



TUGAS AKHIR - ME184834

**OPTIMASI PEMILIHAN JALUR CONVEYOR PADA COAL
HANDLING SYSTEM DAN JADWAL PERAWATAN DENGAN
SIMULASI SISTEM TERINTEGRASI DI PLTU PAITON**

**WISHNU IBRAHIE
NRP. 04211640000092**

**Dosen Pembimbing
Ir. Dwi Priyanta, MSE.
Nurhadi Siswantoro, S.T., M.T.**

**Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
2020**



SKRIPSI - ME184834

**OPTIMASI PEMILIHAN JALUR CONVEYOR PADA COAL HANDLING SYSTEM
DAN JADWAL PERAWATAN DENGAN SIMULASI SISTEM TERINTEGRASI DI
PLTU PAITON**

WISHNU IBRAHIEM
04211640000092

DOSEN PEMBIMBING
Ir. Dwi Priyanta, MSE
Nurhadi Siswantoro, S.T., M.T

DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

Halaman ini sengaja dikosongkan



BACHELOR THESIS - ME184834

**OPTIMIZATION OF CONVEYOR SELECTION ON COAL HANDLING SYSTEM AND
MAINTENANCE SCHEDULE WITH INTEGRATED SYSTEM SIMULATION IN PLTU
PAITON**

WISHNU IBRAHIEM
04211640000092

SUPERVISORS
Ir. Dwi Priyanta, MSE
Nurhadi Siswantoro, S.T., M.T

DEPARTEMENT OF MARINE ENGINEERING
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020

This page is intentionally left blank

LEMBAR PENGESAHAN

**OPTIMASI PEMILIHAN JALUR CONVEYOR PADA COAL HANDLING
SYSTEM DAN JADWAL PERAWATAN DENGAN SIMULASI SISTEM
TERINTEGRASI DI PLTU PAITON**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

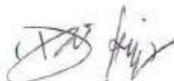
Bidang Studi *Digital Marine Operation and Maintenance* (DMOM)
Program Studi S-1, Departemen Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

WISHNU IBRAHIEM
NRP. 0421 16 4000 0092

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Ir. Dwi Priyanta, M. SE.
NIP. 196807031994021001



Nurhadi Siswantoro, S.T., M.T.
NIP. 1992201711049



SURABAYA,

JULI, 2020

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMASI PEMILIHAN JALUR CONVEYOR PADA COAL HANDLING SYSTEM DAN JADWAL PERAWATAN DENGAN SIMULASI SISTEM TERINTEGRASI DI PLTU PAITON

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Pada

Bidang Studi *Digital Marine Operation and Maintenance* (DMOM)

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Penulis:

Wishnu Ibrahiem

NRP. 04211640000092



NIP. 197903192008011008

SURABAYA

AGUSTUS, 2020

OPTIMASI PEMILIHAN JALUR CONVEYOR PADA *COAL HANDLING SYSTEM* DAN JADWAL PERAWATAN DENGAN SIMULASI SISTEM TERINTEGRASI DI PLTU PAITON

Nama mahasiswa : Wishnu Ibrahem
NRP : 04211640000092
Pembimbing : 1. Ir. Dwi Priyanta, MSE
 2. Nurhadi Siswantoro, S.T., M.T.

ABSTRAK

PT.POMI PLTU Paiton Unit 7&8 sebagai salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi listrik di Jawa Timur. Supaya proses produksi berjalan dengan lancar maka peralatan atau mesin-mesin harus dalam keadaan prima. *Conveyor system* merupakan salah satu mesin pendukung produksi yaitu sebagai alat angkut batubara. *Conveyor system* perlu dilakukan perawatan diwaktu yang tepat. Pada penelitian ini menyajikan sistem simulasi 3D pemeliharaan peralatan pembangkit listrik, berdasarkan Autodesk Fusion360. Sistem ini tidak hanya digunakan untuk membangun menjadi 3D, tetapi dapat menganalisis *static stress* dan perhitungan *safety factor* seluruh konstruksi. Terkait sistem pemeliharannya berdasarkan standarisasi perawatan oleh pihak PT. POMI PLTU Paiton Unit 7&8, serta hal yang paling penting yaitu untuk mengoptimasi pemilihan jalur conveyor dan penentuan jadwal *maintenance* yang terprediksi. Penelitian ini akan dimulai dengan identifikasi masalah, pengumpulan data, analisa, tahap pengoperasian sistem sismulasi terintegrasi berbasis teknologi 3D dan penentuan jadwal maintenance. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat meminimalisir terjadinya *miss-scheduled* dan meningkatkan ketepatan dalam eksekusi *item* yang bermasalah dalam menentukan *maintenance*. Penentuan terkait bagian conveyor yang akan di-*maintenance* berdasarkan nilai *safety factor* terendah dari hasil perancangan desain konstruksi 12 jalur conveyor, 38 part conveyor menggunakan Autodesk Fusion360. Simulasi yang digunakan ialah pengujian *static stress von mises* terhadap seluruh rancang desain conveyor dan memprioritas 10 conveyor dengan nilai *safety factor* terendah untuk diberi penanganan *maintenance* terlebih dahulu berdasarkan *strategy preventive maintenance* EPRI FMAC: Coal Handling System Maintenance Guide 1013349.

