujuan dari semua proses pembelajaran tersebut agar pada saat penerapan di dunia kerja yang akan dihadapi, mahasiswa nantinya memiliki bekal ilmu pengetahuan yang cukup dan profesionalisme diri yang baik.

Teknik Mesin merupakan bidang penerapan ilmu yang mempelajari tentang perancangan, pengembangan, serta pemeliharaan sebuah sistem mekanis agar system tersebut memiliki performansi yang efektif dan efisien. Dalam proses perkuliahan, mahasiswa Teknik Mesin mempelajari penerapan dari ilmu matematika, fisika, serta prinsip dan metode analisis teknik untuk dapat mendesain, memprediksi, dan mengevaluasi sistem-sistem mekanis.

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang menekankan arti pentingnya nilai kreativitas dan integritas pada kompetensi pembelajaran sebagai ciri khas yang membedakannya dari program studi Teknik Mesin universitas lain. Kreativitas dan integritas ini menjadi nilai-nilai tambah kompetensi disamping nilai-nilai standar keteknik-mesinan seperti perancangan dan efisiensi.

Kompetensi yang terdapat pada Program Studi Teknik Mesin Universitas Negeri Padang berhubungan erat dengan perancangan desain, pemilihan material, proses manufaktur dan konversienergi sehingga sangat relevan dengan berbagai industri, seperti industri manufaktur, industri petrokimia, industri pertambangan, dan juga industri minyak dan gas. Dengan cakupan kompetensi yang sangat luas ini, tidak mungkin jika semua pengetahuan yang dibutuhkan dapat diperoleh melalui proses perkuliahan di kampus saja. Oleh karena itu, perlu adanya studi di lapangan yang diwujudkan melalui Kerja Praktik agar mahasiswa dapat menerapkan ilmu yang telah didapatkan di bangku perkuliahan dan kemudian mengembangkan, mengaplikasikan, serta mempraktekan ilmu tersebut dalam

dunia kerja. Kerja Praktik juga merupakan salah satu syarat kelulusan bagi mahasiswa dari Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Padang.

Atas pertimbangan tersebutlah saya memutuskan untuk melakukan Kerja Praktik di PT. KRAKATAU STEEL (PERSERO). PT. KRAKATAU STEEL (PERSERO) Tbk merupakan industri baja terpadu yang pertama berkembang dan berkualitas di Indonesia, bahkan merupakan salah satu BUMN dalam pengolahan baja terbesar di Indonesia.

PT. KRAKATAU STEEL (PERSERO) Tbk dalam proses produksinya secara global terbagi menjadi beberapa urutan proses yang dilakukan secara bertahap, yaitu:

1. Proses produksi besi sponges (iron melting)
2. Proses produksi baja (steel melting) yang dibagi menjadi dua bagian yaitu:
    - Produksi baja billet (billet steel)
    - Produksi baja slab (slab steel)
3. Proses pengerolan baja lembaran panas (hot strip mill)
4. Proses pengerolan baja lembaran dingin (cold rolling mill)
5. Proses pembuatan baja batang kawat (wire rod mill)

Pada pelaksanaan kerja praktek ini penulis di tempatkan di divisi pabrik proses pengerolan baja lembaran panas (Hot Strip Mill / HSM), khususnya di bagian *Maintenance Service Mechanic.* Pada bagian ini penulis sendiri ditugaskan untuk mendesign *Integral Valve* yang berfungsi sebagai pengontrol tekanan air pada *System Water Discaller*.

1.2 MAKSUD DAN TUJUAN KERJA PRAKTIK

1. Mengetahui secara umum profil perusahaan PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk. agar mahasiswa mendapatkan wawasan dan gambaran mengenai industri baja di Indonesia.
2. Mengetahui secara nyata dan langsung penerapan teknologi dan proses industri baja yang dipelajari di bangku perkuliahan Teknik Mesin dan membandingkannya dengan keadaan di lapangan.

3. Mendapatkan pengalaman kerja sesuai kompetensi bidang studi, mengenal dunia industri secara praktis, serta memperoleh gambaran mengenai dunia industri seutuhnya.
4. Pengaplikasian landasan ilmu yang telah diperoleh dalam perkuliahan ke dalam praktik di lapangan.
5. Mengenal dan mempelajari secara langsung berbagai permasalahan di dalam dunia kerja, baik teknis maupun non-teknis, dan menemukan penyelesaiannya berdasarkan ilmu yang telah diperoleh dalam perkuliahan.
6. Turut andil memberi masukan dalam penyelesaian persoalan-persoalan di lapangan.
7. Mengetahui pola kerja dan perilaku pekerja profesional di lapangan, dengan harapan dapat memiliki pengalaman dan belajar dari perusahaan tersebut..
8. Menjalankan kegiatan kegiatan lain sesuai kompetensi bidang studi yang ditawarkan PT Krakatau Steel (persero) Tbk.

1.3 BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah yang ditinjau dan diamati selama kerja praktik ini adalah:

1. Pengamatan hanya dilakukan di pabrik pengerolan baja lembaran panas (HSM).
2. Pembahasan masalah hanya mengenai perbandingan life time dynamic load rating bearing skf 23144 cc/w33 dan timke 23144 ym dengan load slap 20 ton pada working roller table

1.4 PELAKSANAAN KERJA PRAKTEK

Waktu : 1 Juli – 1 Agustus 2019

Tempat : Divisi Hot Strip Mill (HSM)
Pada dinas *Maintenance Service Mechanic*
PT. Krakatau Steel (Persero) Tbk.
Jln. Industri no. 5 PO Box 14 Cilegon 42435 – Indonesia
Telp. (62-254) 391993 / 371111, Fax (62-254) 371118

1.5 METODE PENELITIAN KERJA PRAKTEK

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam pelaksanaan kerja praktek di PT.Krakatau Steel (Persero) Tbk ini mencakup :

1. Studi lapangan (Observasi), dilakukan dengan penelusuran langsung ke lapangan divisi perawatan pabrik, dimana studi kasus yang diangkat akan dibahas.
2. Wawancara, dilakukan dengan pihak terkait dalam pemecahan masalah tersebut.
3. Studi pustaka, dilakukan dengan penelusuran ke perpustakaan diklat PT. Krakatau Steel, data-data teknis perusahaan dan pencarian metode perhitungan di buku panduan kuliah mahasiswa.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN LAPORAN KERJA PRAKTEK

Penulisan laporan dari kegiatan kerja praktek ini diuraikan dalam enam bab yaitu :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berkaitan dengan dasar dilakukannya penelitian. Pada bab ini diuraikan :

- Latar belakang masalah, yang menjelaskan mengapa masalah dan studi kasus yang diangkat dipandang menarik, penting, dan perlu diteliti untuk dicari permasalahannya
- Maksud dan tujuan kerja praktek yaitu menguraikan apa maksud dan tujuan kerja praktek, agar penulis dan PT. Krakatau Steel ,Tbk saling mendapatkan manfaat dari kerja praktek tersebut.
- Batasan masalah, selain poin – poin diatas dituliskan juga batasan dari masalah yang sedang diteliti sehingga penelitian menjadi terfokus.
- Waktu dan tempat pelaksanaan kerja praktek adalah waktu dan lokasi dimana penulis melaksanakan kerja praktek tersebut
- Metode penelitian kerja praktek, yaitu metode-metode yang digunakan selama pengumpulan data di tempat kerja praktek penulis.
- Sistematika penulisan laporan, berisi susunan bab-bab dalam pelaporan hasil pengamatan.

BAB II : TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN

Bab ini berisi tentang segala hal yang berkaitan dengan perusahaan tempat penulis melaksanakan kerja praktek. Informasi yang disampaikan meliputi sejarah perusahaan, visi dan misi, struktur organisasi, lokasi perusahaan ,tata letak perusahaan dan unit-unit produksi.

BAB III : DIVISI PERUSAHAAN

Bab ini menjelaskan tentang divisi perusahaan tempat penulis melakukan kerja praktek. Informasi yang disampaikan meliputi sejarah divisi perusahaan, struktur organisasi dan proses produksi.

BAB IV : DASAR TEORI

Bab ini berkaitan dengan segala teori yang mendukung dalam proses pemecahan masalah yang diangkat menjadi topic dari studi kasus tentang analisis perpindahan panas pada slab di furnace. Teori – teori ini nantinya akan digunakan baik untuk mendukung pengolahan data maupun analisis hasil pengolahan data

BAB V : TUGAS KHUSUS

Bab ini berkaitan dengan perhitungan – perhitungan serta hasil simulasi yang berkaitan dengan permasalahan yang dikaji dan pembahasannya

BAB VI : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil pengamatan yang telah dilakukan, saran dan perbaikan yang disampaikan oleh penulis sebagai peserta kerja praktek untuk perusahaan yang berkaitan dengan tujuan dilakukannya kerja praktek dan diharapkan hasilnya dapat membantu perusahaan ke depannya.

BAB II
TINJAUAN UMUM PERUSAHAAN

2.1 LATAR BELAKANG DAN SEJARAH PT. KRAKATAU STEEL

PT Krakatau Steel merupakan industri baja di Indonesia yang perkembangannya diawali dengan munculnya gagasan tentang perlunya industry baja di negara berkembang seperti Indonesia oleh Mentri Perindustrian & perkembangan Chaerul Saleh dan Dirjen Biro Perancang Negara Ir. H. Juanda. Pemabangunan pabrik baja cilegon merupakan salah satu realisasi dari persetujuan pokok kerja sama dengan lapangan ekonomi dan teknik antara pemerintah Indonesia dengan pemerintah Uni Sovyet yang ditanda tangani tanggal 15 September 1956. Pembentukan Team Proyek Besi Baja, dikepalai Drs. Soetjipto dibantu Ir.A. Sayoeti, Ir. Tan Boen Liam, dan RJK wiriasoeganda. Penelitian sumber bijih besi di Kalimantan dipimpin RJK Wiriasuganda, bekerja sama konsultan Jerman Barat WEDEXRO (West Deutche ingenieur Bureau) yang dipimpin DR. Walter Rohland.

Pada tahun 1959, pemerintah melalui menteri deperdatam memutukan Cilegon sebagai lokasi pabrik baja kapasitas produksi ingot baja 100.000 ton/tahun, menggunakan proses tanur siemens martin (open hearth furnace) dengan pertimbangan:

- Bahan baku 70% serap dan 30% pig iron lampung
- Air dari daerah Cidanay (Cinangka)
- Pelabuhan Merak

Tahun 1960 ditandatangani kontrak pembangunan pabrik baja cilegon antara Republik Indonesia dengan All union export-import corporation (Tjazpromex Pert) of Moscow dengan kontrak No. 080 tanggal 7 Juni 1960.

Peresmian pembangunan proyek Besi Baja Trikora Cilegon di area ± 616 Ha pada tanggal 20 Mei 1962, dan berdaarkan Ketetapan MPRS No. 2/1960 proyek diharuskan selesai sebelum tahun 1968. Penetapan status Proyek Besi Baja Trikon Cilegon menjadi Proyek Vital berdasarkan Keputusan Presiden RI No. 123 Tahun 1963 tanggal 25 Juni 1963. Proyek ini terhenti total pada tahun 1965 karena krisis politik (pembrontakan G30S/PKI), yang kemudian dengan drastit

merosotnya perekonomian Indonesia. Hal ini ikut mempengaruhi hubungan Indonesia - Uni Sovyet yang akhirnya setelah melalui pertimbangan yang cukup matang, pemerintah Indonesia menunda penyelesaian pembangunan Proyek Besi Baja Trikora untuk sementara waktu.

Pada awal tahun 1970 pemerintah Indonesia kembali mengadakan survey lapangan tentang kelanjutan pembangunan Proyek Besi Baja Trikora. Dari hasil survei tersebut disimpulkan bahwa pembangunan Proyek Besi Baja Trikora akan dilanjutkan tetapi Proyek Besi Baja Trikora berubah menjadi bentuk Perseroan Terbatas (PT) berdasarkan Instruksi Presiden Republik Indonesia nomor 17 tanggal 28 Desember 1967.

PT Krakatau Steel (PT KS) resmi berdiri berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 35 tanggal 31 Agustus 1970 tentang Penyertaan Modal negara Republik Indonesia untuk Pendirian Perusahaan Perseroan (persero) PT Krakatau Steel, dengan maksud dan tujuan untuk menyelenggarakan penyelesaikan pembangunan Proyek Baja Trikora serta mengembangkan industry baja dalam arti luas. Pendirian PT Krakatau Steel sidahkan dengan Akte Notaris Tan Thong Kie nomor 34 tanggal 23 Oktober 1971 di Jakarta, dan diperbaiki dengan naskah nomor 25 tanggal 29 Desember 1971.

Dalam akta ini juga disebutkan bahwa selain perseroan ini berhak menjalankan segala tinfakan yang menuju kea rah pelaksanaan dan kemajuan, perseroan ini juga berhak pula mendirikan dan ikut serta dalam perseroan-perseroan atau badan hokum lain terutama yang bertujuan sama atau hamper sama dengan perushaan ini, baik yang bekerjasama di dalam maupun luar negri.

Pembangunan PT Krakatau Steel tahap I dengan kapasitas produksi 0,5 juta ton/tahun berdasarkan keprres nomor 30 tanggal 27 Agustus 1975. Tanggal 27 Juli 1977 Presiden Soeharto meresmikan Pabrik Besi Beton, Pabrik Besi Profil, dan Pelabuhan Khusus Cigading PT Krakatau Steel, disusul kemudian Peresmian Pabrik Besi Spons model Hylsa (50%), pabrik Billet Baja, Wire Rod, PLTU 400 MW, dan pusat penjernihan Air (kapasitas 2000 litter/detik) serta KHI Pipe oleh Presiden Soeharto tanggal 9 Oktoberb 1979. Tanggal 24 Febuari 1983 Presiden meresmikan Pabrik Slab Baja, Hot Strip Mill, dan Pabrik Besi Spons unit 2 PT Krakatau Steel.

Mengingat pentingnya peanan PT Krakatau Steel makan bersama 9 BUMN strategis lain (PT Boma Bisma Indra, PT Dahana, PT INKA, PT INTI, PT IPTN, PT LEN, PT Barata Indonesia, PT Pindad, dan PT PAL) dikelompokkan dalam BPIS (Badan pengelola Industri Strategis) berdasarkan Keppres RI nomor 44 tanggal 28 Agustus 1989.

Penggabungan usaha (merger) PT Cold Rolling Mill Indonesia Utama (PT CRMIU) dan PT Krakatau Baja Permata (PT KBP) menjadi unit operasi PT Krakatau Steel, tanggal 1 Oktober 1991 [CRM didirikan 19 Febuari 1983, dan diresmikan 1987]. Dalam upaya peningkatan kualitas dan efisiensi produksi maka dilakukan penggabungan usaha (merger) PT Cold Rolling Mill Indonesia Utama (PT CRMIU) dan PT Krakatau Baja Permata (PT KBP) menjadi unit operasi PT Krakatau Steel, tanggal 1 Oktober 1991.

Pada tahun 1996 PT Krakatau Steel memisahkan unit-unit otonom (unit penunjang) menjadi anak-anak perusahaan:

- PLTU 400 MW menjadi PT Krakatau Daya Listrik.
- Penjernihan Air Krenceng menjadi PT Krakatau Tirta Industri.
- Pelabuhan Khusus Cigading menjadi PT Krakatau Bandar Samudra.
- Rumah Sakit Krakatau Steel menjadi PT Krakatau Medika.

Berdasarkan PP No, 35/1998. Tanggal 10 Agustus 1998 PT Krakatau Steel menjadi anak perusahaan PT Pakarya Industri (Persero). Pada tahun 1999 PT Pakarya Industri (Persero) berubah nama menjadi PT Bahana Pakarya Industri Strategis (BPIS) total asset Rp 16 Triliun. Pemerintah melalui Forum RUPS Luar Biasa pada tanggal 28 Maret 2002 telah membubarkan PT BPIS. Pengalihan asset BUMNIS ke pemerintah (Kantor Menneg BUMN sebagau pemegang kuasa Menteri Keuangan).

2.2 VISI DAN MISI PT. KRAKATAU STEEL

VISI:

Tahun 2008 : Penyedia baja dunia dengan biaya kompetitif.

Tahun 2013 : Pemain baja terpadu dunia yang dominan.

Tahun 2020 : Pemain baja dunia terkemuka.

MISI:

"*Kami adalah keluarga masyarakat dunia yang berbudaya, mempunyai komitmen untuk menyediakan baja dan produk terkait dengan pendekatan menyeluruh yang menghasilkan solusi industry dan infrastruktur untuk kesejahteraan masyarakat"*

Dalam hal kepuasan pelanggan PT Krakatau Steel menerapkan system kendali mutu yang ketat dan selalu berusaha meningkatkan kualitas produknya serta ketepatan dalam pengiriman barang kepada pelanggan. Terbukti dengan system menejemen mutu produk PT Krakatau Steel telah diakui secara nasional maupun internasional. Hal ini dibuktikan dengan diperolehnya berbagai sertifikasi mutu produk seperti ISO 9002, JIS dan standar SII. Disamping itu mendapat pengakuan secara nasional maupun internasional yaitu dengan diperolehnya standar ISO 14001 mengenai standar manajemen mutu lingkungan.

2.3 STRUKTUR ORGANISASI PT. KRAKATAU STEEL

Struktur organisasi PT. Krakatau Steel ini berdasarkan fungsional berbentuk garis dan staf secara terbatas.

Dalam struktur organisasi PT. Krakatau Steel, jabatan direktur utama tidak termasuk dalam struktur kepegawaian karena diangkat langsung oleh menteri perindustrian. Dalam pelaksanaanya direktur utama dibantu oleh lima direktorat, yaitu:

1. Direktorat Produksi dan Teknologi

   Bertugas merencanakan, melaksanakan, mengembangkan dan mengevaluasi usaha, pengolahan data, pengadaan prasarana penunjang kawasan industri dan masalah konstruksi. Selain itu bertugas menangani masalah-masalah yang berkaitan dengan teknologi yang bersifat jangka panjang.
2. Direktorat Logistik

   Bertugas merencanakan, melaksanakan pengadaan logistik untuk kebutuhan produksi perusahaan
3. Direktorat Sumber Daya Manusia &Pengembangan Usaha

   Bertugas merencanakan, melaksanakan dan mengembangkan kebijaksanaan di bidang personalia, kesehatan, kesejahteraan, pendidikan

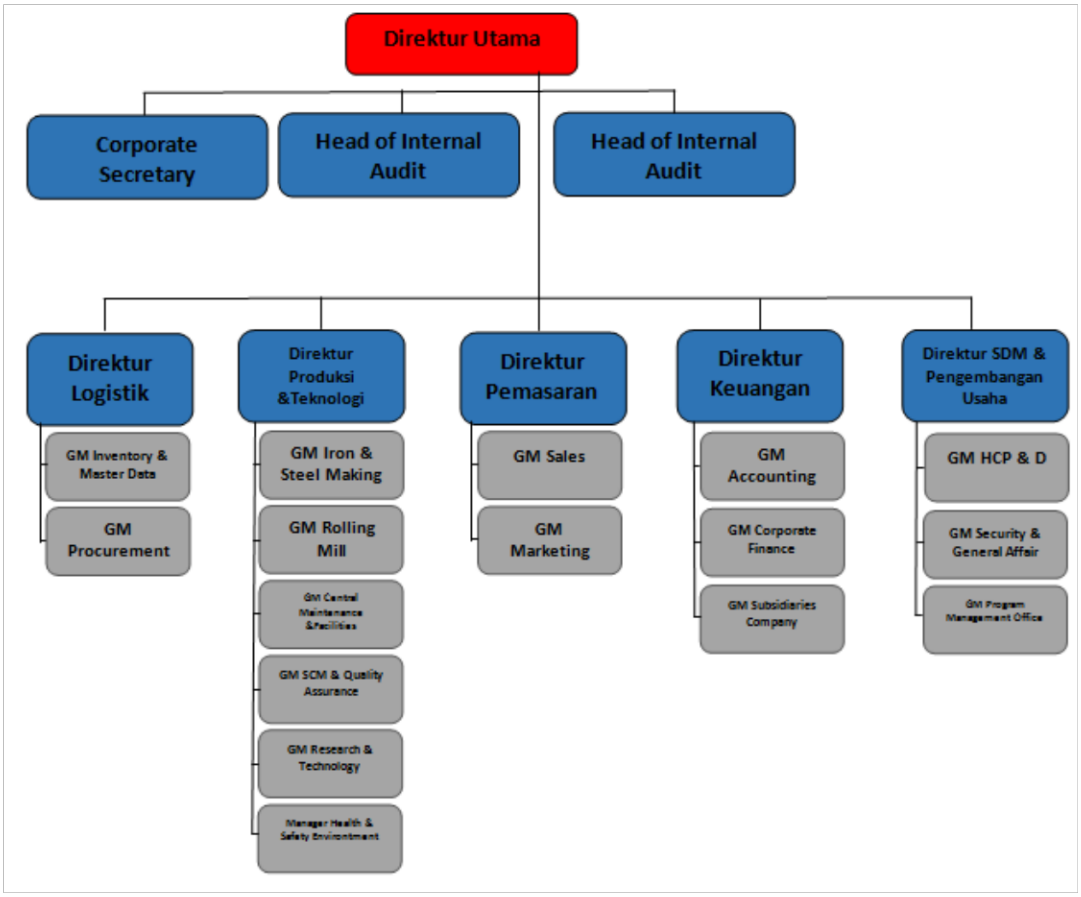
dan pelatihan kerja serta merencanakan organisasi, hubungan masyarakat dan administrasi pengelolaan kawasan serta keselamatan kerja.

4. Direktor Keuangan

   Bertugas merencankan, melaksanakan dan mengembangkan kebijaksanaan di bidang keuangan.

5. Direktorat Pemasaran

   Bertugas Merencanakan dan mengembangkan kebujaksanaan di bidang pemasaran produk.