Kata kunci: Sistem simulasi 3D, *maintenance*, *coal handling system*, conveyor, *safety factor*, *static stress*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

OPTIMIZATION OF CONVEYOR SELECTION ON *COAL HANDLING SYSTEM* AND MAINTENANCE SCHEDULE WITH INTEGRATED SYSTEM SIMULATION IN PLTU PAITON

Name : Wishnu Ibrahim
NRP : 04211640000092
Supervisors : 1. Ir. Dwi Priyanta, MSE
 2. Nurhadi Siswantoro, S.T., M.T.

ABSTRACT

PT.POMI PLTU Paiton Unit 7 & 8 as one of the companies engaged in the field of electricity production in East Java. For the production process to run smoothly, the equipment or machinery must be in top condition. The conveyor system is one of the supporting machines for production, namely as a conveyance of coal. The conveyor system needs to be maintained at the right time. In this research, I present a 3D simulation system for maintaining power generation equipment, based on Autodesk Fusion360. This system is not only used to build into 3D, but can analyze static stress and calculate the entire safety factor of construction. Related to the maintenance system based on standardization of care by the PT. Paiton PLTU Units 7 & 8, and the most important thing is to optimize the selection of conveyor lines and the selection of a predictable maintenance schedule. This research will begin by gathering problems, collecting data, analyzing, controlling the system, managing 3D and managing maintenance schedules. The results of this study are expected to minimize approved miss-schedules in determining maintenance and become focused to maintenance execute. Parts conveyors that will be maintained are based on the lowest safety factor value from the design results of 12 conveyor lines, 38 conveyor parts use Autodesk Fusion360. The simulation used is von mises static stress testing of all conveyor design designs and prioritizes the 10 conveyors with the lowest safety factor values to obtain previously issued maintenance based on the EPRI FMAC preventive maintenance strategy: Guide to Maintenance of Coal Handling Systems 1013349.

Keywords: 3D simulation system, maintenance, coal handling system, conveyor, safety factor, static stress.

This page is intentionally left blank

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan atas rahmat dan kuasa Allah SWT, karena dengan nikmat rahmat, berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik, lancar dan tepat waktu. Tugas akhir yang berjudul “Optimasi Pemilihan Jalur Conveyor Pada *Coal Handling System* dan Jadwal Perawatan dengan Simulasi Sistem Terintegrasi di PLTU Paiton” ini diajukan sebagai salah satu persyaratan kelulusan program strata satu teknik di Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam menulis tugas akhir ini, penulis banyak mendapat dukungan dari beberapa pihak seperti sebagai berikut :

1. Allah SWT atas segala nikmat dan kuasa-Nya, serta junjungan besar Nabi Muhammad SAW yang telah memimpin kita ke jalan yang benar,
2. Papa, Mama, Mbak Achy dan Mbak Ana yang selalu memberikan semangat dan doanya setiap hari,
3. Bapak Beny Cahyono, S.T., M.T., Ph. D. selaku Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan FTK-ITS,
4. Bapak Ir. Dwi Priyanta, M.SE., dan Bapak Nurhadi Siswantowo, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis,
5. Bapak Kunkun selaku perwakilan departemen *maintenance* PT.POMI PLTU Paiton Unit 3 dan 7&8 yang menjadi pembimbing penulis beserta para karyawan lainnya dari departemen *fuel and ash* maupun *engineering* yang telah memberikan penulis kesempatan untuk mengambil data serta berdiskusi mengenai tugas akhir yang penulis buat selama di PT. POMI PLTU Paiton Unit 7&8,
6. Ibu Safina Pahlawani selaku Administrasi dari PT. POMI PLTU Paiton Unit 7&8 dan Bapak Bambang Jiwantoro selaku CSR dan Facility Manager yang membantu dalam mengurus perizinan pengambilan data kerahasiaan perusahaan,
7. Tim penguji bidang DMOM, Bapak Dr. Eng. Muhammad Badrus Zaman, S.T., M.T., Bapak Ir. Dwi Priyanta, M.SE., Bapak Ir. Hari Prastowo, M.Sc., Bapak Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc. dan Bapak Nurhadi Siswantoro, S.T., M.T.,
8. Bapak Dr. Eddy Setyo Koenhardono, S.T., M.Sc., selaku dosen wali penullis selama belajar di Teknik Sistem Perkapalan ITS,
9. Nikky Damaysari selaku penyemangat dan motivasi penulis untuk segera menyelesaikan tugas akhir.
10. Teman-teman Maintenance Consultant selaku grup bimbingan penulis selama penyelesaian tugas akhir.

11. Keluarga dan teman seperjuangan Voyage '16 P-56 dan member Laboratorium Digital Marine Operation and Maintenance (DMOM) yang telah memberikan banyak bantuan dan do'a selama penulis kuliah.
12. Ian Reyhan Junior dan Nadya selaku rekan diskusi penulis dari Departemen Desain Produk ITS yang turut serta membantu dalam proses penyelesaian tugas akhir.
13. Pihak – pihak lainnya yang berperan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini terdapat banyak kendala dan keterbatas ilmu pengetahuan serta wawasan penulis menjadikan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi penulisan yang lebih baik di kemudian hari. Penulis juga memohon maaf apabila dalam proses penggerjaan tugas akhir ini terdapat banyak kesalahan yang disengaja maupun tidak disengaja. Besar harapan penulis, bahwasanya tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis secara khusus, pembaca, serta nusa dan bangsa. Semoga Allah SWT melimpahkan Rahmat, Karunia dan kasih sayang-Nya kepada kita semua. Terima kasih.

Surabaya, Agustus 2020

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	x
KATA PENGANTAR.....	xii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Konstribusi	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Penelitian Terkait.....	5
2.2 Conveyor	9
2.3 Sistem <i>Coal Flow</i>	12
2.3.1 General Arrangement Coal Handling System	13
2.4 Peralatan Utama <i>Coal Handling System</i>	13
2.5 Kondisi Batubara.....	14
2.6 Weight and Measurement Conveyor.....	15
2.7 Simulasi Permodelan dengan Fusion 360	16
2.8 Tegangan (<i>Stress</i>).....	17
2.9 Faktor Keamanan (<i>Safety Factor</i>).....	17
2.10 Rekomendasi Penentuan Jadwal Perawatan.....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20

3.1	Identifikasi Masalah.....	22
3.2	Pengumpulan Data	22
3.3	Analisa Data.....	23
3.4	The 3D Simulation Integrated System dengan Fusion 360	23
3.5	Pengoperasian	24
3.6	Rekomendasi Penentuan Jadwal Perawatan	24
3.7	Kesimpulan dan Saran	24
	BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	26
4.1	Pengumpulan Data dan Informasi.....	26
4.2	Sistem Conveyor.....	26
4.2.1	Conveyor A-1	27
4.2.2	Conveyor A-2	28
4.2.3	Conveyor B-1 dan B-2.....	28
4.2.4	Conveyor C-2.....	29
4.2.5	Conveyor C-4.....	30
4.2.6	Conveyor E-2 dan E-3	31
4.2.7	Conveyor E-4 dan E-5	32
4.2.8	Conveyor G-1 dan G-2	32
4.3	Perhitungan Static Stress Analysis Von Mises dan Safety Factor.....	33
4.3.1	Sifat Material.....	34
4.4	Permodelan dan Hasil <i>Safety Factor</i>	34
4.4.1	Conveyor A-1 dan A-2.....	35
4.4.2	Conveyor B-1 dan B-2	38
4.4.3	Conveyor C-2 dan C-4	41
4.4.4	Conveyor E-2 dan E-3.....	45
4.4.5	Conveyor E-4 dan E-5.....	46
4.4.6	Conveyor G-1 dan G-2.....	51
4.5	Rakapitulasi Hasil Analisa Tegangan dan Perhitungan <i>Safety Factor</i> .	53
4.5.1	Conveyor E-2 dan E-3 (Part 3)	53

4.5.2	Conveyor E-4 dan E-5 (Part 6).....	54
4.5.3	Conveyor E-2 dan E-3 (Part 2).....	55
4.5.4	Conveyor E-4 dan E-5 (Part 2).....	56
4.5.5	Conveyor G-1 dan G-2 (Part 3).....	56
4.5.6	Conveyor C-2 dan C-4 (Part 2, Bidang Miring).....	57
4.5.7	Conveyor B-1 dan B-2 (Part 2, Bidang Lurus)	58
4.5.8	Conveyor C-2 dan C-4 (Part 1, Bidang Miring).....	59
4.5.9	Conveyor E-4 dan E-5 (Part 3).....	60
4.5.10	Conveyor E-4 dan E-5 (Part 4).....	61
4.6	Rekomendasi Pelaksanaan Kegiatan Perawatan	62
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA	66	
LAMPIRAN	68	