Gambar 2.1 Struktur Organisasi PT. Krakatau Steel

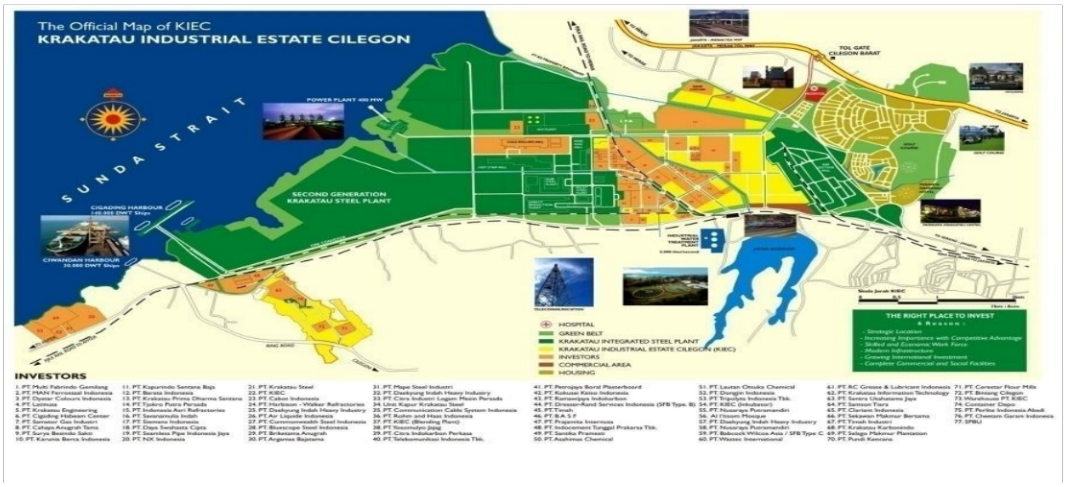
2.4 TATA LETAK DAN LINGKUNGAN PERUSAHAAN

PT. Krakatau Steel terletak sekitar 110 Kilometer dari Jakarta dengan luas keseluruhannya adalah 350Ha. PT. Krakatau Steel ini terletak di kawasan industry Krakatau, tepatnya di jln. Industri No.5 PO BOX 14 Cilegon 42435. Sedangkan kantor pusat PT. Krakatau Steel terletak di Wisma Baja, Jln. Gatot Subroto Kav 54 Jakarta.

Gambar 2.2 Peta Letak PT. Krakatau Steel

Faktor-faktor yang menjadi dasar pertimbangan dalam pemilihan lokasi strategis untuk pabrik adalah:

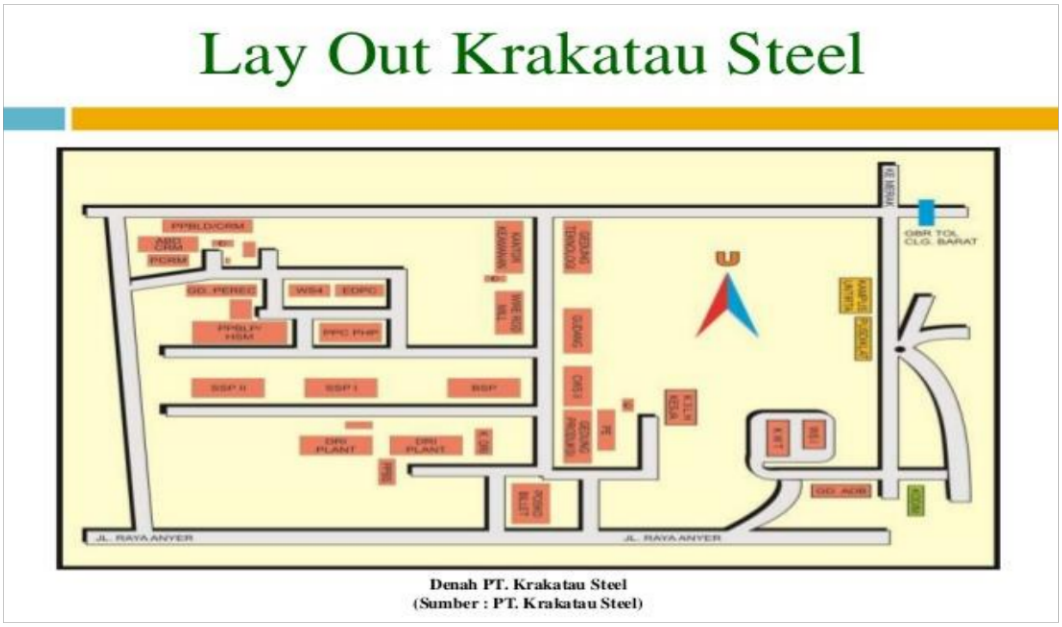
- Dekat dengan laut, sehingga dapat memudahkan pengangkutan bahan baku dan produk menggunakan kapal
- Dekar dengan daerah Ibukota untuk pemasaran.
- Tanah yang tersedia untuk pabrik cukup luas.
- Sumber air yang sesuai dengan kebutuhan.
- Adanya Jaringan rel kereta api dan jalan raya yang memadai untuk pengangkutan.



Gambar 2.3 Peta Tata Letak Lingkungan Krakatau Steel

Adanya tata letak pabrik yang diinginkan dan diatur seperti itu mempunyai beberapa tujuan, diantaranya sebagai berikut:

1. Memudahkan jalur transportasi dalam pabrik untuk menunjang proses produksi dan pengangkutan bahan baku serta produk.
2. Memudahkan Pengendalian proses produksi karena adanya pengelompokkan peralatan dan bangunan selektif berdasarkan proses masing-masing.
3. Adanya bengkel dalam kawasan pabrik sehingga memudahkan perbaikan perawatan dan pembersihan alat.
4. Jalan yang cukup sehingga memudahkan pekerja bergerak dan menjamin keselamatan kerja karyawan.



Gambar 2.4 Peta Komplek Krakatau Steel

2.5 SISTEM KERJA DAN KEPEGAWAIAN

Pada PT.Krakatau Steel terdapat system kerja dan status kepegawaian/ karyawan yang sudah disusun dan direncakan untuk memenuhi seluruh kegiatan proses produksi agar berjalan secara maksimal.

2.5.1 STATUS KEPEGAWAIAN

Dalam organisasi perusahaan PT. Krakatau Steel, dikenal dua status karyawan, yaitu:

1. Karyawan Organik, yaitu karyawan yang diangkat sebagai karyawan tetap oleh PT. Krakatau Steel.

2. Karyawan Non-Organik, yaitu karyawan yang diangkat sebagi karyawan dalam jangka waktu tertentu, yang juga disebut sebagai karyawan kontrak.

2.5.2 SISTEM KERJA

Dalam upaya untuk memenuhi target yang telah ditentukan, maka pabrik harus beroperasi secara maksimal. Utnuk itu PT. Krakatau Steel menyusun program kerja bagi karyawan sebagai berikut:

a. *Karyawan Non-Shift*

Waktu kerja per hari di PT. Krakatau Steel ialah 8 jam per hari atau 40 jam per minggu, dengan waktu istirahat selama 60 menit.

1. Hari senin s.d. jumat, masuk jam 07.45 samapai 16.45, dengan waktu istirahat jam 11.45

b. Karyawan Shift

Untuk karyawan shift waktu kerja diatur secara bergilir selama 24 jam, dengan pembagian waktu kerja 3 shift. Masing-masing shift bekerja selama 8 jam dengan system kerja dilakukan oleh group shift, dimana ada 3 group shift bekerja selama 24 jam, dan 1 groupshift libur. Untuk pembagian system ini adalah sebagai berikut:

1. Shift I bekerja pukul 22.00 s.d. 06.00
2. Shift II bekerja pukul 06.00 s.d. 14.00
3. Shift III bekerja pukul 14.00 s.d. 22.00

2.6 UNIT PRODUKSI DAN UNIT PENUNJANG PT. KRAKATAU STEEL

PT. Krakatau Steel memiliki enam unit fasilitas produksi yang membuat perusahaan ini menjadi satu satunya industry baja terpadu di Indonesia. Keenam buah pabrik tersebut menghasilkan berbagai jenis produk baja dari bahan mentah. Proses produksi baja di PT. Krakatau Steel dimulai dari Pabrik Besi Spons. Pabrik ini mengolah bijih besi pellet menjadi besi dengan menggunakan air dan gas alam.

Besi yang dihasilkan kemudian diproses lebih lanjut pada *Electric Arc Furnace* (EAF) di Pabrik Slab Baja dan Pabrik Billet Baja. Di dalam EAF besi dicampur dengan *scrap, hot bricket iron*dan material tambahan lainnya untuk menghasilkan dua jenis baja yang disebut baja slab dan baja billet.

Baja slab selanjutnya menjalani proses pemanasan ulang dan pengerolan di Pabrik Baja Lembaran Panas (Hot Strip Mill) menjadi produk akhir yang dikenal

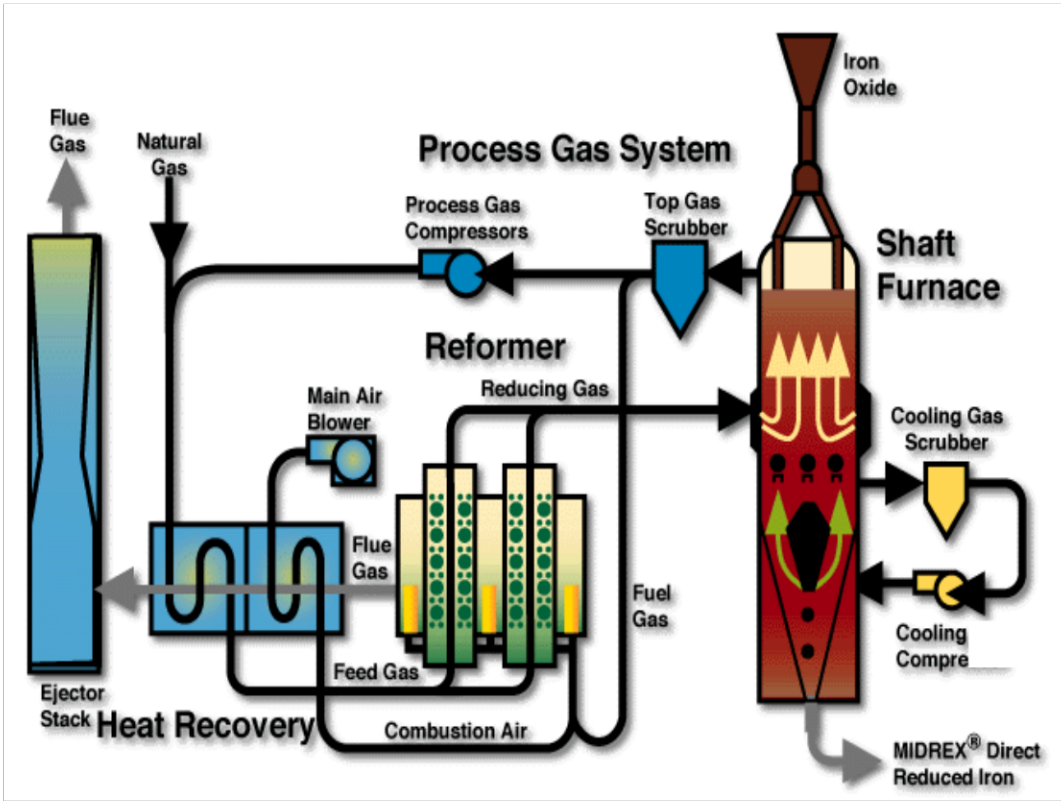
dengan nama baja lembaran panas. Produk ini banyak digunakan untuk aplikasi konstruksi kapal, pipa, bangunan, konstruksi umum, dan lain – lain. Baja lembaran panas dapat diolah lebih lanjut melalui proses pengerolan ulang dengan proses kimiawi di Pabrik Baja Lembaran Dingin (Cold Rolling Mill) menjadi produk akhir yang disebut baja lembaran dingin. Produk ini umumnya digunakan untuk aplikasi bagian dalam dan luar kendaraan bermotor, kaleng, peralatan rumah tangga, dan sebagainya.

Sementara itu, baja billet mengalami proses pengerolan di Pabrik Batang Kawat (Wire Rod Mill) untuk menghasilkan batang kawat baja yang banyak digunakan untuk aplikasi senar piano, mur dan baut, kawat baja, pegas, dan lain – lain.

Gambar 2.5 Bagan alir Proses Produksi PT. Krakatau Steel

2.6.1 PABRIK BESI SPONS (Direct Reduction Plant)

Pabrik Besi Spons *(Direct Reduction Plant)* menerapkan teknologi berbasis gas alam dengan proses reduksi langsung menggunakan teknologi HYL dari Meksiko. Pabrik ini menghasilkan besi spons (Fe) dari bahan mentahnya berupa pellet bijih besi (Fe_2O_3 dan Fe_3O_4), dengan menggunakan gas alam (CH_4) dan air (H_2O).



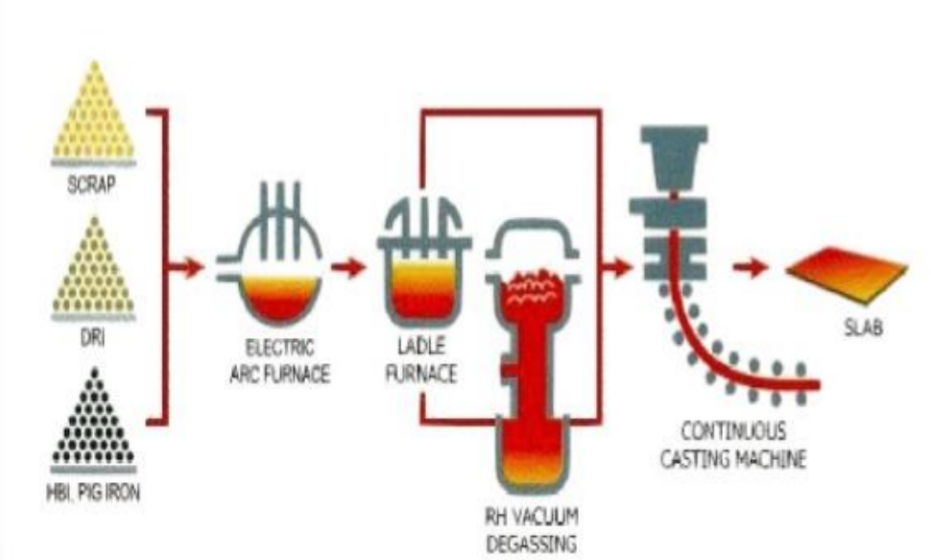
Gambar 2.6 Skema proses produksi Pabrik Besi Spons PT. Kakatau Steel

Pabrik ini memiliki dua buah unit produksi dan menghasilkan 2.3 juta ton besi spons per tahun. Unit produksi yang pertama yaitu HYL I mulai beroperasi tahun 1979. Unit ini beroperasi dengan menggunakan 4 modul *batch process* dimana setiap modulnya mempunyai dua buah reaktor. Unit ini memiliki kapasitas produksi sebesar 1.000.000 ton besi spons per tahun. Unit produksi yang kedua yaitu HYL III memulai operasinya pada tahun 1994 dengan menggunakan 2 *shafts continuous process*. Unit ini memiliki kapasitas produksi sebesar 1.300.000 ton besi spons per tahun.

Besi spons yang dihasilkan oleh pabrik ini memiliki keunggulan disbanding sumber lain terutama disebabkan karena rendahnya kandungan residual. Sementara itu tingginya kandungan karbon menyebabkan proses di dalam *Electric Arc Furnace* (EAF) menjadi lebih efisien dan proses pembuatan baja menjadi lebih akurat. Lebih lanjut hal tersebut menjamin konsistensi kualitas baja yang dihasilkan. Pabrik Besi Spons *(Direct Reduction Plant)* memiliki kapasitas produksi sebesar 2.300.000 ton besi spons per tahun, untuk HYL I sebesar 1.000.000 ton dan HYL III sebesar 1.300.000 ton.

2.6.2 PABRIK BAJA SLAB (Slab Steel Plant)

Pabrik Slab Baja *(Slab Steel Plant)* terdiri dari dua buah pabrik. Yang pertama adalah SSP – 1 yang menerapkan teknologi MAN GHH dari Jerman dan memiliki kapasitas produksi sebesar 1.000.000 ton per tahun, sedangkan yang kedua adalah SSP – 2 yang dilengkapi dengan teknologi Voest Alpine dari Austria dan memiliki kapasitas produksi sebesar 800.000 ton per tahun.



Gambar 2.7 Skema proses produksi Pabrik Baja Slab PT. Krakatau Steel

Fasilitas unit produksi yang dimiliki oleh kedua pabrik tersebut antara lain:

a. *Electric Arc Furnace*

   Electric Arc Furnace menghasilkan baja cair dari bahan baku berupa besi spons *(sponge iron), iron scrap* dan kapur *(lime)* untuk mengontrol kandungan fosfor dan sulfur.

b. *Ladle furnace*

   Aktivitas utama di dalam *ladle furnace* adalah menurunkan kandungan oksigen dalam baja dengan menggunakan aluminium, homogenisasi temperatur dan komposisi kimia dengan *bubbling* Argon, dan menambahkan *Alloy* untuk mendapatkan spesifikasi yang diinginkan.

c. *RH – Vacuum Degassing*

   RH – Degasser diperlukan untuk memenuhi permintaan produk baja *high – grade* dari konsumen.

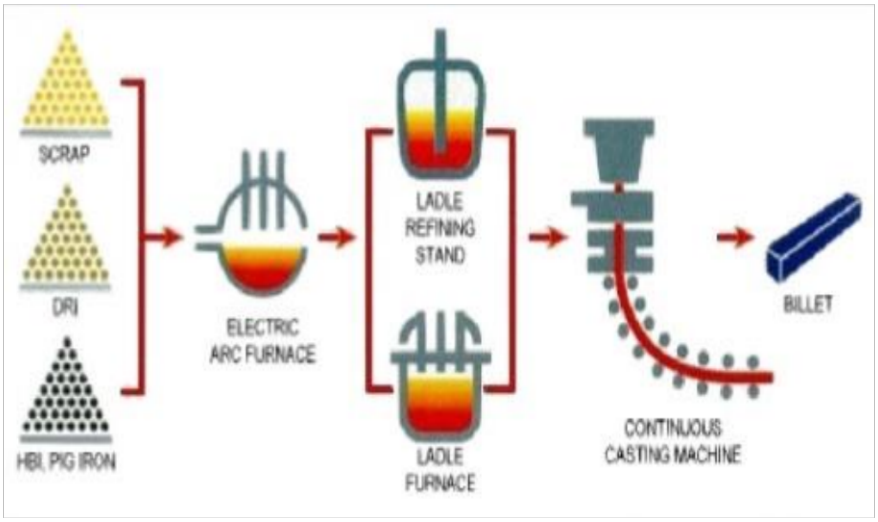
d. *Continous Casting Machine*

Baja slab diperoleh dari proses pencetakan yang berkelanjutan *(Continous Casting)* dimana perlindungan menggunakan gas argon diperlukan antara *ladle* dan *tundish*. Ukuran slab yang dihasilkan mempunyai ketebalan 200 mm, lebar 800 – 2080 mm dan panjang maksimum 12.000 mm.

Pabrik Slab Baja *(Slab Steel Plant)* memiliki kapasitas produksi sebesar 1.800.000 ton per tahun dengan rincian SSP I sebesar 1.000.000 ton dan SSP II sebesar 800.000 ton.

2.6.3 PABRIK BAJA BILLET (Billet Steel Plant)

Pabrik Billet Baja *(Billet Steel Plant)* mulai beroperasi pada tahun 1979. Pabrik ini menerapkan teknologi MAN GHH dari Jerman dan memiliki kapasitas produksi sebesar 500.000 ton per tahun.



Gambar 2.8 Skema proses produksi Pabrik Baja Billet PT. Krakatau Steel

Fasilitas produksi yang dimiliki pabrik ini antara lain :

A. *Electric Arc Furnace*

Electric Arc Furnace menghasilkan baja cair dari bahan baku berupa besi spons *(Sponge Iron), iron scrap* dan kapur untuk mengontrol kandungan fosfor dan sulfur.

B. Ladle Furnace

Aktivitas utama di dalam *ladle furnace* adalah menurunkan kandungan oksigen dalam baja dengan menggunakan aluminium,

homogenisasi temperatur dan komposisi kimia dengan *bubbling* Argon, dan menambahkan *Alloy* untuk mendapatkan spesifikasi yang diinginkan.

C. *Continous Casting Machine*

Baja slab diperoleh dari proses pencetakan yang berkelanjutan *(Continous Casting)* dimana perlindungan menggunakan gas argon diperlukan antara *ladle* dan *tundish*. Ukuran billet yang dihasilkan adalah 110 x 110mm, 120 x 120mm, 130x130mm dan panjang maksimum 12.000 mm.

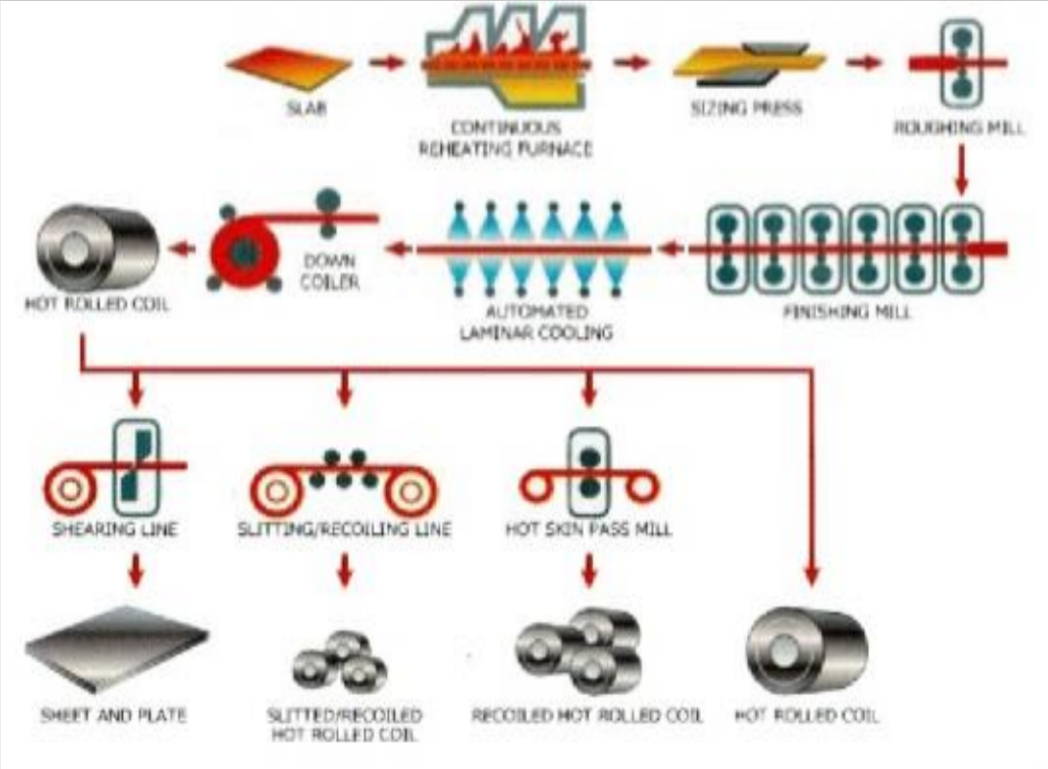
Gambar 2.9 Baja Billet

2.6.4 PABRIK BAJA LEMBARAN PANAS (Hot Strip Mill)

Pabrik Baja Lembaran Panas mulai beroperasi pada tahun 1983 menggunakan teknologi SMS dari Jerman. Pabrik Baja Lembaran Panas merupakan pabrik yang menghasilkan baja lembaran tipis sampai suhu kurang lebih 1250 ^{o}C, yang merupakan pemrosesan lanjutan dari baja lembaran yang dihasilkan oleh pabrik slab baja. Pabrik Baja lembaran panas *(Hot Strip Mill)* memiliki kapasitas produksi sebesar 2.000.000 ton per tahun. Hasil produksi dalam bentuk gulungan atau *coil*. Adapun dimensi yang diproses dengan ukuran lebar 600 – 2080 mm dan tebal 1.8 – 25 mm. Konfigurasi fasilitas produksi pada pabrik ini terdiri dari :

- *Reheating Furnace*
- *Sizing Press*

- *Roughing Mill*
- *Finishing Mill*
- *Laminar Cooling*
- *Down Coiler*
- *Shearing Line*
- *Hot Skin Pass Mill*



Gambar 2.10 Skema proses produksi Pabrik Baja Lembaran Panas PT. Krakatau Steel

Gambar 2.11 Hot Rolled Coil

2.6.5 PABRIK BAJA LEMBARAN DINGIN *(Cold Rolling Mill)*

Pabrik Baja Lembaran Dingin *(Cold Rolling Mill)* bergabung menjadi unit produksi PT. Krakatau Steel pada tahun 1991 dan dilengkapi dengan teknologi CLECIM dari Prancis. Pabrik Baja Lembaran Dingin merupakan pabrik yang menghasilkan baja lembaran tipis dengan proses Tarik dan tekan yang merupakan pemrosesan lanjutan dari lembaran baja yang dihasilkan oleh pabrik pengerolan baja lembaran panas. Kapasitas dari pabrik CRM yaitu 650 ribu ton/ tahun.

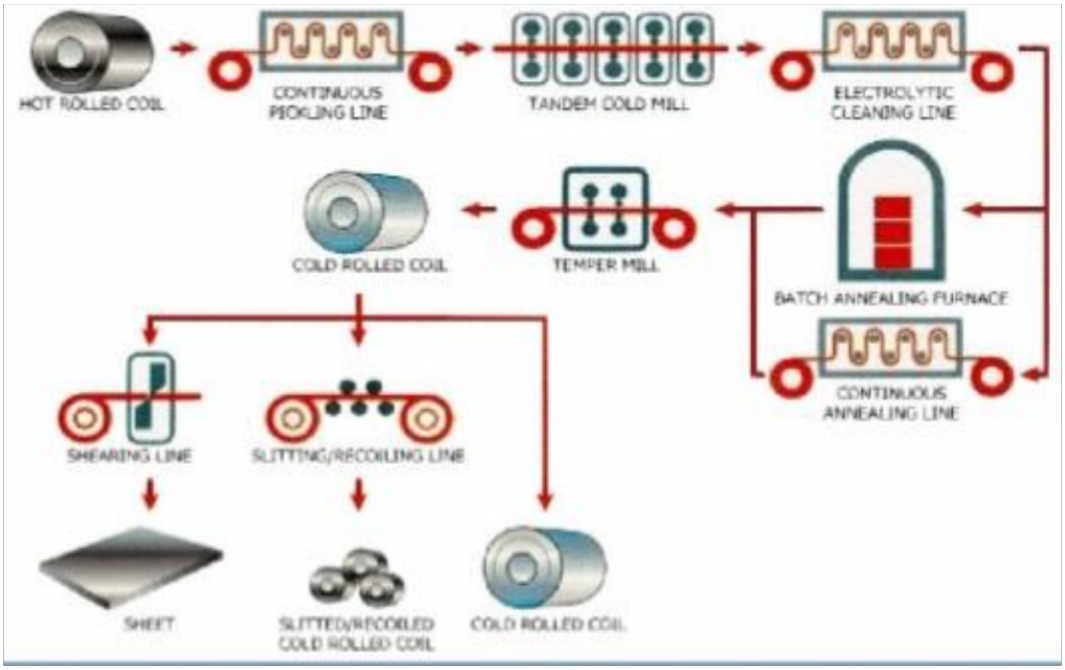
Ukuran *Coil* yang dihasilkan yaitu:

Lebar : 600 – 1300 mm

Tebal ; 0,18 – 3 mm

Pabrik Baja Lembaran Dingin terdiri dari fasilitas produksi *(Line)* sebagai berikut :

- *Continous Pickling Line*
- *Tandem Cold Mill*
- *Electrolyte Cleaning Line*
- *Batch Annealing Furnace*
- *Continous Annealing Line*
- *Temper Mill*
- *Finishing Line*



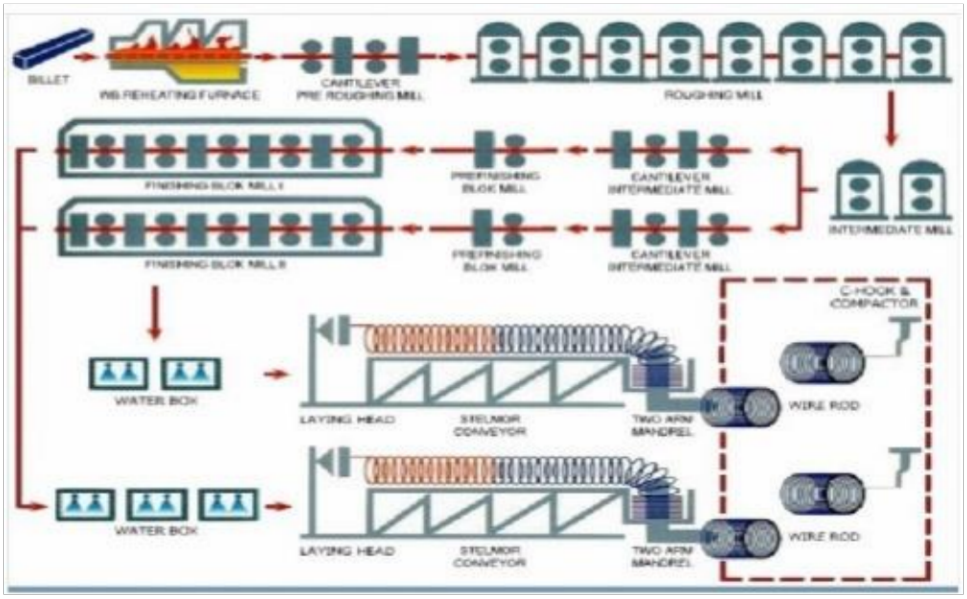
Gambar 2.12 Proses produksi pabrik pengolahan baja lembaran dingin

Gambar 2.13 Cold Rolled Coil

2.6.6 PABRIK BAJA BATANG KAWAT (Wire Rod Mill)

Pabrik Baja Batang Kawat mulai beroperasi pada tahun 1979 dengan menggunakan teknologi 2 Lines Stelmor World Chaster dan teknologi No Twist Danielly. Pada tahun 1992 dan 1995 telah dilakukan modernisasi pabrik dan pada tahun 1999 mulai dikerjakan proyek penambahan strand menjadi 2 strand produksi serta penggantian/modifikasi fasilitas produksi. Saat ini fasilitas produksi yang dimiliki oleh pabrik baja batang kawat adalah:

- *Reheating Furnace*
- *Pre – roughing Mill*
- *Roughing Mill*
- *Finishing Mill*
- *Cooling Zone*
- *Down Coiler*



Gambar 2.14 Skema Proses produksi Pabrik Baja Batang Kawat PT. Krakatau Steel

Pabrik Baja Batang Kawat memproduksi 400 ribu ton/tahun batang kawat baja dengan variasi produk batang kawat dengan karbon rendah dan batang kawat untuk elektroda las. Selain itu juga ada batang kawat untuk *cold heading* dengan diameter 5,5 mm, 8mm, 10mm, dan 12 mm.

Gambar 2.15 Produk baja batang kawat

2.6.7 UNIT PENUNJANG PT KRAKATAU STEEL

Saat ini PT. Krakatau Steel juga memiliki 10 anak perusahaan sebagai penunjang unit produksi yang tersebar di kawasan industry Cilegon, yaitu :

- PT. KHI Pipe Industry

  Pabrik ini berdiri pada tahun 1972, merupakan satu – satunya industry pipa spiral di Indonesia yang memiliki standar yang diakui Internasional dengan kapasitas produksi 155 ribu ton per tahun.

- PT. Pelat Timah Nusantara (Latinusa)

  Pabrik ini berdiri pada tahun 1983, merupakan satu – satunya produsen baja lapis timah di Indonesia dengan kapasitas produksi 150 ribu ton per tahun.

- PT. Krakatau Wajatama

  Pabrik ini berdiri pada tahun 1992, merupakan produsen besi beton, besi profil, dan kawat baja dengan kapasitas produksi masing – masing 150 ribu, 150 ribu, dan 20 ribu ton per tahun. Produknya seperti INP, IWF, H-beam, U – Channel, L – Angles, baja tulangan (*deformed* dan *plain bars*), serta kawat baja. Perusahaan ini memiliki tiga fasilitas produksi terbaik yang menerapkan pedoman kualitas untuk menjamin bahwa PT. Krakatau Wajatama hanya memproduksi yang terbaik untuk kepuasan pelanggan.

- PT. Krakatau Engineering

  Pabrik ini berdiri pada tahun 1988, bergerak di bidang jasa *engineering* dengan total asset pada tahun 2003 senilai Rp 71,5 Milyar. Meliputi Gedung seluas 3.330 m^2 di kota Cilegon, yang digunakan sebagai gedung operasional. Sedangkan kantor pusatnya ada di lantai 7 Gedung Wisma Baja, Jalan Jend. Gatot Subroto Kavling 54 Jakarta. PT. Krakatau Engineering melayani dan mengerjakan pekerjaan dari pemerintah maupun swasta berupa EPC Contractor (*Engineering, Procurement, Construction)* dan konsultan (Studi Manajemen Proyek dan Perawatan Industri) yang didukung oleh 468 orang tenaga professional yang telah berpengalaman.

- PT. Krakatau Industrial Estate Cilegon

  Pabrik ini berdiri pada tahun 1992, bergerak di bidang property industry dan komersial dengan total asset pada tahun 2003 senilai Rp. 267,6 Milyar. PT. KIEC ini mempunyai misi menjadi pusat likasi industry hulu dan hilir industry baja, kimia, dan petrokimia. Berlokasi 100 Km dari Jakarta, telah mengikuti urutan logis pengembangan dan pembangunan, khususnya sehubungan dengan daya tariknya dari segi lokasi yang strategis dan fasilitas infrastruktur yang tersedia.

- PT. Krakatau Information Technology

  Pabrik ini berdiri pada tahun 1993, menyediakan jasa konsultasi, perencanaan, instalasi, pengembangan, implementasi dan penyedia jasa pendukung termasuk komunikasi dan *procurement* perangkat lunak system informasi dengan total asset pada tahun 2003 senilai Rp. 31,4 Milyar. PT. KIT ini mempunyai prinsip mengutamakan kualitas penyelesaian masalah pelanggan. Prinsip ini ditancapkan pada mottonya : “Solution for Better Performance”. Dengan prinsip ini Krakatau IT lebih mengedepankan solusi bisnis untuk mencapai peningkatan kinerja perusahaan pelanggan, dibandingkan dengan pilihan beragam perangkat keras dan lunak yang beredar di pasaran. Pilihan arah ini menjamin penyelesaian tidak tergantung pada produk dan merk tertentu.

- PT. Krakatau Daya Listrik

  Pabrik ini berdiri pada tahun 1996, merupakan perusahaan pembangkit tenaga listrik dengan kapasitas produksi 400 MW per tahun. Fasilitas utama yang saat ini dimiliki PT. KDL adalah pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) dengan kapasitas terpasang sebesar 400 MW yang terdiri dari 5 unit dengan kapasitas masing – masing 80 MW beserta jaringan transmisi (150 KV) dan distribusi (30 kV, 20 kV, 6 kV, 400kV) di lingkungan *Krakatau Industrial Estate Cilegon.* Untuk menjaga kehandalan *supply* listrik, PT. KDL juga diinterkoneksi dengan jaringan listrik tegangan tinggi dari PLN melalui tegangan 150 kV.

- PT. Krakatau Tirta Industri

  Pabrik ini berdiri pada tahun 1996, bergerak dibidang pengolahan dan distribus air bersih bagi industry maupun perumahan dengan kapasitas produksi sebesar 33 Juta m^3. Sebagian besar air bersih yang dihasilkan digunakan untuk kebutuhan industry dan sebagian lagi untuk kebutuhan kota Cilegon. Air baku yang diambil dari sungai Cidanau berasal dari danau alam "Rawa Dano" dan diolah menjadi air bersih melalui *Water Treatment Plant* yang terdiri dari beberapa tahapan proses, antara lain flokulasi, sedimentasi, filtrasi, yang diikuti disinfeksi. Kaasitas terpasang unit pengolahan air adalah 2 m^3 per detik, dengan utilisasi saat ini 60% dari kapasitas terpasang.

- PT. Krakatau Bandar Samudra

  Pabrik ini berdiri pada tahun 1996, merupakan operator dan penyedia jasa pelabuhan dengan total asset pada tahun 2003 senilai Rp 118 Milyar.

- PT. Krakatau Medika

  Pabrik ini berdiri pada tahun 1996, merupakan pemberi jasa pelayanan kesehatan dan operator rumah sakit dengan total asset pada tahun 2003 senilai Rp. 48 Milyar. Proses berdirinya merupakan bagian dari program restrukturisasi PT. Krakatau Steel yang memisahkan unit – unit penunjangnya menjadi badan usaha mandiri. PT. Krakatau Medika sebelumnya bernama Unit Rumah Sakit Krakatau Steel yang merupakan bagian dari organisasi PT. Krakatau Steel. Kegiatan usaha PT.Krakatau Medika saat ini mengelola rumah sakit yang berlokasi di Kawasan Industri Cilegon dan berdekatan dengan kawasan wisata serta berada di jalur utama transportasi darat yang menghubungkan pulau Jawa dan Sumatra. Melalui Keputusan Mentri Kesehatan RI Nomor : YM.02.04.2.2.488 tanggal 2 Juli 2003, RSKS berubah nama menjadi RSKM. Kapasitas rumah sakit satt ini 144 tempat tidur dengan luas bangunan seluas 12.500 m^2

BAB III
PROFIL PABRIK HOT STRIP MILL (HSM)

3.1 SEJARAH PABRIK

Pabrik *Hot Strip Mill* (HSM) merupakan salah satu unit produksi PT Krakatau Steel (Persero) Tbk. dalam usaha perluasan produk pabrik baja terbesar di Indonesia tersebut. Pabrik ini dibangun pada tanggal 15 September 1979, kemudian diperluas pada tahun 1982 serta diresmikan pada tanggal 24 Februari 1983 oleh Presiden Soeharto yang sekaligus mulai dioperasikan dengan kapasitas produksi satu juta ton per tahun.

Pabrik HSM merupakan unit produksi paling baru dan modern karena sebagian besar pengontrolannya telah menggunakan sistem komputerisasi yaitu dengan *programmable logic controller*. Memiliki produk baja lembaran panas yang berbentuk *coil*, *sheet* dan *plate* dengan ketebalan 1,8 hingga 25 mm, diperoleh dari proses pengerolan slab baja dengan pemanasan terlebih dahulu. Slab baja ini dihasilkan oleh Pabrik Slab Baja (*Slab Steel Plant*) dan masih ditambah beberapa lagi dengan mengimpor dari luar negeri sebanyak 30-50%.

Pada tahun 1984, HSM telah berhasil memproduksi baja yang digunakan untuk membuat pipa Grade API L x 25 yang digunakan untuk pipa minyak bawah air yang kemudian mendapat sertifikat ISO 9002, ISO 14000 untuk lingkungan dan *Lloyd certificate* untuk pengakuan internasional terhadap kualitas produksi plat untuk kapal. Pada tahun itu juga HSM telah mampu melebihi *design capacity per shift*.

3.2 STRUKTUR ORGANISASI DIVISI HSM

Untuk memperlancar proses produksi, Pabrik HSM dibagi lagi menjadi dua divisi dimana masing-masing divisi mempunyai tanggung jawab kepada sub direktorat produksi dan perawatan. Kedua divisi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Divisi Perawatan PPBLP dan BK (PP III)

   Divisi ini bertugas untuk menangani masalah perawatan mesin dan instalasi yang dimiliki HSM. Pada divisi ini teradpat beberapa dinas sebagai berikut:

   a. Dinas Perencanaan dan Pengendalian Perawatan
   b. Dinas Perawatan Mekanik

c. Dinas Perawatan Listrik
d. Dinas Perawatan Komputer Proses dan Instrumen
e. Dinas *Utility* dan *Shearing Line*.

2. Divisi Operasi dan Produksi

   Divisi ini bertugas untuk menangani proses produksi dan fasilitas utama dari pabrik HSM. Pada divisi ini terdapat beberapa dinas sebagai berikut:

   a. Dinas Operasi Pengerolan Baja Lembaran Panas
   b. Dinas Operasi Penanganan Akhir Material
   c. Dinas Strategi Pengerolan
   d. Dinas Fasilitas Utama Pabrik Baja Lembaran Panas

3.3 BAHAN BAKU

Bahan baku utama yang digunakan oleh Pabrik HSM adalah *slab steel* yang diimpor ataupun diproduksi oleh Divisi *Slab Steel Plant* (SSP). Adapun spesifikasi dari ukuran *slab* tersebut adalah sebagai berikut:

1. Ketebalan : 200 mm (*continuous casting slab*)
2. Lebar : 940 – 2040 mm
3. Panjang : max. 12000 mm
4. Berat : max. 30 ton
5. *Transfer bar* : max. 45 mm

Gambar 3.1 Bahan Baku Pabrik Pengerolan Baja Lembaran Panas

Beberapa bahan baku tersebut diimpor dari luar negeri, namun sebenarnya PT Krakatau Steel (Persero) Tbk. memiliki pabrik *slab* sendiri. Jadi Divisi HSM dapat memperoleh bahan baku *slab* dari Divisi SSP secara langsung apabila Divisi SSP tersebut memproduksinya, namun jika SSP tidak memproduksi maka Divisi HSM harus mengimpor bahan baku *slab* dari luar negeri. Pertimbangan ini dilaukan sesuai dengan perkembangan harga baja dunia, apabila harga baja impor lebih murah daripada produksi baja di PT Krakatau Steel (Persero) Tbk., maka Divisi HSM memutuskan untuk mengimpor barang dari luar negeri. Begitu pun sebaliknya, apabila harga baja impor mahal dan produksi baja *slab* dapat diperoleh dengan harga yang lebih murah mak akan dipakai produk Divisi SSP tersebut. Dalam ukuran panjang, *slab* tersebut dibagi dalam beberapa *length group* antara lain sebagai berikut:

1. *Length group* 1: 4500-6000 mm
2. *Length group* 2: 6000-8600 mm
3. *Length group* 3: 8600-10500 mm
4. *Length group* 4: 10500-12000 mm

3.4 PROSES PRODUKSI

Tahapan proses produksi yang ada di pabrik HSM secara garis besar terdiri dari tujuh tahap yang masing-masing dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahap 1

   Proses produksi dimulai dengan pembersihan *slab* terlebih dahulu dari *scale* yang terbentuk dengan menggunakan *cold descaling device*. Kemudian *slab* ditransferkan melalui *cold roller table*. Selanjutnya *slab* tersbut masuk ke dalam *reheating furnace* untuk dipanaskan sampai dengan suhu 1200°C. Selanjutnya *slab* dikeluarkan oleh *extractor* dari *furnace* untuk diletakkan di *hot roll table*.

Gambar 3.2 Slab keluar dari Reheating Furnace

2. Tahap 2

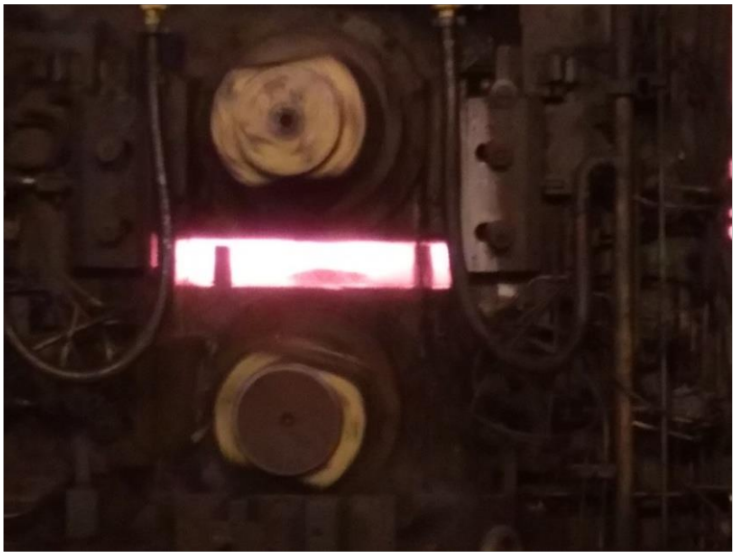
   Setelah *slab* mencapai panas yang diinginkan, *slab* keluar di atas *hot roller table* menuju mesin *sizing press*. Sebelum memasuki *sizing press* tersebut, *slab* yang membara tersebut akan dibersihkan di *water descaler* dari *scale* dan terak yang tebentuk karena reaksi kimia yang terjadi di dalam *furnace*. Air disemprotkan dengan tekanan 180 bar untuk menggelontor *primary scale* dan terak. Pada *sizing press* ini lebar *slab* direduksi sesuai *order* yang ada. Alat yang dibeli dari Jepang ini juga berfungsi untuk meringankan kerja *vertical edger* dalam mempertahankan lebar *slab*. Suhu pengerjaan pada tahap ini adalah sekitar 1160°C.

Gambar 3.3 Slab keluar dari Sizing Press

3. Tahap 3

   Selanjutnya *slab* yang telah direduksi lebarnya meluncur di atas *roller table* menuju ke mesin berikutnya. Pada bagian ini terintegrasi tiga mesin sekaligus, yaitu *water descaler* untuk membersihka *secondary scale* yang masih tersisa, kemudian masuk *vertical edgerroll* untuk menjaga lebar *slab*, dan yang terakhir adalah *roughing mill* yang berfungsi untuk membentuk *slab* menjadi *vorband* (Jerman) atau *transfer bar* (baja lembaran yang lebih tipis dan panjang). Pada *roughing mill* ini *slab* di-*roll* 5 hingga 9 kali sampai diperoleh ketebalan yang diinginkan. *Slab*

dibersihkan dari *scale* dan terak pada pengerolan maju yang pertama dan terakhir.



Gambar 3.4 Slab memasuki *Roughing Mill*

4. Tahap 4

   Pada tahap ini terdapat *thermopanel* yang merupakan alat yang diciptakan sendiri oleh PT Krakatau Steel (Persero) Tbk. *Thermopanel* tersebut memiliki fungsi untuk mengurangi kalor yang terbuang sebelum *strip* mencapai *crop shear*, karena ketidaksesuaian temperatur akan menyebabkan pengerjaan kurang sempurna bahkan cacat.