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bar Diagram Top Ten Labor Hours Dec 2017	1
Gambar 2.7 General Arrangement Coal Handling System PT.POMI PLTU Paiton Unit 3, 7&8	13
Gambar 2.8 Komponen Conveyor Belt Systems.....	14
Gambar 2.9 Coal Report Test Maret 2020.....	15
Gambar 3.1 Flow Chart Pengerjaan Skripsi (1)	20
Gambar 3.2 Flow Chart Pengerjaan Skripsi (2)	21
Gambar 4.1 Conveyor A-1	27
Gambar 4.2 Conveyor A-2	28
Gambar 4.3 Conveyor B-1 dan B-2	29
Gambar 4.4 Conveyor C-2.....	30
Gambar 4.5 Conveyor C-4.....	30
Gambar 4.6 Conveyor E-2 dan E-3	31
Gambar 4.7 Conveyor E-4 dan E-5	32
Gambar 4.8 Conveyor G-1 dan G-2	33
Gambar 4.9 Material Properties.....	34
Gambar 4.10 Permodelan 3D Conveyor A-1 dan A-2	35
Gambar 4.12 Permodelan 3D Conveyor B-1 dan B-2	38
Gambar 4.13 Permodelan 3D Conveyor C-2 dan C-4.....	42
Gambar 4.14 Permodelan 3D Conveyor E-2 dan E-3	45
Gambar 4.15 Permodelan 3D Conveyor E-4 dan E-5	47
Gambar 4.16 Permodelan 3D Conveyor G-1 dan G-2	52
Gambar 4.5.1 Permodelan Desain Conveyor E-2 dan E-3 (Part 3)	54
Gambar 4.5.2 Permodelan Desain Conveyor E-4 dan E-5 (Part 6)	55
Gambar 4.5.3 Permodelan Desain Conveyor E-2 dan E-3 (Part 2)	55
Gambar 4.5.4 Permodelan Desain Conveyor E-4 dan E-5 (Part 2)	56

Gambar 4.5.5 Permodelan Desain Conveyor G-1 dan G-2 (Part 3).....	57
Gambar 4.5.6 Permodelan Desain Conveyor C-2 dan C-4 (Part 2, Bidang Miring)	58
Gambar 4.5.7 Permodelan Desain Conveyor B-1 dan B-2 (Part 2, Bidang Lurus)	59
Gambar 4.5.8 Permodelan Desain Conveyor C-2 dan C-4 (Part 1, Bidang Miring)	60
Gambar 4.5.9 Permodelan Desain Conveyor E-4 dan E-5 (Part 3).....	61
Gambar 4.5.10 Permodelan Desain Conveyor E-4 dan E-5 (Part 4).....	62

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tabel <i>Coal Handling Preventive Maintenance Strategy</i> 2017 PLTU Paiton Unit 3, 7&8	2
Tabel 2.6.1 Weight and Measurement Conveyor.....	15
Tabel 3.2. Daftar Pengumpulan Data yang Diperlukan	23
Tabel 4.4.1 Hasil <i>Static Stress Test</i> dan <i>Safety Factor</i> Conveyor A-1 dan A-2.35	
Tabel 4.4.2 Hasil <i>Static Stress Test</i> dan <i>Safety Factor</i> Conveyor B-1 dan B-2.38	
Tabel 4.4.3 Hasil <i>Static Stress Test</i> dan <i>Safety Factor</i> Conveyor C-2 dan C-4.42	
Tabel 4.4.3 Hasil <i>Static Stress Test</i> dan <i>Safety Factor</i> Conveyor E-2 dan E-3..45	
Tabel 4.4.5 Hasil <i>Static Stress Test</i> dan <i>Safety Factor</i> Conveyor E-4 dan E-5..47	
Tabel 4.4.5 Hasil <i>Static Stress Test</i> dan <i>Safety Factor</i> Conveyor G-1 dan G-2.52	
Tabel 4.6 Rekomendasi Maintenance Task Berdasarkan EPRI FMAC: Coal Handling System Maintenance Guide 1013349.....	63

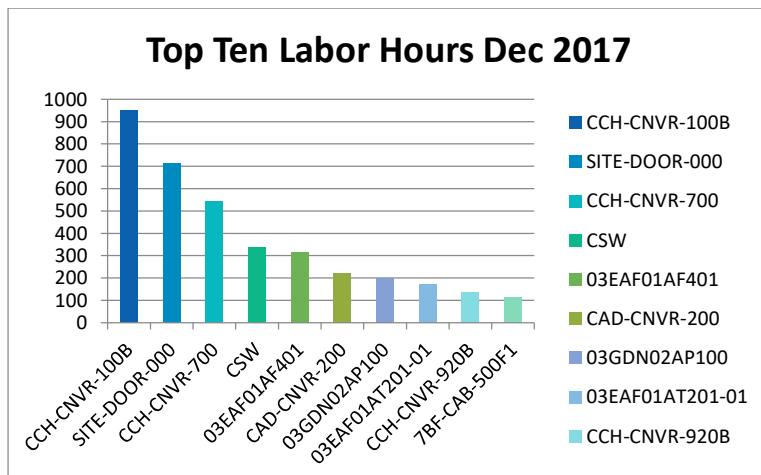
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring perkembangan pesat perusahaan listrik di Indonesia dalam bidang konstruksi informasi, disitu pula terdapat *demand* yang lebih tinggi untuk pemeliharaan dan manajemen peralatan. Untuk memenuhi *demand* ini, dibutuhkan sebuah penelitian untuk merancang dan mengembangkan sistem manajemen dan pemeliharaan peralatan. Sekarang mayoritas pemeliharaan pembangkit listrik adalah tergantung pada pesanan perawatan atau paket perawatan masih sangat sedikit. Beberapa perusahaan memiliki "Manajemen Sistem Informasi ". Sistem ini sangat penting tetapi tidak ditargetkan. Manajemen pemeliharaan peralatan hanya mengelola informasi *basement* perangkat. Fungsinya masih kurang terhadap maintenance personnel. Sistem perawatan peralatan berbasis teknologi simulasi 3D juga masih sedikit. Sistem ini bertujuan untuk mensimulasikan dari konstruksi bangunan, *safety factor*, analisa tegangan dan jadwal pemeliharaan, pada saat yang sama untuk meningkatkan manajemen peralatan sehari-hari. Sistem tersebut akan mencapai standarisasi manajemen peralatan secara keseluruhan di pembangkit listrik dari pemeliharaan peralatan pembangkit listrik. Sehingga orang-orang dapat memahami kondisi konstruksi bangunan, *safety factor*, analisa tegangan dan jadwal pemeliharaan secara sistematis. Karena semakin meningkatnya fitur simulasi 3D yang kuat dari perangkat lunak Autodesk Fusion360. Sistem ini memiliki keterkaitan yang kuat, dapat memandu peralatan pemeliharaan dan pengelolaan pembangkit listrik, juga bisa meningkatkan efisiensi manajemen pemeliharaan peralatan dan juga dapat meningkatkan keakuratan pemeliharaan.