   Sementara *crop shear* sendiri berfungsi untuk memotong kepala dan ekor *strip* agar mudah masuk ke dalam *finishing mill*. Kepala dan ekor *strip* biasanya melengkung ke atas atau ke bawah atau juga bengkok ke kiri atau ke kanan. Jika tidak dipotong, ini akan menyulitkan *strip* saat memasuki *finishing mill*. Selain itu, akibat yang lebih parah adalah dapat menyebabkan kerusakan *roll*.

Gambar 3.5 Slab memasuki *Crop Shear*

5. Tahap 5

   Pada tahap ini, *strip* memasuki *finishing mill* yang merupakan enam *roll* kontinyu yang memiliki fungsi untuk menghaluskan permukaan *strip*. Selain penghalusan, pada tahap ini juga dilakukan pengerolan. Akan tetapi pengerolan dilakukan dengan beban yang diringankan sehingga reduksi tebalnya sangat kecil. Pada akhir pengerolan, *strip* akan melewati *electric decoder* yang berfungsi untuk merekam segala kondisi dari *strip* meliputi dimensi (tebal dan lebar), temperatur, dan kondisi permukaan untuk selanjutnya tercatat dalam sistem komputer sebagai status produk dari awal proses sampai dengan proses ini.

Gambar 3.6 Slab memasuki *Finishing Mill*

6. Tahap 6

   Selanjutnya *strip* akan meluncur perlahan melalui *laminar cooling* untuk didinginkan temperaturnya hingga mencapai 600°C. Proses pendinginan ini menggunakan media air yang disemprotkan dari atas dan dari bawah dengan tekanan tertentu. Kemudian *strip* tersebut akan menuju *down coiler* untuk digulung menjadi *coil*. Ada dua mesin *down coiler* yang tersedia dan bekerja secara bergiliran. Setelah selesai, lalu pada *hot roller coil* (HRC) tersebut akan dilakukan inspeksi dimensi dan *visual inspection*. Sampai disini, proses utama telah selesai

Gambar 3.7 Proses *Laminer Colling*

Gambar 3.8 Proses *Down Coil*

7. Tahap 7

   Selanjutnya HRC dipindahkan ke gudang dengan *transporter* untuk didinginkan. Setelah HRC tersebut dingin, kemudian akan masuk ke Penanganan Hasil Produksi (PHP). *Coil* yang telah dingin mempunyai empat alternatif perlakuan, yaitu sebagai berikut:

   a. Dikirim langsung ke Divisi *Cold Rolling Mill* (CRM) untuk diproses lebih lanjut.
   b. Diproses di *Hot Skin Pass Mill* (HSPM) untuk menghaluskan permukaan dan kemudian dilakukan *recoiling*.
   c. Diproses di *Shearing Line 1* untuk dibuat *plate*. *Shearing Line 1* ini khusus digunakan untuk *strip* yang cenderung lebih tebal.
   d. Diproses di *Shearing Line 2* untuk mengalami *slitting*, *trimming*, atau dibuat *sheet*. *Slitting* adalh membuka kembali gulungan *coil* menjadi *strip*, kemudian memotong lebar *strip* memanjang. Satu *strip* bisa dibuat dua atau lebih *coil* yang lebih kecil lebarnya. Sedangkan *trimming* adalah memotong tepian *strip* supaya rata. *Shearing Line 2* ini digunakan untuk *strip* yang cenderung lebih tipis.

3.5 PERALATAN PENUNJANG PRODUKSI

1. REHEATING FURNACE

   Reheating furnace merupakan suatu perlatan berbentuk dapur yang digunakan untuk memanaskan *slab* agar dapat mencapai temperatur mampu tempa sehingga memudahkan proses pengerolan dan mencegah perubahan bentuk fisik *slab*. Pemanasan ini dilakukan dalam tiga zona yaitu *pre-heating* yang mencapai temperatur 600°C, lalu *heating* yang mencapai temperatur 900°C dan *soaking* yang mencapai temperatur 1250°C. Pada Pabrik HSM ini terdapat dua buah *furnace* yang bekerja bersamaan, yaitu sebagai berikut:

   a. Buatan OFU – Jerman (*Double Pusher Type*)

      Furnace jenis ini menerima *slab* dari *cold roller table* dengan bantuan dari *double pusher* yang akan mendorong *slab* ke dalamnya.

b. Buatan Stein Heurtey – Prancis (*Walking Beam Type*)

Furnace jenis ini menggunakan mekanisme *walking beam*, yaitu suatu mekanisme di dalam *furnace* yang dapat menggeser dan mengangkat *slab* di dalam *furnace* dengan *walking beam.*

Kedua tipe *furnace* ini menggunakan bahan bakar gas alam. Untuk *double pusher type* harus menggunakan bahan bakar residu (HFO). Dimana HFO tersebut dipanaskan terlebih dahulu menggunakan *boiler* sebelum digunakan. Sedangkan untuk *walking beam type* dapat digunakan bahan bakar solar. Kapasitas dari masing-masing *furnace* tersebut adalah 300 ton per jam.

Beberapa komponen penting yang terdapat di dalam *furnace* antara lain adalah sebagai berikut:

- *Cold Descaling Device*

  Berfungsi untuk menghilangkan kotoran dan kerak yang terbentuk di permukaan *slab* sebelum memasuki *furnace* dengan cara menyemprotkan air ke kedua permukaan atas dan bawah dari *slab*.
- *Cold Roller Table*

  Sebagai media transfer setelah dilakukan *cold descaler* sebelum *slab* masuk ke dalam *furnace*.
- *Double Pusher*

  Berupa dua buah lengan yang digerakkan oleh motor untuk mendorong *slab* yang berada di *cold roller table* untuk masuk ke dalam *furnace*.
- *Slab Removing Device / Extractor*

  Berupa enam buah lengan yang berfungsi untuk mengeluarkan *slab* yang ada di dalam *furnace* untuk diletakkan di atas *hot roller table*.
- *Hot Roller Table*

  Sebagai media transfer *slab* setelah dikeluarkan dari *furnace* untuk menuju *water descaler*.
- *Water Descaler*

  Berfungsi untuk menghilangkan kotoran dan kerak yang terbentuk di permukaan *slab* setelah keluar dari *furnace* dengan cara menyemprotkan air ke kedua permukaan atas dan bawah dari *slab*.

2. SIZING PRESS

Peralatan ini memiliki fungsi utama untuk mereduksi lebar dari *slabsteel* sesuai pesanan yang diinginkan, sehingga dapat meringankam kerja *vertical edger* yang berada pada bagian roughing. Mesin ini mempunyai suhu kerja sebesar 1080 ^{o}C dan merupakan produk yang dibeli oleh pihak perusahaan dari Jepang pada thaun 1994.

Mekanisme utama pada proses ini adalah *forging* pada kedua sisi lebar *slab* oleh *dies* yang menggunakan prinsip *slider-crank*, dimana gerakan dari rotasi roda gigi yang digerakkan oleh motor diubah oleh *crank* menjadi gerakan resiprok *dies.* Kemampuan reduksi lebar *slab* pada proses ini mencapai 300 mm.

Komponen pendukun *sizing press* adalah sebagai berikut:

- *Entry Roller Table*

  Berfungsi membawa *slab* masuk *sizing press* setelah melewati *water descaler.*

- *Side Guide*

  Berfunsgi untuk *memposisikanslab* ditengah – tengah *roller table* selama proses pengecilan ukuran. Bukaan *side guide* ini tergantung dari lebar *slab* yang masuk. Kemampuan membukanya adalah 500 – 2200 mm.

- Pengangkat dan penurunan *entry table*

  Berfungsi mengatur ketinggian dari *entry roller* untuk menyesuaikan dengan ketebalan *slab*.

- Penggerak utama

  Merupakan komponen motor, kopling, poros utama, dan*gearbox* untuk menggerakan mekanisme *slider – crank.*

- Mekanisme *slider – crank*

  Berfungsi untuk mengubah gerakan rotasi dari motor menjadi gerakan translasi dari *dies.*

- *Die Gap Adjust* Berfungsi mengatur jarak gap antara dua dies dengan mekanisme *worm gear* pada *slider*. Gap yang bisa diatur berkisar antara 600 – 2200 mm
- *Synchronizing*

  Berfungsi untuk menjaga gerakan *dies* akibat adanya gaya yang ditimbulkan oleh kecepatan *slab* diatas *roll table*.
- *Dies*

  Berfungsi sebagai pemukul / bagian yang kontak langsung dengan*slab* yang direduksi lebarnya.
- *Hold Down Roll*

  Berfungsi meminimalkan peningkatan tebal *slab* akibat proses forging. Posisinya yang berada di tengah digunakan untuk menekan permukaaan *slab* yang mengalami penambahan tebal.
- *Delivery Roller Table*

  Berfungsi membawa *slab* yang telah keluar dari *sizing press* menuju *roughing mill*.

3. ROUGHING MILL

   Peralatan ini berfungsi untuk mereduksi tebal *slab* sekaligus untuk mengurangi beban saat *rolling* pada bagian *finishing mill*. Tipe *roughing mill* yang digunakan adalah *four high mill* karena mesin ini terdiri dari 4 buah roll yang disususn secara vertikal, yaitu 2 buah *work roll* dan 2 buah *back up roll*. Sedangkan untuk mereduksi lebar *slab* digunakan*vertical edger*. Hasil *slab* dari *roughing mill* disebut dengan *transfer bar* atau *vorband*.

   Bagian – bagian ada *roughing mill* adalah sebagai berikut:

   - Penggerak utama

     Merupakan komponen motor, kopling, poros utama, *gearbox* untuk menggerakan *work roll* dan *vertical edger*.
   - *Work Roll*

     Adalah bagian yang mengalami kontak langsung dengan *slab*yang di-rol. *Work roll* ini berfungsi untuk mereduksi tebal *slab* sesuai dengan

ketebalan *gap* yang ditetapkan sehingga mengalami reduksi tebal. Lebar *gap* antara *work roll* ini dapat diatur dengan menggunakan *screw down*. Pada waktu beroperasi, *work roll* harus selalu didinginkan dengan air yang dipancarkan melalui *nozzle*.

- *Back-up Roll*

  Berfungsi untuk mendukung *work roll* untuk mengurangi defleksi pada *work roll* akibat *bending* karena desakan dari *slab*.

- *Vertical Edger Roll*

  Sepasang *roll* yang dipasang secara vertikal di depan *roughing stand*. Berfungsi untuk menjaga/mereduksi lebar *slab* yang di-rol. Prosedurnya adalah dengan mengatur *slab* diantara *edger* tersebut. *Edger* ini bekerja pada saat *slab* bergerak pada *pass* ganjil (bergerak maju ke arah *finishing mill*). Dimana gap pada *edger* menutup sesuai lebar *slab* yang telah ditentukan oleh *control computer*. Sedangkan pada saat *pass* genap (*slab* bergerak mundur menjauhi *finishing mill*),*edger gap* akan membuka penuh.

- *Screw Down*

  Berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan celah pada *work roll* sesuai program pengerolan. Alat ini dipasang pada bagian atas dari *roughing stand* dan bekerja secara hidrolik.

- *Side Guides*

  Terletak pada sisi masuk dan keluar *roughing stand* serta berfungsi untuk mengarahkan *slab* yang masuk dan keluar supaya terletak di posisi tengah.

- *Water Descaler*

  Alat ini terletak pada sisi masuk *roughing stand* setelah *side guides* yang berfungsi untuk membersihkan *scale* atau kerak yang timbul akibat reaksi *slab* panas dengan udara sekitar selama perjalanan ke *roughing mill*. Pembersihan *scale* ini menggunakan air yang dipancarkan dengan tekanan sebesar 200 bar.

- *Coble Pusher*

  Berfungsi untuk mendorong *transfer bar* ke *delay table* bila terjadi *coble* (kegagalan pengerolan).

4. THERMOPANEL

   Merupakan suatu peralatan berupa *cover* isolasi panas penutup *roller table* antara *roughing mill* dan *finishing mill* yang berfungsi untuk mengurangi kehilangan panas *slab* ke lingkungan sekitar, dengan demikian suhu sepanjang *slab* relatif konstan sebesar 1100 ^{o}C sebelum memasuki *finishing mill*. Alat ini seperti *housing* / penutup berbentuk U yang digerakkan oleh sistem hidrolik. Pada pabrik HSM terdapat 12 *thermopanel*, dimana masing – masing *stand* panjangnya 5-7 meter.

5. CROP SHEAR

   Merupakan peralatan yang digunakan untuk memotong ujung depan dan ekor pada *transfer bar*. Proses pemotongan ini bertujuan untuk menghasilkan ujung depan dan belakang yang rata untuk proses *finishing*. *Crop shear* ini terpasang didepan *finishing stand F1*.

6. FINISHING MILL

   Merupakan peralatan yang berfungsi untuk mengerol *slab* sehingga di akhir *finishingmill* didapatkan tebal *strip* yang diinginkan sesuai dengan pesanan konsumen. *Stand finishing mill* yang terdapat pada HSM berjumlah 6 buah (F1-F6). Selama proses pengerolan di *finishing stand*, *transfer bar* akan mengalami reduksi ketebalan yang berbeda di setiap *stand* karena pengaturan *gap* antara kedua *work roll* yang berbeda di setiap *stand*.

   Bagian – bagian utama dari finishing mill adalah sebagai berikut:

   - Penggerak utama

     Merupakan komponen yang meliputi motor, kopling, poros utama, *gearbox* untuk menggerakan kedua *work roll*.

   - Work Roll

     Setiap *stand finishing* terdiri dari sepasang *work roll* yang terpasang secara vertikal. Fungsi utama dari *work roll* ini adalah mereduksi tebal

transfer bar sesuai dengan lebar celah dari *work roll* tersebut. Khusus untuk *work roll* yang terdapat pada F4,F5,F6 mempunyai kemampuan *shifting* yang berfungsi untuk menggeser *work roll* kiri dan kanan. Tujuannya untuk menjaga keausan yang terjadi pada *roll* secara merata. Selain itu terdapat juga alat yang disebut *bender* yang berfungsi untuk memberikan reaksi terhadap *bending* yang ditimbulkan oleh gaya tekan *screw down* sehingga permukaan *strip* yang dihasilkan akan lebih baik. *Bender* ini berupa 6 piston silinder hidrolik yang terpasang pada *project block* sisi masuk dan sisi keluar dari *finishing stand*.

- *Back Up Roll*

  Pada dasarnya fungsi *back up roll* sama seperti yang terpasang pada *roughing mill*, letaknya diatas *upper work roll* dan *lower work roll*.

- *Looper System*

  Fungsi dari *looper system* ini adalah untuk menjaga keseimbangan tegangan *strip* diantara 2 *stand* beurutan. *Looper* bekerja sesuai dengan tebal *strip*, lebar *strip* dan kecepatan *work roll stand* sebelum dan sesudah *looper*. Selain itu, *looper* juga berfungsi sebagai *holder* juga *guider*agar *transfer bar* dapat masuk pada *stand* berikutnya.

- *Screw Down*

  Semua *stand* pada *finishing mill* ini dilengkapi dengan sistem *screw down* yang berfungsi mengatur lebar celah / *gap work roll*. Letak *screw down* ini berada diatas *finishing stand*.

- *Side Guide*

  Berfungsi untuk menempatkan *transfer bar* pada posisi tengah dari *roll table* sebelum masuk *finishing mill* dan terletak didepan *crop shear*.

- *Water Descaler*

  Berfungsi sama seperti *water descaler* sebelumnya yaitu untuk membersihkan sisa kerak yang terdapat pada permukaan *transfer bat* sehingga mencapai kehalusan yang diinginkan dengan cara memancarkan air melalui *nozzle* dengan tekanan 200 bar.

7. LAMINAR COOLING

Setelah proses melalui *finishing mill* maka tahapan untuk pengerolan dipastikan selesai dan hasil dari strip tersebut kemudian didinginkan menggunakan *laminar cooling*. Pendinginan ini berfungsi untuk mendapatkan temperatur penggulungan strip pada *down coiler*. Tujuan utama dari pendingin ini adalah untuk mencapai temperatur kristalisasi yang sesuai untuk membentuk struktur mikro yang diinginkan sesuai dengan standar mutu (steel grade) yang diinginkan konsumen. Pendinginan dilakukan dengan menyemprotkan air di atas dan di bawah strip dengan tekanan 1 – 2 bar.

8. DOWN COILER

Setelah mengalami proses pengerolan, maka proses berikutnya adalah penggulungan strip, menjadi coil di *down coiler.* Jadi, fungsi dari *down coiler* adalah menggulung strip menjadi coil, yang merupakan salah satu yang digunakan di HSM adalah :

- *Side Guide*

  Terletak di depan pinch roll dan berfungsi menempatkan strip pada posisi tengah sehingga dapat menghasilkan gulungan atau coil yang rata.

- *Pinch Roll*

  Terdiri dari dua buah roll yaitu top pinch roll dan bottom pinch roll dan terletak di depan coiler. Fungsi dari pinch roll ini adalah untuk mengatur tegangan strip antara roll table dengan mandrel agar dihasilkan gulungan coil yang rata dan rapi.

- *Switch Roller*

  Alat ini dapat membuka dan menutup, berfungsi sebagai pengantar strip ke mandrel pada keadaan terbuka. Gate ini juga berfungsi mengatur di coiler mana strip tersebut akan digulung.

- *Pitch Roller Table*

  Berfungsi untuk menghantar strip masuk ke mandrel.

- *Wrapper Roller*

  Wrapper roller berjumlah 3 buah dan berfungsi untuk mengarahkan kepala strip agar dapat menggulung pada mandrel di awal penggulungan pada saat strip akan masuk. Selain itu wrapper roll juga berfungsi untuk memegang ekor strip agar dapat tergulung dengan baik.
- *Mandrel*

  Berfungsi untuk menggulung strip, mandrel ini dapat dibuka (expand) pada saat melakukan penggulungan dan menutup (collapse) pada saat akan mengeluarkan coil dari mandrel.
- Support Mandrel

  Berfungsi untuk menyangga mandrel pada saat penggulungan strip.
- *Coil Car*

  Berfungsi untuk mengeluarkan coil dari mandrel dan membawanya ke *coiler tilter*.
- *Coil Tilter*

  Berfungsi untuk membalik coil dan meletakkannya di atas conveyor dan *walking beam* (*coil transport*) yang akan membawa coil tersebut ke tempat penyimpanan coil.

9. SHEARING LINE

Fungsi dari shearing line adalah untuk membuat plat dan merevisi coil-coil yang kurang baik hasil pengerolannya. Shearing line di HSM ini ada 2, yaitu :

- Shearing Line 1

  Digunakan untuk memotong baja lembaran (plat) yang mempunyai ketebalan 4 sampai 25 mm.
- Shearing Line 2

  Fungsi :

  a. Memotong plat yang mempunyai ketebalan 1,8-10 mm.
  b. Untuk pembelahan (*slitling*).
  c. Untuk pemotongan sisi/tepi strip (*trimming*).
  d. Untuk penggulungan ulang (*recoiling*)

     Penggulungan ulang ini dilakukan karena beberapa hal :

1. Mengubah diameter dalam gulungan
2. Memperbaiki gulungan
3. Membagi berat

3.6 HASIL PRODUKSI

Divisi HSM memiliki 2 jenis hasil produksi, yaitu:

- Coil

  Coil adalah gulungan baja yang sebelumnya telah ditipiskan hingga menjadi strip dengan ketebalan antara 2 - 25 mm.

- Strip

  Strip adalah slab yang telah direduksi ketebalannya, dipotong sesuai dengan permintaan pasar. Jadi strip masih berbentuk lembaran baja dengan ketebalan tertentu yang telah siap dikirim.

BAB IV

LANDASAN TEORI

4.1 PENGERTIAN BANTALAN

Bantalan merupakan elemen mesin yang berfungsi menumpu poros yang mempunyai beban tertentu, sehingga gerak berputar atau gerakan bolak-balik dapat berlangsung dengan halus, aman dan komponen tersebut dapat tahan lama. Bantalan harus cukup kuat dan kokoh agar komponen mesin lain dapat bekerja dengan baik. Penggunaan bantalan dapat mencegah keausan yang cepat karena kontak dari bagian yang diam dan bagian yang berputar. Jika bantalan tidak bekerja dengan baik, maka prestasi kerja seluruh sistem akan menurun atau tidak dapat bekerja semestinya. Jadi, jika disamakan pada gedung, maka bantalan dalam permesinan dapat disamakan dengan pondasi pada suatu gedung.

4.1.1 Klasifikasi 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 :

a. *Bantalan radial/ radial bearing* : menahan beban dalam arah radial/tegak lurus sumbu poros.
b. *Bantalan aksial/thrust bearing* : menahan beban dalam arak aksial/sejajar dengan sumbu poros.
c. Bantalan yang mampu menahan kombinasi beban dalam arah radial dan arah aksial / bantalan gelinding khusus.

Berdasarkan konstruksi dan mekanisme mengatasi gesekan, bantalan dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu bantalan luncur (sliding bearing) dan bantalan gelinding (rolling bearing).

1. *Bantalan luncur* yang sering disebut sliding bearing atau plain bearing menggunakan mekanisme sliding, dimana dua permukaan komponen mesin saling bergerak relatif. Diantara kedua permukaan terdapat pelumas sebagai agen utama untuk mengurangi gesekan antara kedua permukaan. Bantalan luncur untuk beban arah radial disebut journal bearing dan untuk beban arah aksial disebut plain thrust bearing. Contoh konstruksi bantalan luncur ditunjukkan pada gambar.Berdasarkan jenis pelumasan antara permukaan sliding, bantalan luncur juga diklasifikasikan menjadi rubbing plain bearing, plain bearing, hydrodynamic plain bearing, dan hydrostatic plain bearing.

2. *Bantalan gelinding* menggunakan elemen rolling untuk mengatasi gesekan antara dua komponen yang bergerak. Diantara kedua permukaan ditempatkan elemen gelinding seperti misalnya bola, rol, taper, dll. Kontak gelinding terjadi antara elemen ini dengan komponen lain yang berarti pada permukaan kontak tidak ada gerakan relatif. Contoh konstruksi bantalan gelinding ditunjukkan pada gambar.

4.1.2 Bantalan Luncur

Bantalan luncur disebut juga sebagai slider bearing atau plian bearing menggunakan mekanisme sliding, dimana dua permukaan komponen mesin saling bergerak relative. Bantalan luncur adalah suatu elemen mesin yang berfungsi untuk menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat berlangsung dengan halus dan aman. Jenis bantalan ini mampu menumpu poros dengan beban besar.

Gambar. 4.1 Plain Bearing

Atas dasar arah beban terhadap poros maka bantalan luncur dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

a) Bantalan Radial atau disebut jurnal bearing, dimana arah beban yang ditumpu bantalan adalah tegak lurus terhadap sumbu poros.

Gambar 4.2 Journal atau Sleeve Bearing

b) Bantalan aksial atau disebut trust bearing, yaitu arah beban yang ditumpu bantalan adalah sejajar dengan sumbu poros. Bantalan ini menghantarkan poros engkol menerima gaya aksial yaitu terutama pada saat terjadi melepas / menghubungkan plat kopling saat mobil berjalan. Konstruksi bantalan ini juga terbelah / terbagi menjadi dua dan dipasang pada poros jurnal bagian paling tengah.

Gambar 3.3 Thrust Bearing

c) Bantalan luncur khusus adalah kombinasi dari bantalan radial dan bantalan aksial.

Gambar 4.4 Bantalan Luncur Khusus

4.1.3 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.Bantalan gelinding menggunakan elemen rolling untuk mengatasi gesekan antara dua komponen yang bergerak. Diantara kedua permukaan ditempatkan elemen gelinding seperti misalnya bola, rol, taper, dll. Kontak gelinding terjadi antara elemen ini dengan komponen lain yang berarti pada permukaan kontak tidak ada gerakan relatif.

Gambar 4.5 Konstruksi Bantalan Gelinding

Bantalan gelinding mempunyai keuntungan dari gesekan gelinding yang sangat kecil dibandingkan dengan bantalan luncur. Elemen gelinding seperti bola atau rol dipasang antara cincin luar dan dalam. Dengan memutar salah satu cincin tersebut, bola atau rol akanmelakukan gerakan gelinding sehingga gesekan akan jauh lebih kecil. Untuk bola atau rol, ketelitian tinggi dengan bentuk dan ukurannya merupakan suatu keharusan. Karena luas bidang kontak antara bola dan rol dengan cincin sangat kecil, maka besarnya beban yang dipakai harus memiliki ketahanan dan kekerasan yang sangat tinggi.

Jenis jenis bantalan gelinding :

a. Single row groove ball bearings

   Bearing ini mempunyai alur dalam pada kedua cincinnya. Karena memiliki alur, maka jenis ini mempunyai kapasitas dapat menahan beban secara ideal pada arah radial dan aksial. Maksud dari beban radial adalah beban yang tegak lurus terhadap sumbu poros, sedangkan beban aksial adalah beban yang searah sumbu poros.

Gambar. 4.6 Single Row Groove Ball Bearing

b. Double row self aligning ball bearings

Jenis ini mempunyai dua baris bola, masing-masing baris mempunyai alur sendiri-sendiri pada cincin bagian dalamnya. Pada umumnya terdapat alur bola pada cincin luarnya. Cincin bagian dalamnya mampu bergerak sendiri untuk menyesuaikan posisinya. Inilah kelebihan dari jenis ini, yaitu dapat mengatasi masalah poros yang kurang sebaris.

Gambar 4.7 Double row self aligning ball bearings

c. Single row angular contact ball bearings

Berdasarkan konstruksinya, jenis ini ideal untuk beban radial. Bearing ini biasanya dipasangkan dengan bearing lain, baik itu dipasang secara pararel maupun bertolak belakang, sehingga mampu juga untuk menahan beban aksial.

Gambar 4.8 Single row angular contact ball bearings

d. Double row angular contact ball bearings

Disamping dapat menahan beban radial, jenis ini jgua dapat menahan beban aksial dalam dua arah. Karena konstruksinya juga, jenis ini dapat menahan beban torsi. Jenis ini juga digunakan untuk mengganti dua buah bearing jika ruangan yang tersedia tidak mencukupi.

Gambar 4.9 Double row angular contact ball bearings

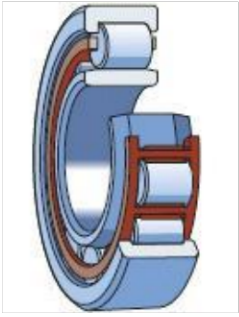
e. Double row barrel roller bearings

Bearing ini mempunyai dua baris elemen roller yang pada umumnya mempunyai alur berbentuk bola pada cincin luarnya. Jenis ini memiliki kapasitas beban radial yang besar sehingga ideal untuk menahan beban kejut.

Gambar 4.10 Double row barrel roller bearings

f. Single row cylindrical bearings

Jenis ini mempunyai dua alur pada satu cincin yang biasanya terpisah. Eek dari pemisahan ini, cincin dapat bergerak aksial dengan mengikuti cincin yang lain. Hal ini merupakan suatu keuntungan, karena apabila bearing harus mengalami perubahan bentuk karena temperatur, maka cincinya akan dengan mudah menyesuaikan posisinya. Jenis ini mempunyai kapasitas beban radial yang besar pula dan juga cocok untuk kecepatan tinggi.



Gambar 4.11 Single row cylindrical bearings

g. Tapered roller bearings

Dilihat dari konstriksinya, jenis ini ideal untuk beban aksial maupun radial. Jenis ini dapat dipisah, dimana cincin dalamnya dipasang bersama dengan rollernya dan cincin luarnya terpisah.

Gambar 4.12 Tapered roller bearings

h. Single direction thrust ball bearings

Bearing jenis ini hanya cocok untuk menahan beban aksila dalam satu arah saja. Elemenya dapat dipisahkan sehingga mudah melakukan pemasangan. Beban aksial minimum yang dapat ditahan tergantung dari kecepatannya. Jenis ini sangat sensitif terhadap ketidaksebarisan (misalignment) poros terhadap rumahnya.

Gambar 4.13 Single direction thrust ball bearings

4.2 PEMILIHAN JENIS BEARING

Dalam pemilihan jenis bearing yang akan digunakan, maka ada beberapa hal yang diperhatikan

4.2.1 Arah, Ukuran, dan Sifat Beban

Semua bantalan sentripetal bisa menahan beban radial; semua bantalan dorong dapat menahan beban aksial; Pada saat bersamaan, beban radial dan aksial (gabungan beban) dapat digunakan untuk bantalan bola kontak sudut dan bantalan rol tirus.

Ukuran beban biasanya ditentukan oleh ukuran bantalan. Semakin besar ukuran bantalan, semakin besar beban yang bisa ditanggungnya. Daya dukung bantalan rol umumnya lebih besar dari ukuran yang sama. Bantalan rol penuh dapat menahan beban yang lebih berat daripada bantalan dengan sangkar yang sesuai. Oleh karena itu, bantalan bola banyak digunakan untuk beban menengah atau kecil; Bantalan rol umumnya lebih sesuai dalam hal beban berat dan diameter poros besar. Bantalan bola kontak sudut dan bantalan rol tirus perlu dipasang secara berpasangan.

Saat menjungkirbalikkan dihasilkan saat beban tidak bekerja di tengah bantalan. Dalam kasus ini, penggunaan bantalan baris ganda yang paling baik (seperti bantalan bola dalam sekejap atau bantalan bola kontak sudut ganda, dll.) Juga dapat digunakan pada pasangan tatap muka atau back-to-back tunggal. bantalan bola kontak sudut sudut atau bantalan rol tirus, daya dukung back-to-back umumnya lebih tinggi.

4.2.2 Kecepatan

Kecepatan kerja bantalan umum harus lebih rendah dari batas kecepatan yang tercantum pada tabel tipe bantalan. Bantalan bola dalam yang dalam, bantalan bola kontak sudut dan bantalan rol silinder memiliki batas kecepatan tinggi. Sangat cocok untuk operasi kecepatan tinggi. Kecepatan tertinggi dorong bantalan rendah.

4.2.3 Persyaratan Limit Support

Poros atau komponen lain dari mesin berputar, biasanya didukung oleh bantalan ujung yang tetap dan bantalan ujung mengambang. Bantalan dapat menanggung beban aksial dua arah, perpindahan aksial dua arah dapat digunakan sebagai batas pendukung tetap; bantalan dapat menahan beban aksial dari satu arah bisa menjadi satu cara untuk membatasi dukungan; Dukungan mengambang tidak membatasi, bisa memilih cincin dalam bantalan radial dan cincin luar tidak bisa dipisahkan di lubang alas bantalan yang bisa berbentuk kolam silindris. Rol bantalan cincin dalam dan cincin luar dapat dipisahkan, cincin dalam dan luar dapat bergerak relatif.

4.2.4 Mengatur Jantung Kinerja

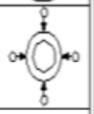
Karena berbagai alasan tidak dapat menjamin dua konsentris lubang bantalan yang mungkin atau defleksi batang, harus digunakan untuk menyelaraskan kinerja bantalan bola yang benar, bantalan rol bola, bantalan dorong rol bulat dan bantalan CARB (pemilihan catatan pengiriman) , bantalan ini dapat menahan diproduksi di bawah kesalahan sudut beban, awal kesalahan kompensasi dapat disebabkan oleh kesalahan manufaktur atau instalasi. Bantalan bola dalam yang dalam dan bantalan rol silinder tidak dapat menimbulkan kesalahan sudut.

4.2.5 Persyaratan Kekakuan

Kekakuan bantalan bergulir mengacu pada tingkat deformasi elastis bantalan di bawah aksi beban. Deformasi seperti ini umumnya sangat kecil dan bisa diabaikan. Namun, dalam beberapa aplikasi, seperti bantalan poros alat mesin atau bantalan gigi kecil, kekakuannya sangat penting. Kekakuan bantalan rol umumnya besar dan kekakuan bantalan bola kecil. Sudut kontak bantalan bola dan bantalan rol tapered dapat memperbaiki kekakuan bantalan dengan menerapkan metode pretightening.

4.2.6 Lainnya

Dalam kasus ruang radial yang dibatasi, bantalan rol jarum atau rol jarum dan rakitan sangkar dapat dipilih. Bantalan bantalan bola dalam derau yang rendah dapat dipilih untuk situasi dimana getaran dan kebisingan bantalan diperlukan. Untuk bantalan dengan presisi rotasi tinggi (seperti spindle alat mesin) dan kondisi kerja yang diterapkan pada kecepatan tinggi, bantalan dengan presisi lebih tinggi dari pada kelas biasa harus dipilih.

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 incorrodible	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	Exellent with gas lubrication	Good	No; lubricant feed effects vacuum	Good	Good; excellent when gas lubricated	Excellent	
General comments	Watch effect of thermal expansion on fits			Watch corrosion		Watch freeting	

Tabel 4.1 Kriteria Pemilihan Bantalan Untuk Kondisi Lingkungan Tertentu

4.3 PENYEBAB-PENYEBAB KERUSAKAN PADA BANTALAN / BEARING

a) Kesalahan bahan

- faktor produsen: yaitu retaknya bantalan setelah produksi baik retak halus maupun berat, kesalahan toleransi, kesalahan celah bantalan.
- faktor konsumen: yaitu kurangnya pengetahuan tentang karakteristik pada bearing.

b) Penggunaan bearing melewati batas waktu penggunaannya (tidak sesuai dengan petunjuk buku fabrikasi pembuatan bearing).

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

d) Pemasangan bearing pada poros yang tidak hati-hati dan tidak sesuai standart yang ditentukan.Kesalahan pada saat pemasangan, diantaranya:

- Pemasangan yang terlalu longgar, akibatnya cincin dalam atau cincin luar yang berputar yang menimbulkan gesekan dengan housing/poros.
- Pemasangan yang terlalu erat, akibatnya ventilasi atau celah yang kurang sehingga pada saat berputar suhu bantalan akan cepat meningkat dan terjadi konsentrasi tegangan yang lebih.
- Terjadi pembenjolan pada jalur jalan atau pada roll sehingga bantalan saat berputar akan tersendat-sendat.

e) 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.

f) 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.

g) Bearing kurang minyak pelumasan, karena bocor atau minyak pelumas terkontaminasi benda asing dari bocoran seal gland yang mempengaruhi daya pelumasan pada minyak tersebut.

4.4 CARA MENGATASI KERUSAKAN PADA BANTALAN / BEARING

a) Melakukan penggantian bearing sesuai umur waktu kerja yang telah ditentukan.
b) Mengganti bearing yang sesuai dengan klasifikasi kerja pompa tersebut.
c) Melakukan pemasangan bearing dengan hati-hati sesuai standar yang telah ditentukan.
d) Melakukan alignment pada poros pompa dan penggeraknya.
e) Melakukan tes balancing pada poros dan impeller.
f) Memasang deflektor pada poros dan pemasangan rubber seal pada rumah bantalan dan perbaikan pada seal gland, untuk mengantisipasi kebocoran.

4.5 PERHITUNGAN BEBAN DAN UMUR BANTALAN

Umur dari sebuah ball atau roller Bearing diartikan sebagai angka revolusi (atau jam pada beberapa kecepatan konstan yang diberikan) dimana bantalan bekerja sebelum terjadinya penyebab pertama fatigue yang berkembang dalam material dari salah satu ring atau beberapa dari elemen rolling rasio umur dari sebuah grup atau yang terlihat seperti ball atau roller bearing didefenisikan sebagai nomor dari revolusi atau jam yang 90% dari sebuah grup bantalan akan selesai atau berhasil sebelum penyebab utama dari fatigue berkembang (sebagai contoh hanya 10% dari sebuah grup bearing mengalami kegagalan disebabkan karena fatigue)

Umur dari bantalan untuk macam-macam tipe dari permesinan yang dapat diberikan pada table berikut:

S. No.	Application of bearing	Life of bearing, in hours
1.	Instruments and apparatus that are rarely used (*a*) Demonstratiion apparatus, mechanism for operating sliding doors. (*b*) Aircraft engines.	 500 1000 – 2000
2.	Machines used for short periods or intermittently and whose breakdown would not have serious consequences *e.g.*, hand tools, lifting tackle in workshops, and operated machines, agricultural machines, cranes in erecting shops, domestic machines.	4000 – 8000
3.	Machines working intermittently whose breakdown would have serious consequences *e.g.*, auxillary machinery in power stations, conveyor plant for flow production, lifts, cranes for piece goods, machine tools used frequently.	8000 – 12 000
4.	Machines working 8 hours per day and not always fully utilised *e.g.*, stationary electric motors, general purpose gear units.	12 000 – 20 000
5.	Machines working 8 hours per day and fully utilised *e.g.*, machines for the engineering industry, cranes for bulk goods, ventilating fans, counter shafts.	20 000 – 30 000
6.	Machines working 24 hours per day *e.g.*, separators, compressors, pumps, mine hoists, naval vessels.	40 000 – 60 000
7.	Machines required to work with high degree of reliability 24 hours per day *e.g.*, pulp and paper making machinery, public power plants, mine-pumps, water works.	100 000 – 200 000

Tabel 4.2 Umur bantalan Berdasarkan Macam-macam Tipe Permesinan

1. Perhitungan Beban Aksial dan Radial

   Dalam perhitungan beban radial dan aksial menggunakan konsep keseimbangan yaitu:

   $\sum F = 0$ (Kesetimbangan gaya)……(3.1)

   $\sum M = 0$ (Kesetimbangan Momen)……(.3.2)

   Atau dapat pula ditinjau dari hokum newton III, “Setiap benda yang mendapat gaya aksi memberikan gaya reaksi yang besarnya sama dengan gaya aksi, namun arahnya akan berlawanan.

   $\sum F_{aksi} = - \sum F_{reaksi}$ ……(3.3)

2. Perhitungan beban statis bantalan

   Beban yang dapat ditahan oleh bantalan tidak berputar disebut adalah beban statis. Beban statis dasar didefinisikan sebagai beban radial atau beban axial pada deformasi permanent pada bola, beban terbesar mencapai 0,0001 kali diameter. Pada bantalan bola satu alur, beban

statis dasar berhubungan pada komponen radial pada beban yang terjadi karena perpindahan letak radial ring bantalan satu dengan yang lainnya. Pada beberapa aplikasi dimana rotasi berikutnya pada bantalan lebih lambat dan kehalusan pada gesekan tidak terlalu diperhatikan, deformasi permanent lebih besar dapat diijinkan. Dengan kata lain dimana kehalusan diperlukan atau gesekan sangat diperlukan, deformasi permanent total yang kecil dapat diijikan.

a. Untuk bantalan bola radial, beban dasar statis radial (Co) dapat diperoleh dengan :

   $Co = fo \cdot i \cdot Z \cdot D^2 \cdot \cos \alpha$ ……..(3.4)

   Keterangan :

   Co : beban dasar statis radial

   i : banyaknya alur pada bantalan bola

   Z : banyaknya bola pada tiap alur

   D : diameter bola (mm)

   α : sudut kontak, nilai sudut antara garis aksi pada beban bola dengan bidang tegak lurus axis pada bantalan.

   fo : faktor bantalan (tergantung pada tipe bantalan), nilai faktor bantalan (fo) untuk bantalan yang terbuat dari baja yang dikeraskan dapat menggunakan :

   fo = 0,34 bantalan bola dengan pengaturan sendiri.

   fo = 1,25 untuk kontak radial dan bantalan alur sudut

b. Untuk bantalan roller radial, beban statis dasar radial dapat diperoleh dengan :

   $Co = fo \cdot i \cdot Z \cdot L_e \cdot D \cdot \cos \alpha$ ……..(3.5)

   Keterangan :

   i : banyaknya alur pada bantalan rol

   Z : banyaknya rol per alur

   Le : panjang efektif kontak antara roller dengan cincin (washer) dimana kontakyang terpendek (mm). sama dengan panjang keseluruhan minus roller chamfer atau grinding undercut.

D : diameter roller (mm). jika pada tapered roller digunakan diameter utamanya

α : sudut kontak. Sudut antara garis aksi pada beban resultan roller dan bidang tegak lurus axis pada bantalan.

fo : 21,6 untuk bantalan yang terbuat dari baja yang dikeraskan.

c. Untuk bantalan bola aksial beban aksial dasar dihitung dengan :

$Co = fo \cdot Z \cdot D^2 \cdot \sin \alpha$ ……(3.6)

Keterangan :

Z : banyaknya bola pada tiap alur

fo : 49 bantalan terbuat dari baja yang dikeraskan.

d. Untuk bantalan roller axial beban statis dasar radial dapat diperoleh dengan

$Co = fo \cdot i \cdot Z \cdot L_e \cdot D \cdot \sin \alpha$ ……(3.7)

Keterangan :

Z : banyaknya bola pada tiap alur

fo : 98,1 bantalan terbuat dari baja yang dikeraskan

3. Mengetahui beban dinamis spesifik C

Adapun bahan dinamis spesifik yang didapat dari SKF bearing dan timken bearing catalogue yaitu:

Type	Dimensi (mm)			Basic Load Raiting (C)	Y_1	Y_2	Y_0	E
	d	D	T					
Bearing SKF 23144 CC/W33	220	370	120	1800KN	2.3	3.4	2.2	0,30
BEARING TIMKEN 23144 YM	220	370	120	1630KN	2.17	3.24	2.12	0.32

Tabel 4.3 Nilai C,Y_1,Y_2 Y_0 dan e Berdasarkan Tipe Bantalan

4. Faktor beban tumbukan (f_w)

a. Untuk faktor tampa beban tumbukan (fw = 1-1.1)

b. Untuk kerja biasa, seperti pada roda (fw = 1,1-1,3)

c. Untuk kerja dengan tumbukan, Seperti pada penggigiling rol atau alat-alat besar (fw = 1,2 - 1.5)

5. Faktor V merupakanfaktor rotasi.

V = 1 untuk semua tipe bantalan ketika cincin dalam yang berputar

V = 1 untuk tipe bantalan self aligning ketika cincin dalam diam

V = 1.2 untuk semua bantalan kecualiself aligning ketika cincin dalam diam

6. Beban ekivalen dinamis (p_r/p_a)

$Pr = V \times F_W \times F_R$

Dimana F_r : beban radial (N)

7. Perhitungan faktor putran (f_r) dan faktor umur (f_h)

Untuk mengitung faktor kecepatan putaran (f_h) adalah:

a. Untuk bantalan bola:

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

b. Untuk bantalan rol

$$Fn = \left(\frac{33{,}3}{n}\right)^{3/10}$$

4.6 SOLIDWORKS

Sebagai software CAD, Solidworks dipercaya sebagai perangkat lunak untuk membantu proses desain suatu benda atau bangunan dengan mudah. Di Indonesia sendiri terdapat banyak perusahaan manufaktur yang mengimplementasikan perangkat lunak solidworks. Keunggulan solidworks dari software CAD lain adalah mampu menyediakan sketsa 2D yang dapat diupgrade menjadi bentuk 3D. Selain itu pemakaiannya pun mudah karena memang dirancang khusus untuk mendesai benda sederhana maupun yang rumit sekali pun. Inilah yang membuat solidworks menjadi populer dan menggeser ketenaran software CAD lainnya.

a. Sejarah Perkembangan Solidworks

Dalam industry technology CAD system, persaingan yang di hadapi oleh SolidWorks 3D CAD sangatlah berat. Maka dari itu dibutuhkan inovasi yang secara terus menerus, dimana SolidWorks melakukan hal itu hingga kita kenal dengan SolidWorks saat ini seperti yang kita gunakan. Perjalanan SolidWorks dalam memperkuat portofolio producnya bisa kita jabarkan seperti dibawah ini :

- 1993 Jon Hirschtick memimpin sebuah team untuk mendevelope dan mengembangkan sebuah CAD system yang baru untuk.
- 1995 SolidWorks untuk pertama kali di release dan dikirimkan kepada customer.
- 1997 Dassault Systemes mengakuisisi SolidWorks
- 2001 Dassault Systemes mengakuisisi Structural Research and Analysis Corporation atau yang biasa disebut SRAC untuk memperkuat portofolio SolidWorks di dalam analisa simulasi. Dengan ini SolidWorks memiliki solusi terintegrasi untuk melakukan analisa simulasi.
- 2006 Dassault Systemes mengakuisisi Conisio untuk memperkuat portofolio SoidWorks di bidang Product Data Management
- 2007 Dassault Systemes mengakuisisi Seemage umtuk menambahkan 3DVIA Composer kedalam Product Portofolio SolidWorks untuk pembuatan assembly instruction maupun manual book.
- 2008 Dassault Systemes mengakuisisi Priware untuk menambahkan solusi CircuitWorks di SolidWorks Software
- 2012 SolidWorks Plastic dan SolidWorks Electrical ditambahkan untuk memperkuat portofolio SolidWorks
- 2014 SolidWorks Menambahkan 3D EXPERIENCE Solution dan SolidWorks Inspection
- 2015 Solidworks menambahkan MBD (Model Base Definition) fungsi ini membantu customer mendefinisikan, mengorganisir dan mem publis 3D Product manufacturing information

- Masih di tahun yang sama SolidWorks Mengakuisisi sebuah Photo-quality render Engine atau yang dikenal dengan "Bunkspeed" untuk memperkuat portofolio SolidWorks didalam solusi pembuatan photo realistic rendering yang nantinya akan disebut dengan "SolidWorks Visualize".