Gambar 1.1 Bar Diagram Top Ten Labor Hours Dec 2017
Sumber: Data Departemen Maintenance PLTU Paiton Unit 7&8

Pemeliharaan pada sebuah industri pun harus diketahui dan disadari oleh semua pihak yang bersangkutan agar pemeliharaan bisa dilakukan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Berdasarkan data yang diperoleh pada Gambar 1.1, menyatakan bahwa CCH-CNVR (Conveyor) merupakan alat yang memiliki jam kerja paling banyak dibandingkan dengan mesin yang lainnya. Pada pembangkit listrik di Paiton, Probolinggo, Jawa Timur. PLTU Paiton memproduksi listrik mencapai 850 MW. Untuk mencapai target produksi setiap harinya, proses produksi dilakukan setiap hari selama 24 jam selama 1 tahun. Dalam proses produksi listrik di PLTU, tentu saja membutuhkan energi untuk proses tersebut. Energi yang digunakan dalam pembangkit listrik ini berasal dari batubara. Proses penyediaan bahan bakar batubara di pembangkit listrik biasanya disebut *Coal Handling System*. Proses ini dimulai dalam proses batubara yang baru saja memasuki kapal dan kemudian ditempatkan di daerah yang disebut coal pile melalui proses stacking. Stacking adalah proses memindahkan batubara dari tongkang ke tumpukan batubara. Diperlukan proses reclaiming, di mana dalam proses ini batubara dipindahkan dari coal pile ke coal silo. Batubara dikeruk dan dipindahkan dari tumpukan batubara menggunakan stacker dan reclamer kemudian diangkut dengan conveyor ke silo batubara. Dalam rangka mencapai target tersebut setiap harinya dituntut adanya kelancaran proses pengiriman batubara dari jetty hingga mencapai surface burner boiler menggunakan mesin bernama belt conveyor.

Belt Conveyor merupakan salah satu angkut yang paling banyak dipakai di industri. Selain jarak yang bisa ditempuh cukup jauh alat ini juga mempunyai kapasitas angkut yang cukup besar.

**Tabel 1.1 Tabel Coal Handling Preventive Maintenance Strategy 2017
PLTU Paiton Unit 3, 7&8**

Sumber: *Preventive Maintenance Document* Departemen Maintenance

No.	FM Tag	Task	PM Interval
1.	CCH-CNVR-310	Visual inspection locking device bolts	Daily
2.	CCH-CNVR-310	Visual inspection pulley locking device	Daily
3.	CCH-CNVR-400	Analysis gear to reducer	Weekly
4.	CCH-CNVR-400M	Lubrication motor bearing	3 Months
5.	CCH-CNVR-500	Cleaning idlers	Weekly
6.	CCH-CNVR-510	Visual inspection gear	Daily
7.	CCH-CNVR-600	Operator checks control power cable connection	Daily
8.	CCH-CNVR-700	Visual inspection conveyor belt	Daily