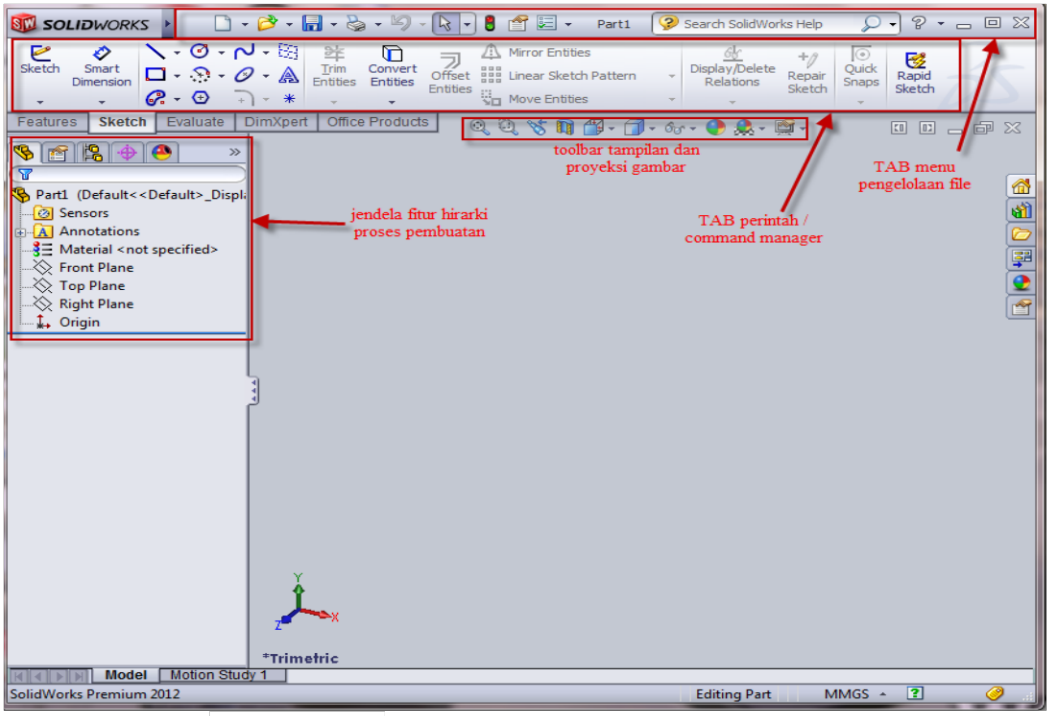
Dalam proses perkembangannya SolidWorks tetap mengedepankan kemudahan dalam penggunaannya "Easy to Use" sebagai acuan untuk pengembangan software tersebut. Dimana filosofi Easy to Use inilah yang menjadi pondasi SolidWorks dalam proses pembuatannya. Selain itu juga saat ini SolidWorks bukan hanya dikenal sebagai software 3D CAD biasa, tetapi SolidWorks juga menawarkan solusi terintegrasi untuk membantu produktifitas dalam bekerja. Anda bisa melakukan desain product dan langsung melakukan simulasi kekuatan dari product tersebut angsung didalam satu interface SolidWorks anda. Pada perkembangannya SolidWorks juga memberikan solusi untuk komunikasi desain dengan menggunakan 3DVIA Composer yang tentunya juga terintegrasi dengan SolidWorks 3D CAD.

b. Fungsi Solidworks

Solidworks dipakai banyak orang untuk membantu desain benda atau bangunan sederhana hingga yang kompleks. Solidworks banyak digunakan untuk merancang roda gigi, mesin mobil, casing ponsel dan lain-lain. Fitur yang tersedia dalam solidworks lebih easy-to-use dibanding dengan aplikasi CAD lainnya. Bagi mahasiswa yang sedang menempuh pendidikan di jurusan tehnik sipil, tehnik industri dan tehnik mesin sangat disarankan untuk mempelajari solidworks. Karena solidworks sangat sesuai dengan kebutuhan mahasiswa yang mengambil tiga jurusan tersebut dan yang paling utama proses penggunaan solidworks lebih cepat dibanding vendor-vendor software CAD lain yang lebih dulu hadir. Anda juga dapat melakukan simulasi pada desain yang Anda buat dengan solidworks. Analisi kekuatan desain juga dapat dilakukan secara sederhana

dengan solidworks. Dan yang paling penting, Anda dapat membuat desain animasi menggunakan fitur yang telah disediakan solidworks.

Toolbar dan jendela lainya yang terdapat dalam solidworks :



Gambar 4.14 Fitur-fitur Dasar pada SolidWorks

1. **Part Mode**

   Part mode merupakan lingkungan perancangan produk berbasis fitur dengan memasukkan parameter yang bersesuaian dengan fitur yang dibuat. Pada Part Mode, suatu pemodelan akan selalu diawali dengan membuat sketsa 2D terlebih dahulu untuk kemudian diteruskan menjadi pemodelan dalam 3D.

2. **Assembly Mode**

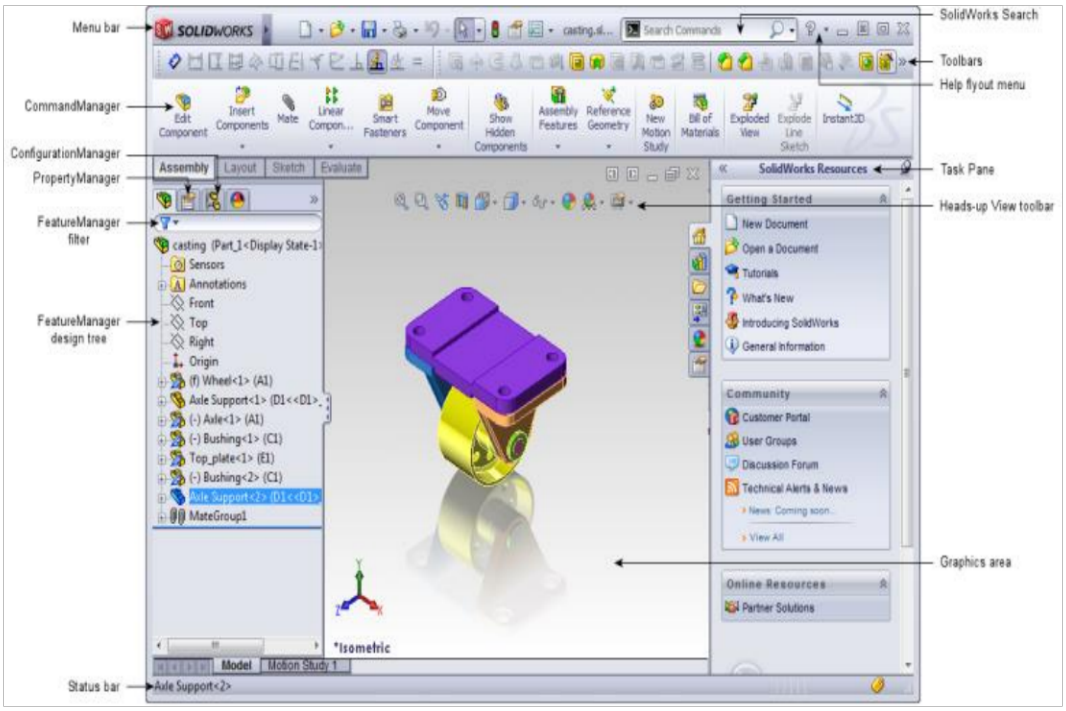
   Dalam Assembly mode, part/komponen yang telah dibuat part mode dapat dirakit dengan part/komponen lain.

3. **Drawing Mode**

   Drawing Mode digunakan untuk membuat dokumentasi dari komponen dan rakitan yang sudah dibuat pada part mode atau assembly mode sebelumnya.

Unsur-unsur utama dari tampilan Solidworks terdiri atas :

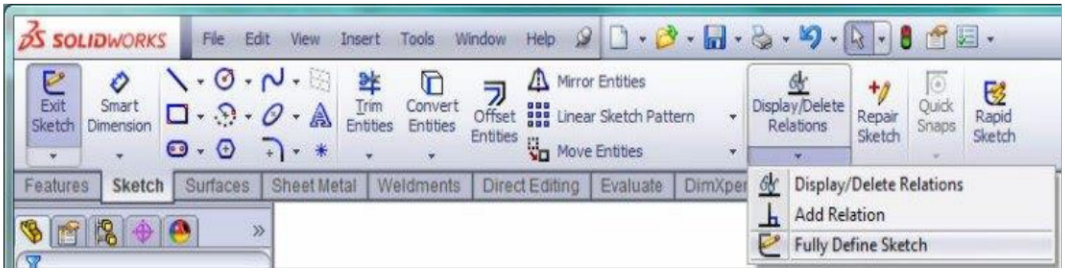
1. Menu Bar
2. Command Manager
3. Configuration Manager
4. Property Manager
5. Feature Manager Desing tree
6. Graphics area
7. Search
8. Status Bar
9. Task Pane
10. Toolbar



Gambar 4.15 Komponen Solidwork

1. Menu Bar

Menu bar berisi kumpulan fitur-fitur dasar yang paling sering digunakan dari toolbar standard, menu Solidworks, Solidworks Search, dan Menu pilihan Help.



Gambar 4.16 Fitur Solidwork

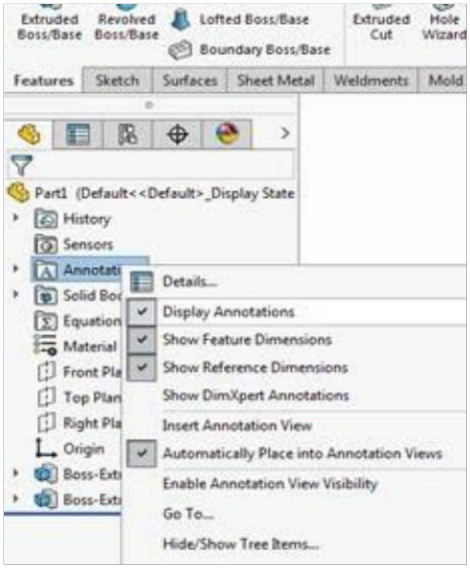
Dengan mengklik tanda panah di samping icon solidworks, kita dapat untuk menampilkan fitur-fitur menu tambahan. Hal ini memungkinkan kita mengakses sebagian besar perintah menu File, Edit, Insert, dan seterusnya.

2. Command Manager

Command manager adalah toolbar konteks sensitif yang secara dinamis dapat diubah berdasarkan pada kebutuhan toolbar yang ingin kita akses. Fitur aplikasi ini berisi beberapa toolbar antara lain Features, Sketch, Evaluate, DimXpert, Render Tools, dan seterusnya. Gambar dibawah ini dapat mengilustrasikan ketika kita mengklik features atau sketch maka akan terlihat icon-icon toolbar dari solidworks sesuai dengan fungsinya.

3. Configuration Manager

Configuration Manager adalah sarana untuk membuat, memilih, dan melihat beberapa konfigurasi bagian dan rakitan dalam dokumen, seperti Feature Manager Design tree, Property Manager, Configuration Manager dan seterusnya.



Gambar 4.17 Configurasi Manager

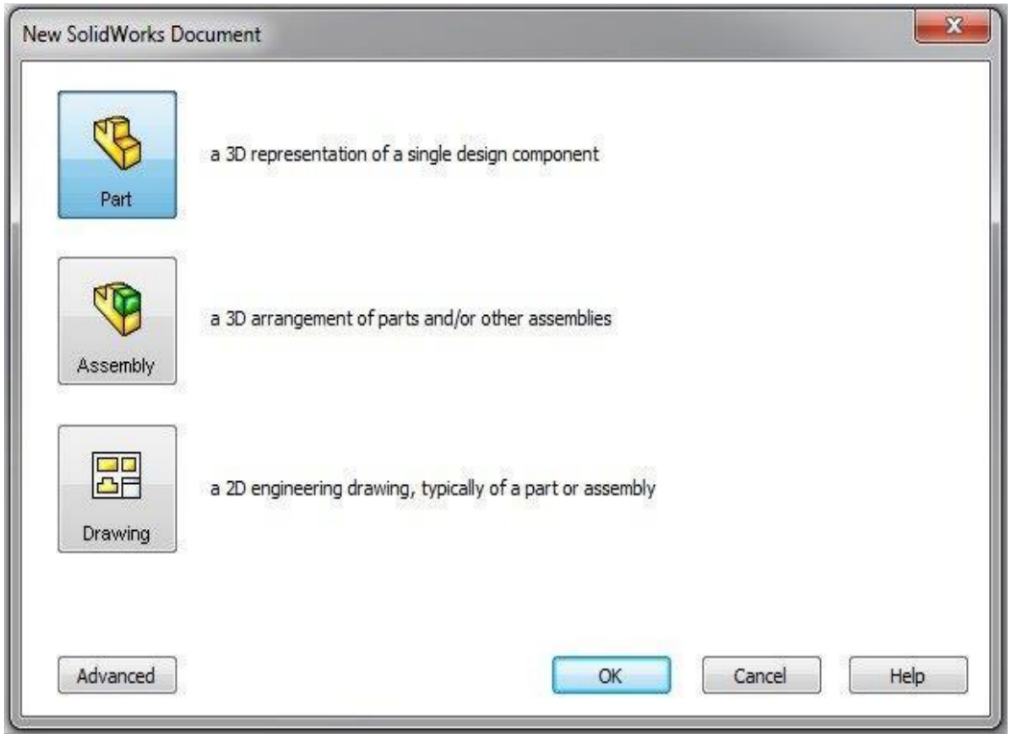
4. Fitur Aplikasi Part Mode

Proses pendesainan pada part mode merupakan tahap dasar dalam proses desain menggunakan aplikasi SolidWorks. Proses pendesainan komponen (part) mesin akan kita awali dengan proses pendesainan bagian-bagian dari komponen mesin yang berbentuk sederhana terlebih dahulu. Hal ini dimaksudkan supaya kita secara bertahap dapat terbiasa dengan fitur-fitur pada aplikasi SolidWorks :

- Klik Shortcut Solidworks pada tampilan desktop laptop/PC.
- Maka tampilan awal dari aplikasi program SolidWorks akan tampak seperti gambar dibawah ini
- Klik New pada Menu Bar

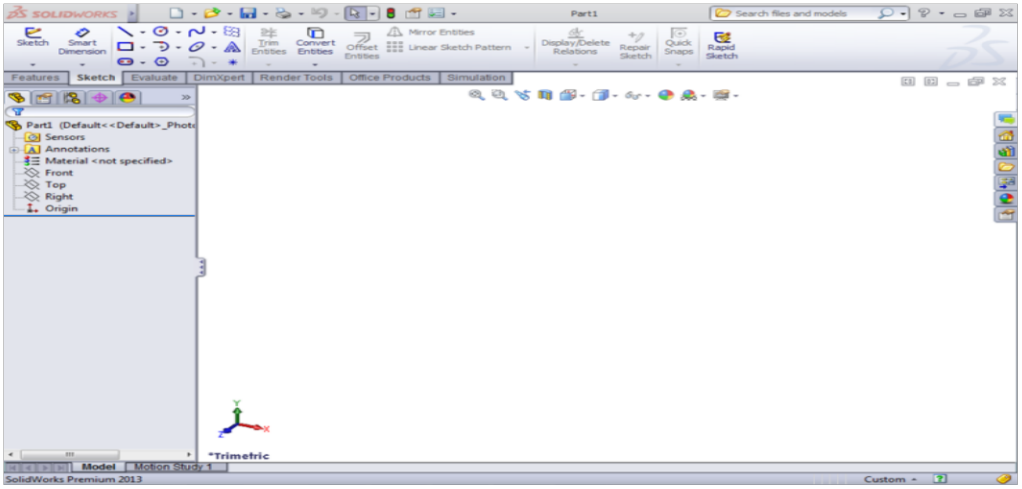
Dengan mengklik new, maka akan muncul tampilan pilihan berupa kotak dialog New

SolidWorks Document seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.18 New File

Langkah selanjutnya kita klik Part kemudian klik OK pada New SolidWorks Document tersebut. Maka tampilan Layout pada program SolidWorks akan tampak seperti gambar berikut ini.



Gambar 4.19 Halaman Kerja

Sampai disini kita sudah siap untuk melakukan proses pemodelan suatu part.

5. Fitur Aplikasi Assembly

Langkah untuk memulai proses Assembly hampir sama dengan langkah proses pemodelan part pada New Solidworks Document seperti yang ditunjukkan oleh tahapan proses dibawah ini :

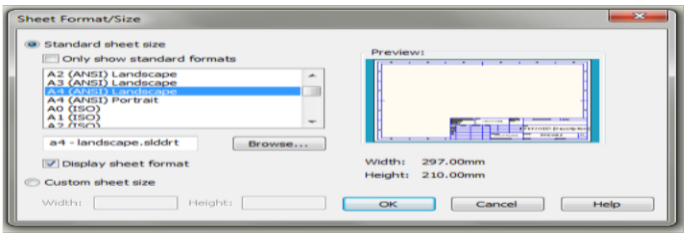
- Klik Assembly kemudian klik OK
- Maka tampilan layout pada program SolidWorks akan tampak seperti gambar dibawah ini

Sampai disini kita sudah bisa melakukan proses assembly.

6. Fitur Aplikasi Drawing

Langkah untuk memulai proses Drawing juga hampir sama dengan langkah proses pemodelan Part dan Assembly dimana pada New Solidworks Document seperti berikut :

- Klik Drawing kemudian klik OK
- Maka pada tampilan Layout akan tampak seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4. Sheet Format 20

- Setelah muncul Sheet Format kemudian pilih ukuran kertas yang akan dipakai lalu klik OK. Dan Solidworks proses Drawing siap untuk digunakan.

4.7 STRESS VON MISES

Stres von mises adalah nilai yang digunakan untuk menentukan apakah bahan tertentu akan menghasilkan atau gagal. Hal ini sebagian besar digunakan untuk bahan ulet, seperti logam. Kriteria hasil von mises menyatakan bahwa jika stres von mises material di bawah beban sama atau lebih besar dari batas yield dari bahan yang sama di bawah ketegangan sederhana - yang mudah untuk menentukan secara eksperimental -, maka

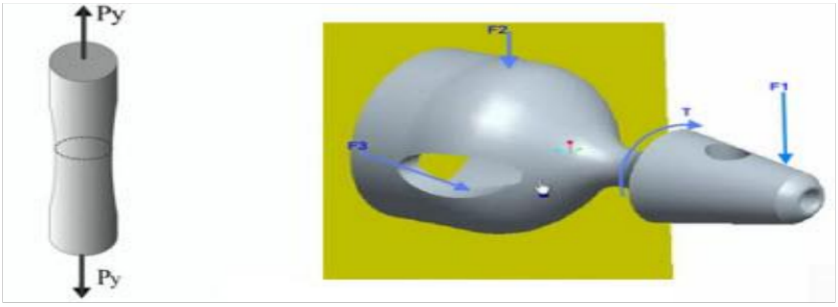
materi akan menghasilkan. Stres von Mises banyak digunakan oleh desainer untuk memeriksa apakah desain mereka akan menahan kondisi beban yang diberikan.

4.7.1 Penggunaan Stres Von Mises

Stres von Mises adalah hal materi yang sangat penting untuk desain engineers, dengan informasi ini seorang insinyur bisa mengatakan desain akan gagal, jika nilai maksimum tegangan von Mises diinduksi dalam materi lebih dari kekuatan material. Ia bekerja dengan baik untuk kebanyakan kasus, terutama bila bahan yang ulet di alam. Pada bagian berikut kita akan memiliki pemahaman yang logis dari stres Von Mises dan mengapa digunakan.

4.7.2 Kapan Materi Gagal

Salah satu cara yang paling mudah untuk memeriksa ketika materi gagal adalah tes ketegangan sederhana. Berikut bahan yang ditarik dari kedua ujungnya. Ketika materi mencapai titik yield (untuk bahan ulet) bahan dapat dianggap sebagai gagal. Tes ketegangan sederhana adalah tes searah, ini ditunjukkan pada bagian



Gambar: 4.21 Sebuah tes ketegangan sederhana dan kondisi pembebanan kehidupan nyata

Sekarang mempertimbangkan situasi di bagian kedua dari Gambar masalah rekayasa yang sebenarnya dengan kondisi pembebanan yang kompleks. Bisa kita katakan di sini juga, bahwa materi gagal ketika nilai tegangan normal maksimum diinduksi dalam materi lebih dari nilai yield point?. Jika Anda menggunakan asumsi seperti itu, Anda akan menggunakan teori kegagalan disebut 'teori tegangan normal'. Bertahun-tahun pengalaman

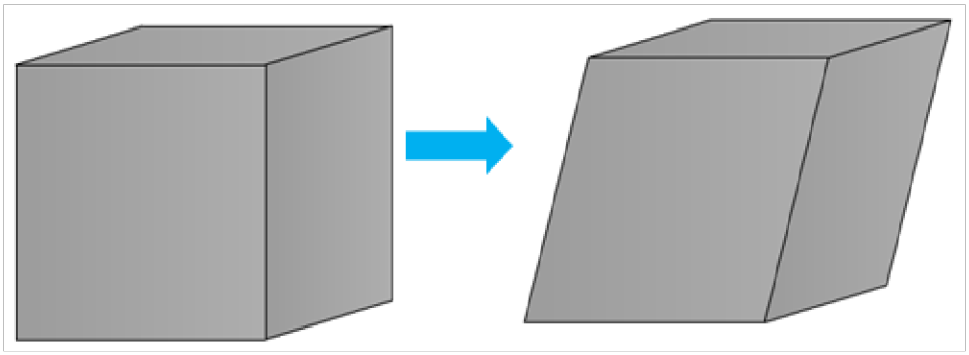
rekayasa telah menunjukkan bahwa teori tegangan normal tidak bekerja di sebagian besar kasus. Teori kegagalan yang paling disukai digunakan dalam industri adalah 'Von Mises stres' berdasarkan. Kami akan mengeksplorasi apa stres Von Mises adalah di bagian mendatang.

4.7.3 Teori Energi Distorsi

Konsep Von mises stres muncul dari teori kegagalan energi distorsi. Distorsi teori kegagalan energi perbandingan antara 2 jenis energi, 1) energi distorsi dalam energi distorsi sebenarnya kasus 2) dalam kasus ketegangan sederhana pada saat kegagalan. Menurut teori ini, kegagalan terjadi ketika energi distorsi dalam kasus aktual lebih dari energi distorsi dalam kasus ketegangan sederhana pada saat kegagalan.

- Energi Distorsi

Ini adalah energi yang dibutuhkan untuk bentuk deformasi material. Selama distorsi murni, bentuk perubahan materi, tetapi volume yang tidak berubah.



Gambar: 4.22 Representasi kasus distorsi murni

Energi distorsi yang dibutuhkan per satuan volume, ud untuk umum kasus 3 dimensi diberikan dalam hal nilai-nilai tegangan utama sebagai:

$$u_d = \frac{1+\nu}{3E}\left[\frac{(\sigma_1-\sigma_2)^2+(\sigma_2-\sigma_3)^2+(\sigma_3-\sigma_1)^2}{2}\right]$$

Energi distorsi untuk kasus ketegangan sederhana pada saat kegagalan diberikan sebagai:

$$u_{d,sim} = \frac{1+\nu}{3E}\sigma_y^2$$

- Ekspresi untuk stres Von Mises

Di atas 2 jumlah dapat dihubungkan dengan menggunakan teori kegagalan energi distorsi, sehingga kondisi kegagalan akan sebagai berikut.

$$\left[\frac{(\sigma_1-\sigma_2)^2+(\sigma_2-\sigma_3)^2+(\sigma_3-\sigma_1)^2}{2}\right]^{1/2} \geq \sigma_y$$

Sisi kiri dari persamaan di atas dilambangkan sebagai stres Von Mises.

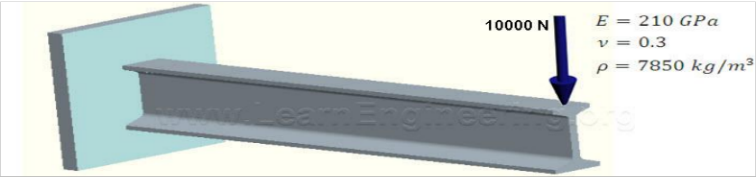
$$\left[\frac{(\sigma_1-\sigma_2)^2+(\sigma_2-\sigma_3)^2+(\sigma_3-\sigma_1)^2}{2}\right]^{1/2} = \sigma_v$$

Jadi sebagai kriteria kegagalan, insinyur dapat memeriksa apakah Von Mises stres diinduksi dalam materi melebihi kekuatan luluh (untuk bahan ulet) dari material.So kondisi kegagalan dapat disederhanakan sebagai :

$$\sigma_v \geq \sigma_y$$

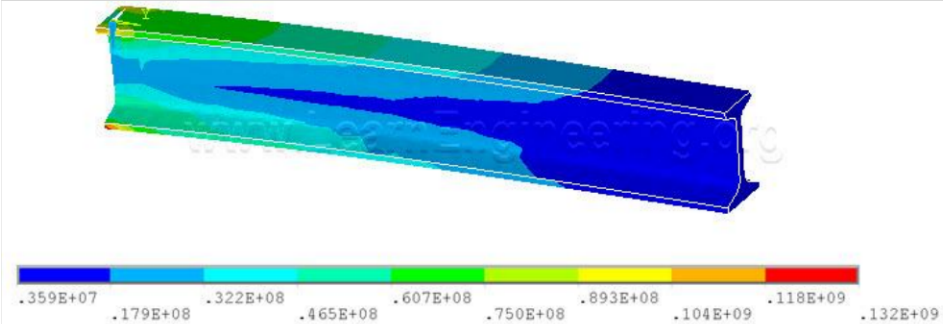
4.7.4 Aplikasi Industri Von Mises Stres

Teori energi distorsi teori kegagalan yang paling disukai digunakan dalam industri. Hal ini jelas dari diskusi di atas bahwa setiap kali resort insinyur untuk distorsi teori energi yang dapat digunakan stres Von Mises sebagai kegagalan criterion.Let lihat salah satu contoh: Misalkan seorang insinyur memiliki desain balok kantilever menggunakan baja ringan sebagai bahan, dengan beban kapasitas 10000 N. bahan sifat baja ringan juga ditunjukkan pada gambar. Nilai tegangan hasil baja ringan adalah 2,5 × 108 Pa. Dia ingin memeriksa apakah desain akan menahan beban desain.



Gambar: 4.23 Masalah desain, kantilever harus mampu menahan beban desain

Gambar berikut ini menunjukkan distribusi tegangan Von Mises diperoleh dengan analisis FEA balok.



Gambar 4.24 Distribusi stres Von Mises dalam berkas yang diperoleh dari analisis FEA

Satu dapat diketahui bahwa stres Von Mises adalah maksimum menjelang akhir tetap balok, dan nilai 1.32 × 108 Pa. Ini adalah kurang dari nilai yield titik baja ringan. Jadi desain tersebut aman. Singkatnya tugas seorang insinyur adalah untuk menjaga nilai maksimum tegangan Von Mises diinduksi dalam materi kurang dari kekuatannya.

BAB V

TUGAS KHUSUS

5.1 LATAR BELAKANG MASALAH

Pada proses pembuatan baja di PT. Krakatau Steel Divisi Hot Strip Mill, yang memproduksi baja coil dan plat baja, dimana alat yang digunakan untuk memproduksinya tidaklah alat yang kecil. Terdapat alat-alat besar dan berat seperti *furnace, sizing press, working roller table, roughing mill, water descaller, finishing mill, laminar cooling,* dan terakhir *down coiler*. Pabrik Hot Strip Mill bekerja selama 24 jam tanpa henti kecuali dalam maintenance dengan system kerja shift pada karyawannya.

Sebelum coil dan plat baja ini terbentuk, awalnya bahan baku berbentuk slab tebal dengan load/ beban yang berbagai macam, sehingga membutuhkan berbagai alat untuk membantu proses produksinya dari furnace sampai ke down coiler. Salah satu alat yang membantu proses produksinya adalah working roller table (alat transportir/ pembawa). Alat ini membawa slab menuju roughing mill untuk mereduksi ukurannya. Working roller table ini terdiri dari beberapa komponen untuk menyempurnakan cara kerja dan fungsinya. Salah satu komponen yang paling penting pada working roller table ini adalah bearing (bantalan). Beban yang diterima working roller table beragam dan rata-rata memiliki beban yang sangat berat. Keadaan seperti ini sering membuat bearing rusak dan umurnya tidak tahan lama. Oleh karena itu dibutuhkan jenis bearing (bantalan) yang tepat dan tahan lama.

5.2 TUJUAN

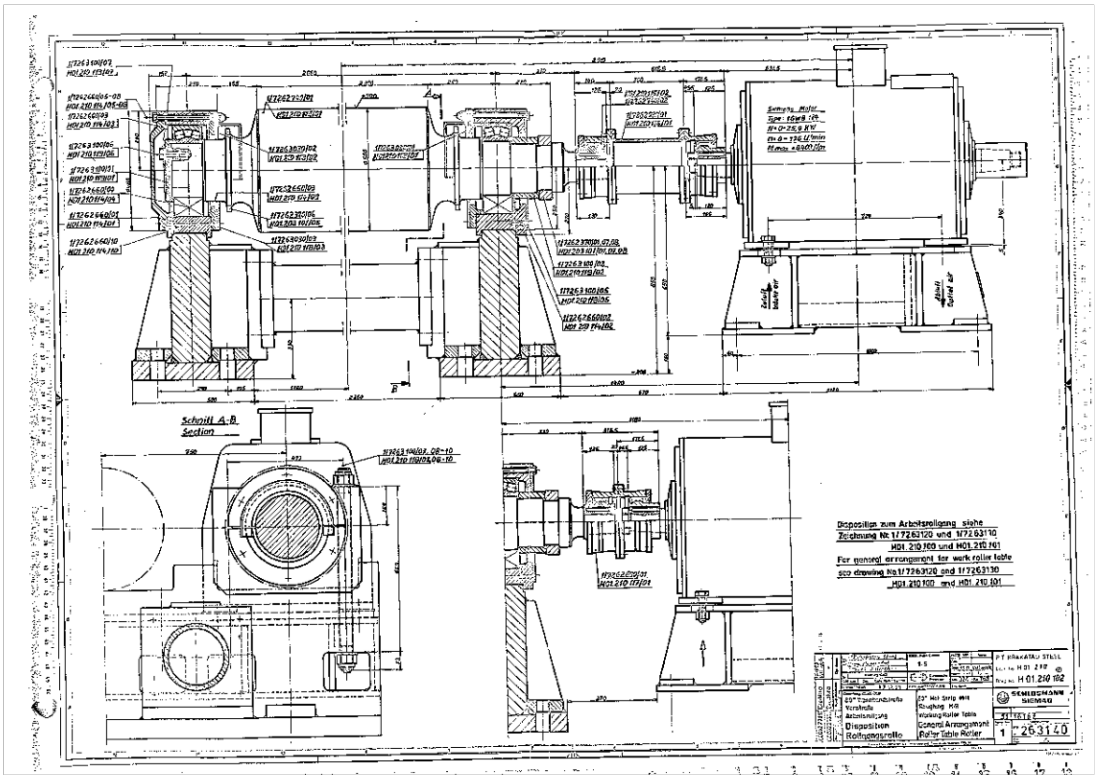
Tujuan dari kerja praktik di PT. Krakatau Steel ini adalah sebagai berikut:

a. Mengembangkan kemampuan analitis dengan membandingkan antara teori yang didapat dari kuliah dengan keadaan faktual di dunia industri.
b. Memperoleh gambaran yang lebih nyata dan pemahaman yang lebih jelas dari pemakaian mesin-mesin di industri baja dan perawatan mesin yang

ada, seperti furnace, sizing press, working roller table, roughing mill, water descaller, laminar cooling, coiler dan alat bantu lainnya.

5.3 DATA WORKING ROLLER TABLE

Data yang diberikan dari Divisi Hot Strip Mill (HSM) berupa gambar teknik yang berisikan desain dan ukuran dari Working Roller Table (WRT). Working Roller Table berfungsi untuk membawa slab panas dari furnace menuju roughing mill, letaknya dibagian depan dan belakang roughing mill. Pengoperasiannya dikontrol oleh photocell dan gerakannya dapat dipercepat. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terbentuknya scale baru pada slab yang diakibatkan pendinginan. Disamping itu untuk menjaga temperature tidak berkurang.



Gambar 5.1 Dimensi Working Roller Table

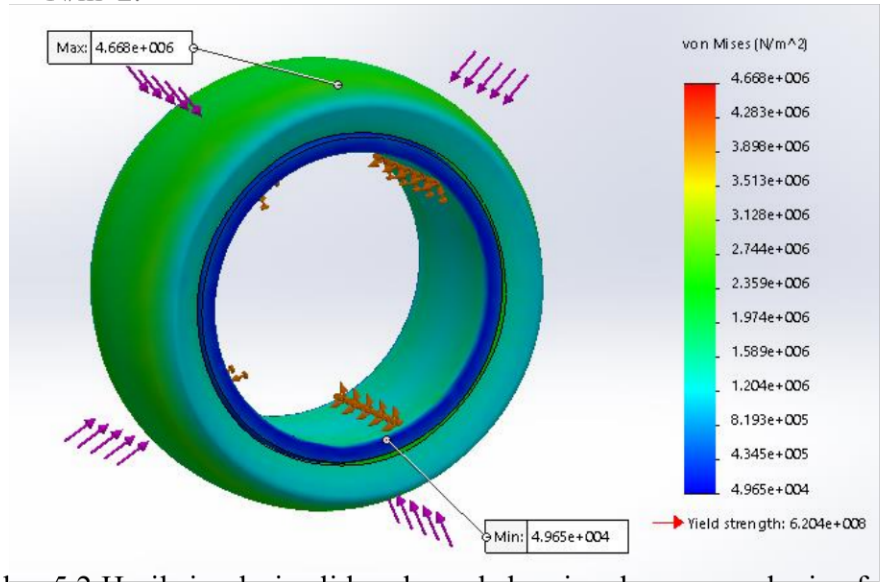
5.4 SIMULASI DAN PEMBAHASAN

Dalam hal ini penulis mencoba menganalisis lifetime bearing yang ada pada working roller table menggunakan solidworks dengan membuat desain 3D nya berdasarkan dimensi pada working roller table itu sendiri. Bearing yang akan dianalis adalah bearing dengan tipe SKF 23144 CC/ W33 dan Timken 23144 YM. Sedangkan beban/ load yang diterima oleh bearing adalah 20 ton. Dari simulasi ini maka didapatkan titik stress berdasarkan Force yang diberikan, yang akan mempengaruhi ketahanan dan umur sebuah bearing.

Berikut adalah hasil dari simulasi yang penulis lakukan dengan tujuan untuk mengetahui dan mendapatkan informasi tentang layak atau tidaknya sebuah bearing digunakan.

Stress (Von-Mises)

Stress von mises adalah nilai yang digunakan untuk menentukan apakah bahan tertentu akan berhasil atau gagal. Berdasarkan hasil simulasi menggunakan solidworks dengan pemberian beban sebesar 20 ton (198.744 N) dengan bahan dari alloy steel, ternyata nilai titik stress tertinggi yang diterima oleh bearing adalah sebesar 4.668e+006 N/m^2.



Gambar 5.2 Hasil simulasi solidworks pada bearing dengan pemberian force sebesar 198.744 N

Pada proses simulasi, langkah perhitungan analisis yang dilakukan oleh solidworks adalah dengan cara perhitungan element per element pada meshing sistem. Langkah perhitungan ini dilakukan secara otomatis oleh komputer dengan menggunakan model matematika lanjut (hukum hoke, rumus diferensial serta rumus matrix).

Dari hasil simulasi menggunakan solidworks di atas dapat diketahui bahwa daya tahan bearing dalam menerima beban cukup baik dan layak digunakan. Hal ini terlihat dari nilai yield strength bearing yang lebih besar dari nilai stress von misesnya yaitu (yield strength: 6.204e+008 N/m^2 > stress von mises: 4.668e+006 N/m^2).

5.5 PERHITUNGAN DATA

Adapun informasi tentang bearing SKF 23144 CC/W33 dan bearing Timken 23144 YM berdasarkan catalognya yaitu:

Type	Dimensi (mm)			Basic Load Raiting (C)	Y_1	Y_2	Y_0	E
	d	D	T					
Bearing SKF 23144 CC/W33	220	370	120	1.800KN	2.3	3.4	2.2	0,30
BEARING TIMKEN 23144 YM	220	370	120	1.630KN	2.17	3.24	2.12	0.32

Tabel 5.1 Catalog Bearing SKF 23144 CC/W33 dan Bearing Timken 23144 YM

Berikut ini adalah dimensi working roller table yang ada di PT. Krakatau Steel, yang digunakan untuk menghitung umur bantalan dengan tipe SKF 23144 CC/ W33 dan Timken 23144 YM dengan load 20 ton:

- Beban slab

  Diket: ρ baja = 7.800 kg/m^3

  v = 10 m/s

  r = 250 mm

$$V = p \times l \times t$$
$$= (8 \times 1{,}3 \times 0{,}25)\ m$$
$$= 2{,}6\ m^3$$

$$\rho = m/v$$
$$7.800 = m/\ 2{,}6\ m^3$$
$$m = 7.800\ kg/m^3 \times 2{,}6\ m^3$$
$$= 20.280\ kg$$
$$= 198.744\ N$$

Dicari: Berapakah Lifetime Bearing/ Umur Bantalan….?

Jawab:

- Rumus jumlah putaran

$$V = \frac{2 \times \pi \times r \times n}{60 \times 1.000}$$

$$n = \frac{v \times 60 \times 1.000}{2 . \pi . r}$$

$$n = \frac{10 \times 60 \times 1.000}{2 \times 3{,}14 \times 250}$$

$$n = \frac{600.000}{1.570}$$

$$n = 382{,}17\ rpm$$

- Gaya radial

$$Fr = \frac{1}{2} \times Pw$$

$$= \frac{1}{2} \times 198.744\ N$$

$$= 99.372\ N$$

- Faktor Tumbukan (Fw)

  Adapun factor tumbukan yang dipilih yaitu 1,2 karena factor tumbukan untuk kerja pada penggiling rol atau alat-alat besar.

- Nilai Faktor V dan e

  Karena cincin dalam berputar maka V = 1 dan e = 0,33 (sumber bearing catalog)

- Perhitungan beban radial ekuivalen dinamis

  Pr = v x Fw x Fr

  = 1 x 1,2 x 99.372

  = 119.246,4 N

- Perhitungan factor putaran (Fn)

$$Fn = \left(\frac{33{,}3}{n}\right)^{3/10}$$

$$= \left(\frac{33{,}3}{382{,}17}\right)^{3/10}$$

$$= 0{,}481 \text{ N}$$

- Perhitungan faktor umur (Fh) bearing tipe SKF 23144 CC /W33

$$Fh = \text{Fn} \cdot \frac{\text{C}}{\text{Pr}}$$

$$= 0{,}481 \ \frac{1.800.000}{119.246{,}4}$$

$$= 7{,}261$$

- Perhitungan umur untuk bantalan rol (Lh)

  Lh = 500 . Fh $^{10/3}$

  = 500 x 7,261 $^{10/3}$

  = 368.203,6 Jam

= 15.341 Hari

= 42 Tahun

- Perhitungan faktor umur (Fh) bearing tipe TIMKEN 23144 YM

$$Fh = \text{Fn} \cdot \frac{\text{C}}{\text{Pr}}$$

$$= 0{,}481 \ \frac{1.630.000}{119.246{,}4}$$

$$= 6{,}574$$

- Perhitungan umur untuk bantalan rol (Lh)

$$\text{Lh} = 500 \cdot \text{Fh}^{10/3}$$

$$= 500 \times 6{,}574^{10/3}$$

= 264.449,5 Jam

= 11.018 Hari

= 30 Tahun

Berdasarkan hasil perhitungan data bearing di atas dapat diketahui bahwa penggunaan bearing SKF 23144 CC/W33 lebih baik dibanding bearing Timken 23144 YM, karena lifetime dari Bearing SKF 23144 CC/ W33 lebih tahan lama dibanding bearing Timken 23144 YM.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Setelah kegiatan Kerja Praktek yang telah dilakukan di PT. Krakatau Steel bagian Hot Strip Mill dapat disimpulkan bahwa:

1. Working Roller Table (WRT) berfungsi untuk membawa slab panas dari furnace menuju roughing mill, letaknya dibagian depan dan belakang roughing mill. Pengoperasiannya dikontrol oleh photocell dan gerakannya dapat dipercepat. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terbentuknya scale baru pada slab yang diakibatkan pendinginan. Disamping itu untuk menjaga temperature tidak berkurang.
2. Daya tahan bearing dalam menerima beban cukup baik dan layak digunakan. Hal terlihat dari nilai yield strength bearing yang lebih besar dari stress von misesnya yaitu (yield strength: 6.204e+008 N/m^2 > stress von mises: 4.668e+006 N/m^2)
3. Penggunaan bearing SKF 23144 CC/ W33 lebih baik dibanding bearing Timken 23144 YM, karena lifetime dari Bearing SKF 23144 CC/ W33 lebih tahan lama yaitu selama 42 tahun dibandingkan dengan bearing Timken 23144 YM yang hanya 30 tahun.

6.2 SARAN

Adapun saran yang dapat diberikan diberikan setelah melakukan kerja praktek ini sehingga dapat menjadi acuan dan bermanfaat kedepannya antara lain:

- Saran untuk mahasiswa yang melakukan kerja praktek sebaiknya lebih memfokuskan hal yang ingin dipelajari selama kerja praktek dan sebisa mungkin dapat memberikan sumbangsih berupa masukan bagi perusahaan
- PT. Krakatau Steel harus lebih meningkatkan sumber daya yang ada untuk menyongsong era globalisasi di bidang teknologi dalam skala nasional agar lebih baik dari yang telah ada.

- Ketepatan waktu, informasi, efisiensi kerja, sumber daya manusia dan kapasitas produk diharapkan dapat lebih ditingkatkan tanpa mengurangi kesejahteran karyawan

DAFTAR PUSTAKA

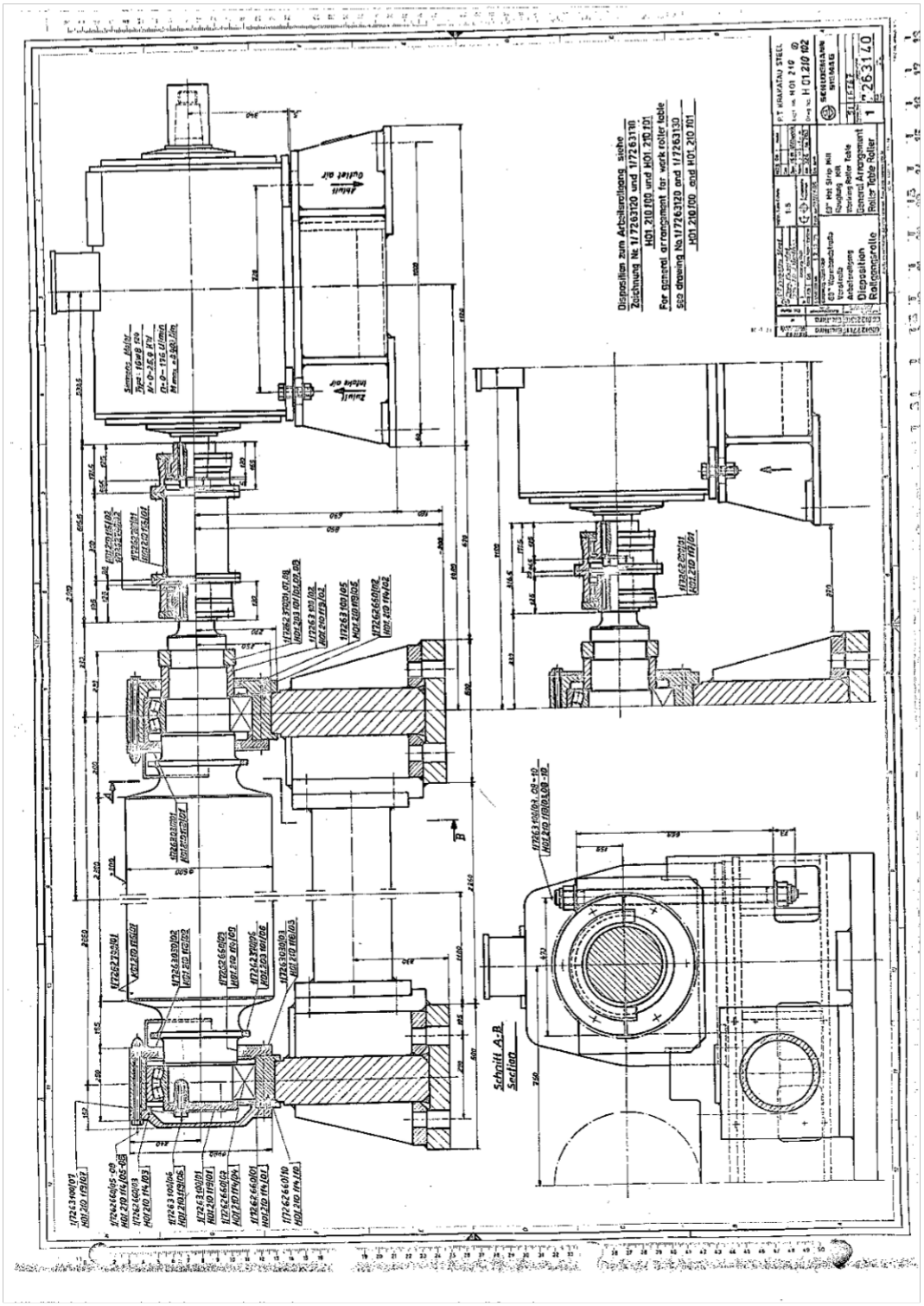
Purna Irawan, Agustinus. 2009. Diktat Elemen Mesin. Jakarta: Universitas Tarumanegara.