9.	CCH-CNVR-800A	Analysis motor bearing	Monthly
10.	CCH-CNVR-800B	Visual inspection conveyor belt	Daily

Berdasarkan data yang diperoleh pun, belt conveyor merupakan alat yang harus *dimaintenance* setiap hari, sehingga sangat diperlukan pemeliharaan yang disiplin dan tidak diperkenankan adanya penundaan lagi seperti yang telah terjadi selama ini. Dalam pelaksanaannya, belt conveyor sering mengalami permasalahan seperti berkurangnya kapasitas angkut, kecepatan belt yang tidak sesuai, rusaknya bearing pada roller, sobeknya belt dan kejadian lain sebagainya. Maka diperlukan maintenance secara terjadwal dan tidak boleh diabaikan, akan tetapi permasalahan yang ada pada PLTU Paiton Unit 7&8 ialah sering terjadinya pembatalan jadwal maintenance untuk alat di coal handling system dan penanganan *maintenance* yang tidak mematuhi prosedur melainkan berdasarkan pengalaman terhadulu oleh pihak departemen fuel & ash selaku penanggung jawab area coal. Pada penelitian ini, penulis memberikan sebuah solusi untuk meminimalisir kesalahan yang sudah terjadi dengan menciptakan sebuah sistem yang dapat mengintegrasikan semua conveyor di Unit 7&8 dengan mengandalkan perhitungan faktor keamanan (*safety factor*) serta analisa tegangan (*static stress analysis*) pada setiap mesin conveyor. Software yang digunakan ialah Autodesk Fusion360. Outputnya, menghasilkan jalur conveyor yang harus diprioritaskan untuk diberikan perawatan dan jadwal perawatan dengan berpedoman dari EPRI (*Electric Power Research Institute*) FMAC: *Coal Handling System Maintenance Guide 1013349* dan *Equipment Manual Operation Coal Handling System Service* oleh Mitsubishi Heavy Industries.

Dengan demikian usaha perawatan untuk mesin di coal handling system serta pemilihan jalur conveyor yang lebih selektif dapat tertangani dan disadari oleh semua departemen sehingga sangat mendukung produksi perusahaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas didapatkan rumusan masalah supaya bahasan lebih terarah :

1. Bagaimana cara menerapkan seluruh conveyor ke dalam sistem simulasi terintegrasi berbasis permodelan 3D dan penentuan jadwal perawatan?
2. Bagaimana cara menentukan *safety factor* dan *static stress analysis* pada conveyor?
3. Bagaimana cara mengoperasikan sistem simulasi terintegrasi untuk optimasi pemilihan conveyor dan mengetahui jadwal perawatan yang *predictable*?

1.3 Tujuan

Dari rumusan masalah diatas dapat diketahui tujuan sebagai berikut :

1. Untuk menerapkan seluruh conveyor ke dalam sistem simulasi terintegrasi berbasis permodelan 3D dan penentuan jadwal perawatan.

- Untuk menentukan *safety factor* dan *static stress analysis* pada conveyor.
- Untuk mengoperasikan sistem simulasi terintegrasi berbasis simulasi teknologi 3D untuk optimasi pemilihan conveyor dan mengetahui jadwal perawatan yang *predictable*.

1.4 Batasan Masalah

Dari luasnya masalah yang muncul dalam penyusunan tugas akhir yang dibuat, maka penyusun memberi batasan masalah sebagai berikut :

- Sebuah sistem simulasi terintegrasi berbasis simulasi teknologi 3D untuk coal handling system.
- Data kondisi *local* diambil dari coal handling building control di PT. POMI PLTU Paiton Unit 7&8.
- Equipment Manual Operation Conveyor* di PT. POMI PLTU Paiton Unit 7&8
- General Arrangement Coal Handling System* PT.POMI PLTU Paiton Unit 7&8
- EPRI FMAC: Coal Handling Maintenance Guide 1013349

1.5 Konstribusi

Dari tujuan diatas didapatkan manfaat seperti berikut :

- Menciptakan sistem baru yang terintegrasi berbasis simulasi teknologi 3D dalam upaya optimasi pemilihan jalur conveyor dan jadwal pemeliharaan yang *predictable*.
- Menentukan *safety factor* dan *static stress analysis* untuk semua konstruksi conveyor di PT. POMI PLTU Paiton Unit 7&8
- Dapat membantu memberi keputusan untuk jadwal pemeliharaan mesin pada coal handling system terutama conveyor.