Shigley, Joseph Edward dan Larry D. Mitchell. Ahli Bahasa Harahap, Gandhi. 1984. Perencanaan Teknik Mesin. Jakarta: Erlangga

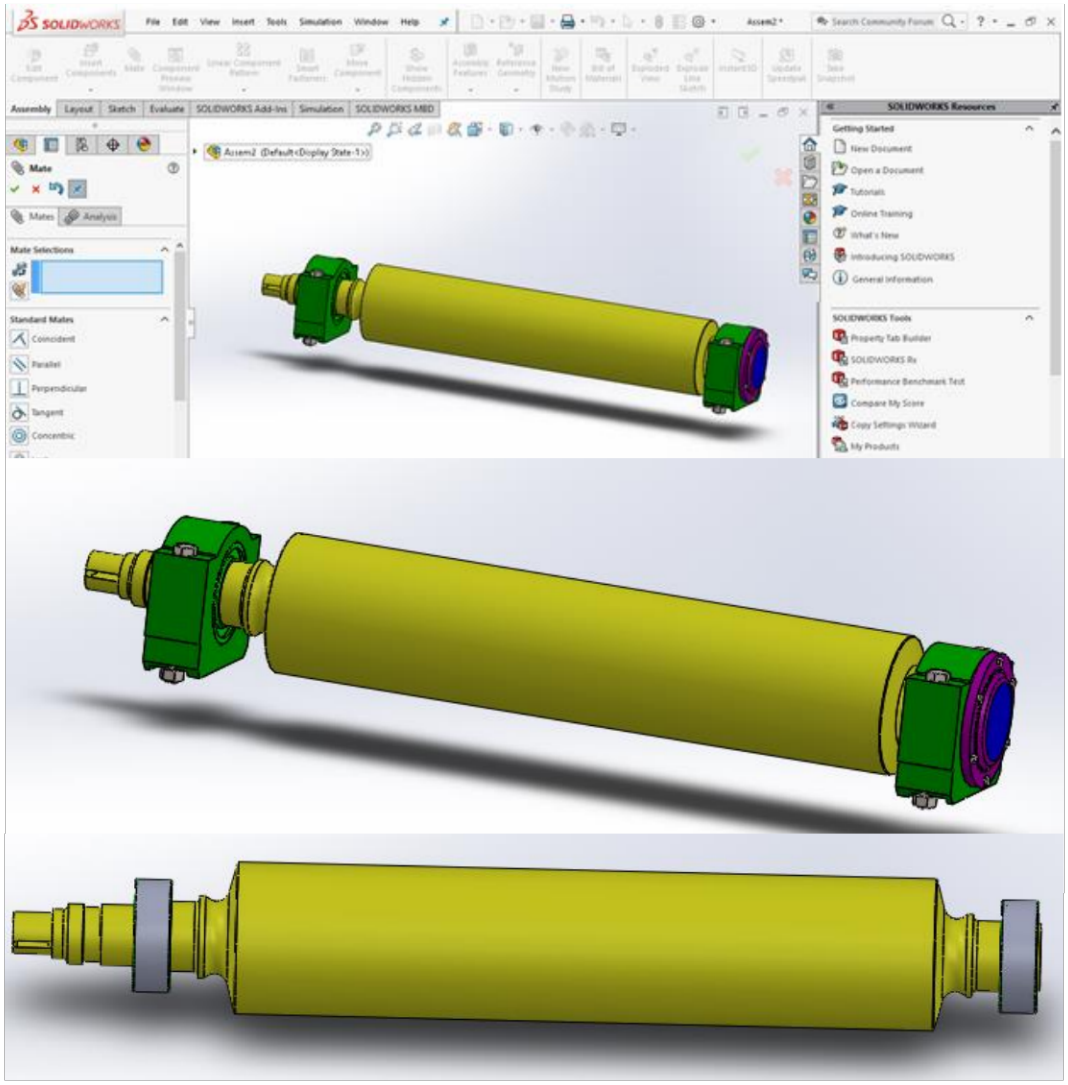
Hamrock, BJ., and Anderson, W.J. 1983. Rolling-Element Bearing, NASA Reference Publication 1150

Shigley's Mechanical Engineering Design, 9 th Edition-McGraw Hil

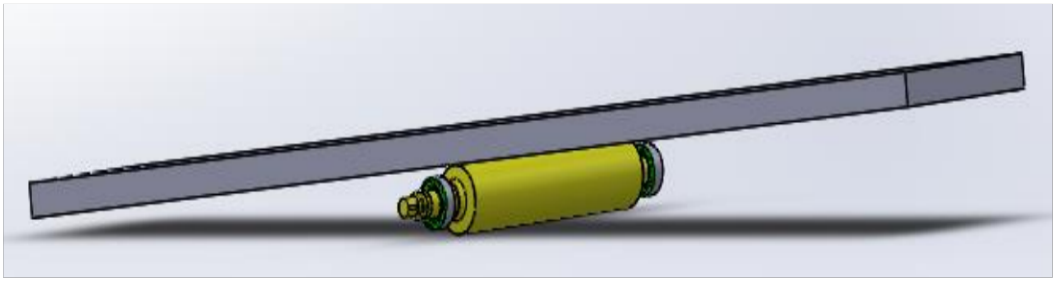
LAMPIRAN



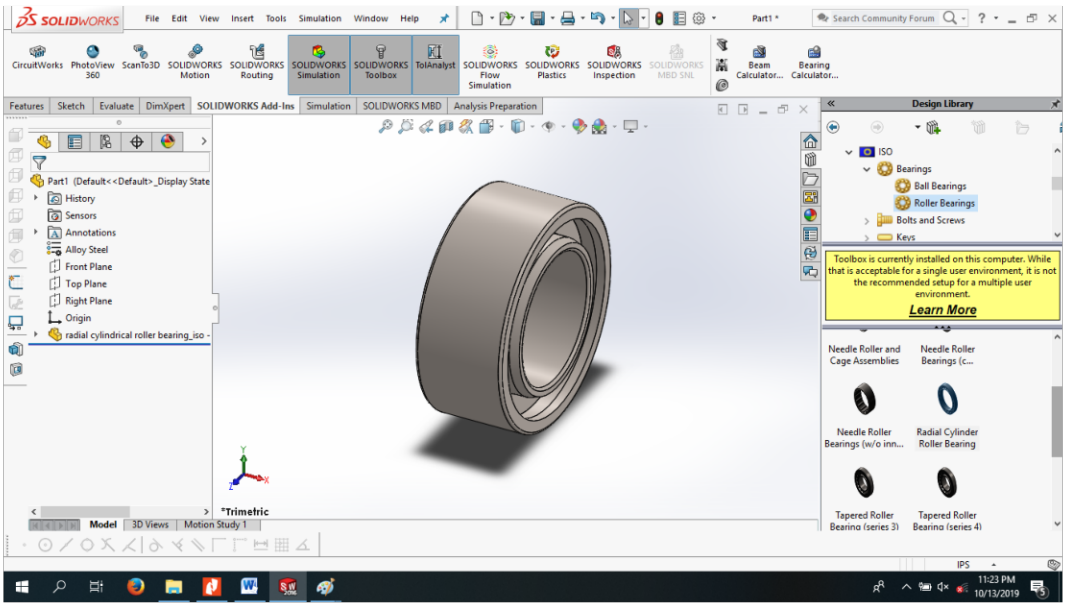
Lampiran 1. Dimensi Working Roller Table PT. Krakatau Steel



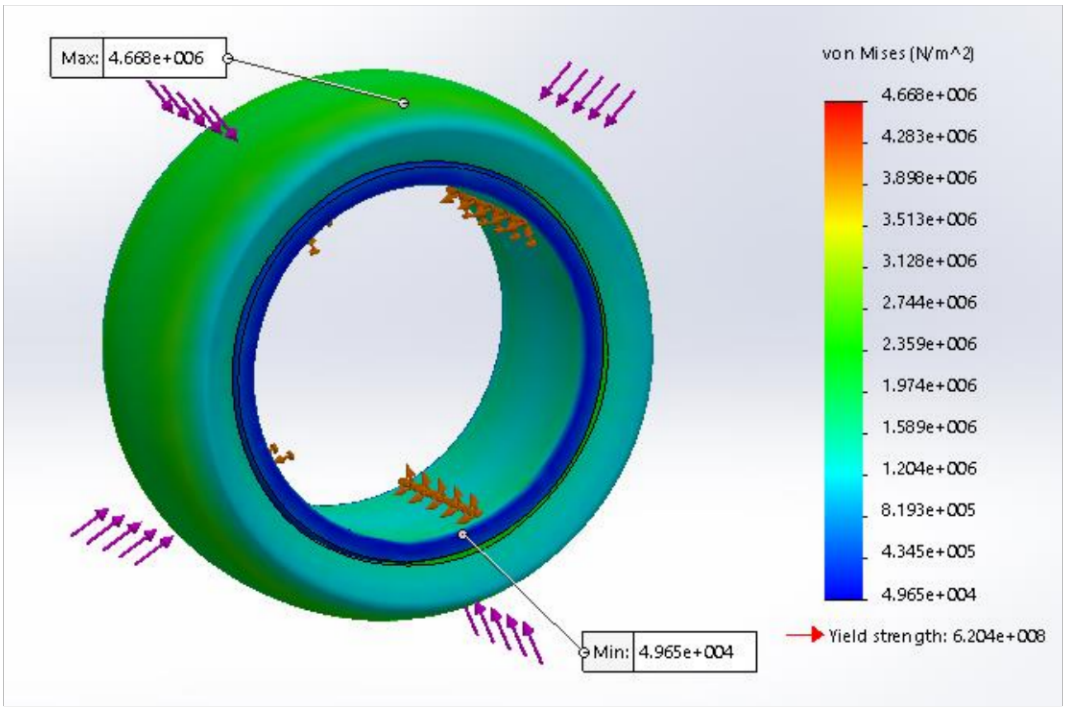
Lampiran 2. Gambar Teknik Part Working Roller Table Menggunakan Solidworks



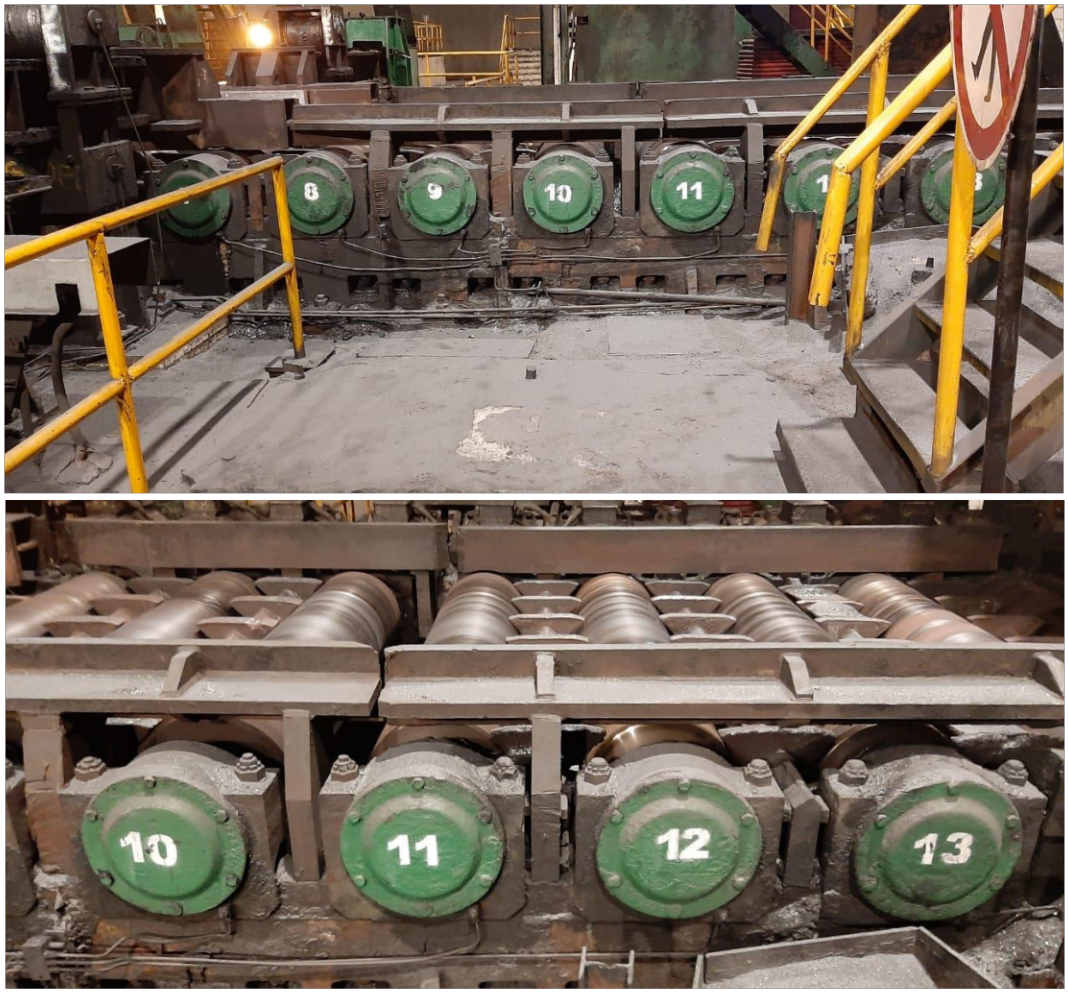
Lampiran 3. Gambar Teknik Simulasi Pembebanan oleh Slab pada Working Roller Table



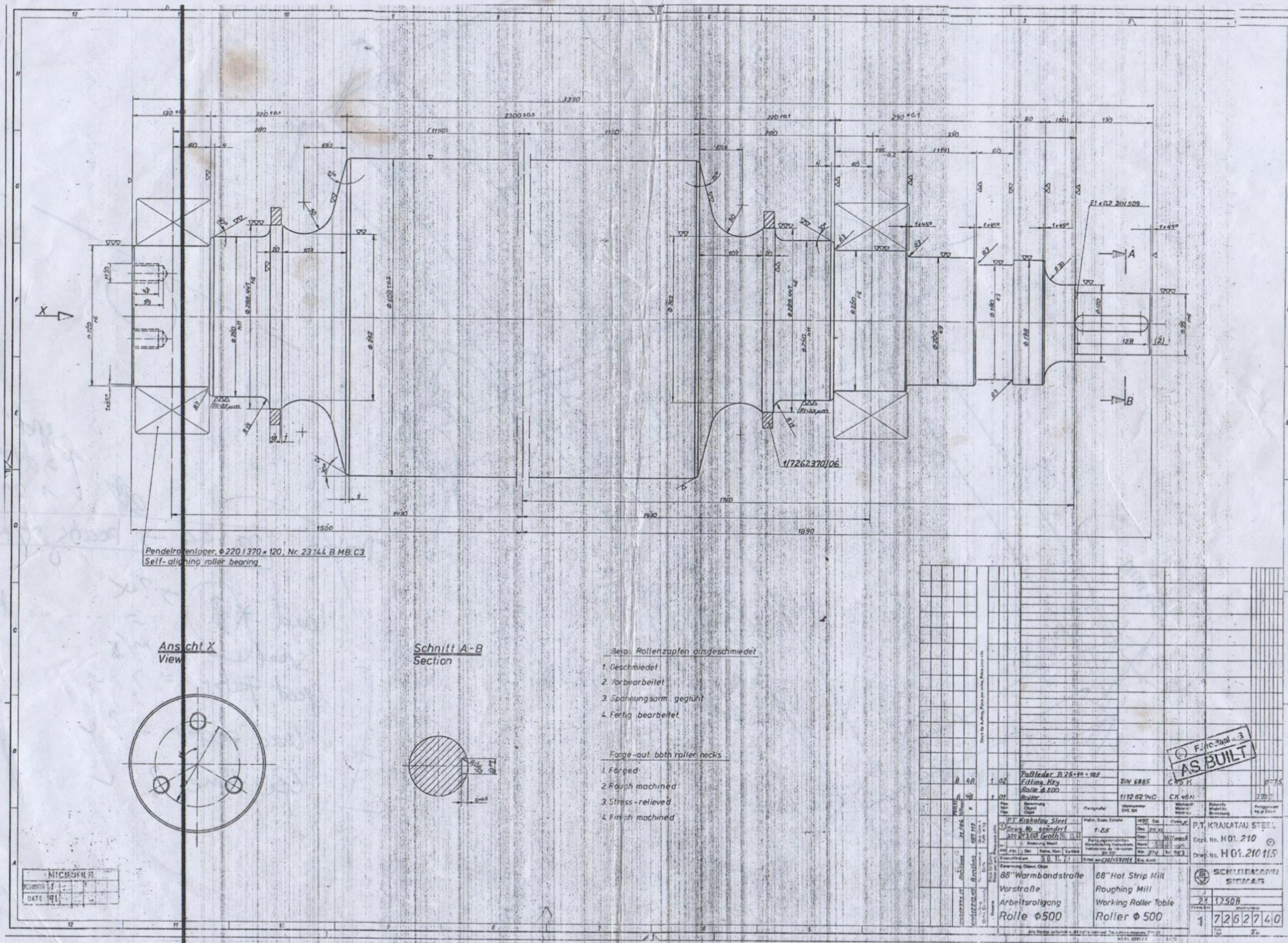
Lampiran 4. Gambar Teknik Bearing Sebelum Dilakukan Simulasi



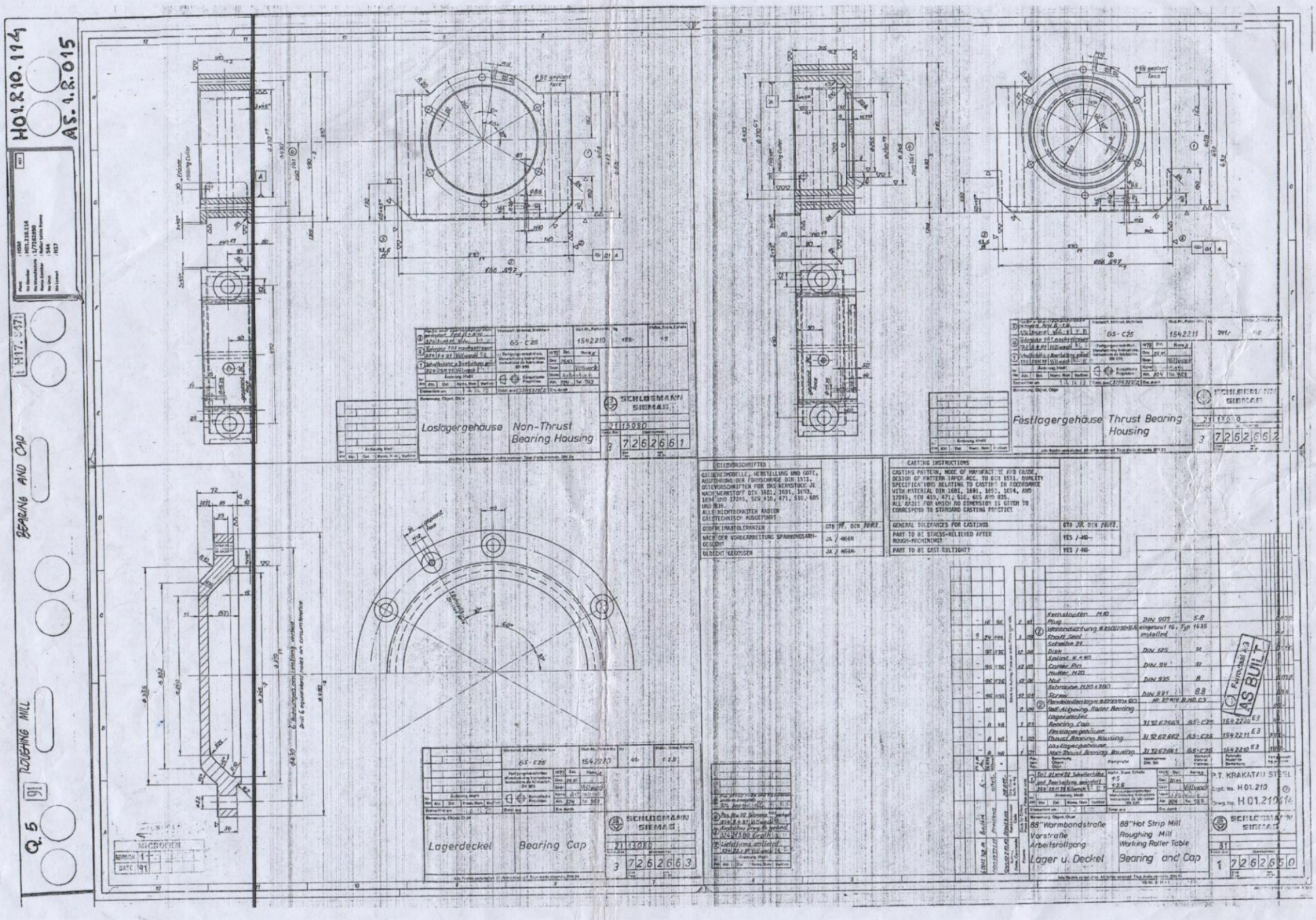
Lampiran 5. Gambar Teknik Bearing Sesudah Dilakukan Simulasi



Lampiran 6. Gambar Working Roller Table di PT. Krakatau Steel Divisi Hot Strip Mill (HSM)



Pendelrollenlager, ϕ220 / 370 × 120, Nr. 23144 B MB C3
Self-aligning roller bearing
1/7262370/06
Ansicht X
View
Schnitt A-B
Section
Beiol. Rollenzapfen ausgeschmiedet
1. Geschmiedet
2. Vorbearbeitet
3. Spannungsarm geglüht
4. Fertig bearbeitet
Forge-out both roller necks
1. Forged
2. Rough machined
3. Stress-relieved
4. Finish machined
Paßfeder B 25 × 14 × 183
Fitting Key
Rolle ϕ500
Roller
DIN 6885
1/7262740
CK 45 N
1:25
AS BUILT
P.T. KRAKATAU STEEL
Eqpt. No. H01.210
Draw. No. H01.210.115
88" Warmbandstraße
Vorstraße
Arbeitsrollgang
Rolle ϕ500
88" Hot Strip Mill
Roughing Mill
Working Roller Table
Roller ϕ 500
SCHLOEMANN SIEMAG
7262740


H01.8.10.114
AS.1.8.015
Q.5
BEARING AND CAP
ROUGHING MILL
Loslagergehäuse Non-Thrust Bearing Housing
Festlagergehäuse Thrust Bearing Housing
Lagerdeckel Bearing Cap
GUSSVORSCHRIFTEN
CASTING INSTRUCTIONS
SCHLOEMANN SIEMAG
P.T. KRAKATAU STEEL
89" Warmbandstraße
Vorstraße
Arbeitsrollgang
Lager u. Deckel
89" Hot Strip Mill
Roughing Mill
Working Roller Table
Bearing and Cap
AS BUILT