BAB II

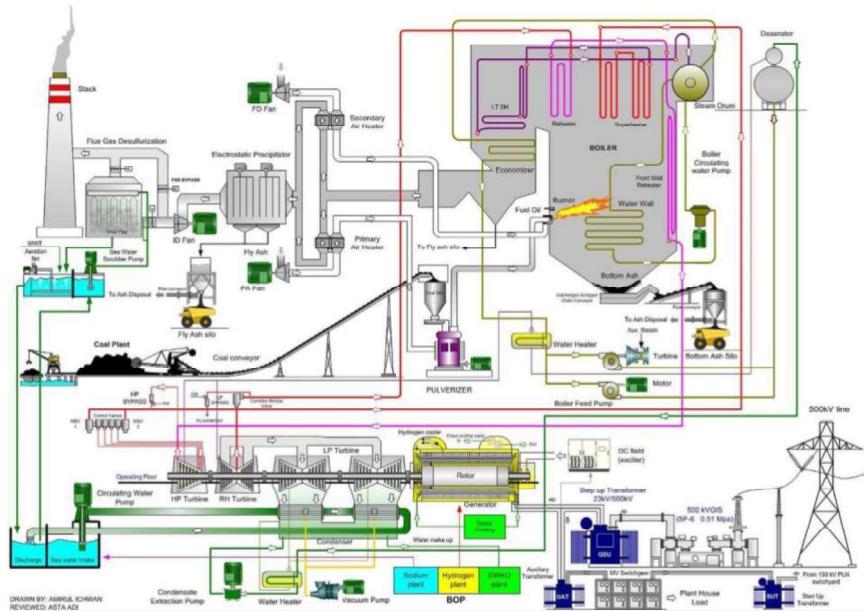
KAJIAN PUSTAKA

2.1 Kajian Penelitian Terkait

Pada proses pembangkitan tenaga listrik diperlukan kontinuitas produksi energi listrik. PT. POMI sendiri merupakan salah satu Pembangkit Listrik yang menyuplai listrik untuk wilayah Jawa dan Bali. Dengan kapasitas total 1230 MW net atau 615 MW net untuk per unitnya, PLTU Paiton Unit 7 dan 8 diharapkan mampu memenuhi kebutuhan listrik masyarakat wilayah Jawa dan Bali. Dalam mensuplai listrik untuk kebutuhan wilayah Jawa dan Bali tersebut, PLTU Paiton Unit 7 dan 8 dilengkapi dengan peralatan yang mendukung dalam sistem PLTU secara keseluruhan. Untuk memenuhi target pemerintah / PLN dalam hal penyedian tenaga listrik di Jawa Madura Bali pada percepatan pembangunan pembangkit listrik Tahap II maka PT. Paiton Energy ditunjuk pemerintah untuk proyek perluasan / Expansion Project PLTU di Paiton dengan membangun PLTU Unit 3 berkapasitas 1 x 815 NMW. Sehingga total PLTU Batubara yang dikelola oleh PT. Paiton Energy adalah 2045 NMW di Paiton, Probolinggo.

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Paiton unit 7 dan 8 merupakan 2 unit pembangkit listrik yang menggunakan Turbo Generator berbahan bakar Batubara sebagai penghasil uap panas (steam) dengan kapasitas maksimum 2 x 645 NMW(net) atau 2 x 670 GMW (gross). Kedua unit ini beroperasi dengan faktor kemampuan rata-rata 85% per tahun. Dengan memproduksi energi listrik rata-rata 9,158,580 MWH per tahun dan mengkonsumsi batubara kira-kira 4,6 juta ton pertahun. Batubara tersebut didatangkan dari tambang batubara Adaro dan Kideco di Kalimantan Timur dengan menggunakan tongkang maupun kapal. Batubara tersebut ditampung di penimbunan Batubara (Coal Stock Pile) di lokasi PLTU Paiton. PLTU Paiton unit 7 dan 8 ini dimiliki oleh Paiton Energy Company yang dioperasikan oleh PT. Paiton Operation and Maintenance Indonesia (PT. POMI). Pembangunan proyek ini ditujukan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik Jawa dan Bali.

Secara umum, PLTU menggunakan cairan air uap yang bersirkulasi dalam siklus tertutup. Siklus tertutup berarti menggunakan cairan berulang kali. Gambar 2.1 adalah ilustrasi proses di PLTU secara umum.



Gambar 2.1 Proses Sistem Produksi PLTU Paiton Unit 3, 7&8

Sumber: Dokumen PLTU Paiton Unit 3, 7&8

Pada *Coal Handling System*, alat yang paling sering bekerja adalah Conveyor. Pada conveyor terdapat *belt*, *belt bonveyor* berbentuk semacam sabuk besar yang terbuat dari karet yang bergerak melewati *Head Pulley* dan *Tail Pulley*, keduanya berfungsi untuk menggerakkan *Belt Conveyor*, serta *Tansioning Pulley* yang berfungsi sebagai peregang *Belt conveyor*. Untuk menyangga *Belt Conveyor* beserta bobot batubara yang diangkut dipasang *Idler* pada jarak tertentu diantara *Head Pulley* dan *Tail Pulley*. *Idler* adalah bantalan berputar yang dilewati oleh *Belt Conveyor*. Berdasarkan data yang diperoleh dari departemen Maintenance melampirkan bahwa Conveyor merupakan komponen yang paling *critical* pada *coal handling system* karena ketika tidak komponen ini akan produksi listrik pada PLTU tidak akan ada. Oleh karena itu diperlukan jadwal perawatan yang *predictable* untuk menjaga keberlanjutan produksi listrik.

Tabel 2.1 Preventive Maintenance Strategy 2017 (Departemen Maintenance PT. POMI)

Sumber: Dokumen Departemen Maintenance PT.POMI

No.	FM Tag	Maintenance Task	PM Interval
1.	CCH-CNVR-100A	Cleaning material build up on idlers	Monthly
2.	CCH-CNVR-100A	Cleaning material build up on pulley end skirt	Monthly
4.	CCH-CNVR-100A	Lubrication backstop	Monthly
5.	CCH-CNVR-100A	Visual inspection backstop	Monthly
6.	CCH-CNVR-100B	Cleaning material build up on idlers	Weekly
7.	CCH-CNVR-100B	Cleaning material build up on pulley	Weekly
8.	CCH-CNVR-300	Analysis gear to reducer	Weekly
9.	CCH-CNVR-300	Cleaning idlers	Weekly
10.	CCH-CNVR-300	Visual inspection	Monthly
11.	CCH-CNVR-300	Visual inspection idlers frame	Monthly
12.	CCH-CNVR-200A	end skirt	Monthly
13.	CCH-CNVR-200A	Lubrication backstop	Monthly
14.	CCH-CNVR-200A	Visual inspection backstop	Monthly
15.	CCH-CNVR-200A	Visual inspection belt	Monthly
16.	CCH-CNVR-200B	Cleaning material build up on pulley	Monthly
17.	CCH-CNVR-200B	end skirt	Monthly
18.	CCH-CNVR-200B	Lubrication backstop	Monthly
19.	CCH-CNVR-200B	Visual inspection backstop	Monthly

Pada data yang diperoleh dapat dijelaskan bahwa peran komponen CNVR (Conveyor) sangat vital, karena diperlukan perawatan yang rutin. Komponen ini merupakan yang paling *critical* pada *coal handling system* karena jika terjadi kerusakan akan mengakibatkan tidak berjalannya proses pembakaran di *furnace boiler*.

Tabel 2.2 Sum of ACTLABHRS (Action Labour Hours) dan Call Out Pada Setiap Asset Tahun 2017

Sumber: Dokumen Data Kerusakan Departemen Maintenance PLTU Paiton UNIT 3, 7&8

Worknature	Asset	Fail Description	Total (Hours)
Call Out	CCH-CNVR-920A	Belt conveyor torn on it's skive joint about 8 cm and sometimes mistracking to north side at silo 7E with load 998 t/h (feeder rate 45%)	168,5
	7CV-ISV-200	Valve 7CV-ISV-200 205 210 215 220 225 dcs indication bad quality (Magenta). Actual position at local is steady at last position	106
	7FA-ESP-CD	Found fly ash system c/d section row 1 and 2 when system in	11

		manual mode can't stopped due to bypass valve discrepancy	
	8CT-P-400A	8CT-P-400A fail to start then PH and specific cond of boiler and economizer inlet drop	7
	8BF-PDT-590C	Bowl DP high alarm and cause feeder demand tracking and remove build up of coal in feeder	4
	CRO-FSL-188	Antiscalant CRO-FSL-188 alarm often comeout to caused CRO-RO trip	2
	7BG-AE-813A	Opacity reading steady on 22% , suspect sensor dirty	2
	8BA-TK-300A	Found plate stuck in pyrites hopper inlet gate. It causes the gate fail to close	2
	CCH-CNVR-800B	Replace rubber skirt @north side of tail pulley area	2
Call Out Total			309,5
Grand Total			309,5

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 2.1.2 Sum of ACTLABHRS (Action Labour Hours) dan Call Out Pada Setiap Asset Tahun 2017 menjelaskan terkait mesin yang membutuhkan *call out* atau panggilan darurat untuk perbaikan serta bagian kerusakan dan waktu yang dibutuhkan. Conveyor merupakan alat yang paling sering membutuhkan *call out* dan membutuhkan waktu lebih banyak yaitu 165,8 jam dibandingkan dengan alat lainnya. Peranan conveyor pun tidak terlepas dari muatan yang didistribusikannya, yaitu batu bara.

Pada tahun 2020 ini kondisi batubara di Indonesia makin memburuk ditandai dengan kadar kalori yang semakin rendah. Kondisi ini pun dapat dilihat dari *Coal Test Report* 2020 milik PT.POMI.

Parameter Analysis (reported results)

	<u>ar</u>	<u>adb</u>	<u>db</u>	<u>daf</u>	
Total Moisture :	29.7	-	-	-	%
Moisture in analysis :	-	14.5	-	-	%
Ash Content :	1.9	2.3	2.7	-	%
Volatile matter :	35.0	42.6	49.8	51.2	%
Fixed carbon :	33.4	40.6	47.5	48.8	%
Total sulphur :	0.10	0.12	0.14	0.14	%
Gross calorific value :	4803	5841	6832	7020	kcal/kg
Hardgrove Grindability Index :		45			index

Gambar 2.2 Spesifikasi Batubara dari *Coal Test Report* PT. Bukit Asam, Tbk

3 Maret 2020

Sumber: Dokumen Departemen Fuel & Ash PT.POMI

Ketika kondisi kalori batubara semakin rendah maka batubara yang diperlukan untuk proses pembakaran akan semakin banyak, sehingga membutuhkan biaya yang lebih banyak. Kemampuan conveyor juga harus dipertimbangkan terkait muatan yang ditampung dan usia conveyor di PT.POMI yang sudah tua maka diperlukannya jadwal perawatan yang tepat dan tidak boleh ditunda-tunda. Terkait perawatan sistem conveyor, perlu adanya sistem untuk mengetahui waktu dan posisi jalur conveyor yang perlu perawatan. Karena Unit 7&8 memiliki 12 jalur conveyor, sehingga tidak akan ada lagi pembatalan *permit* untuk maintenance salah satu jalur.

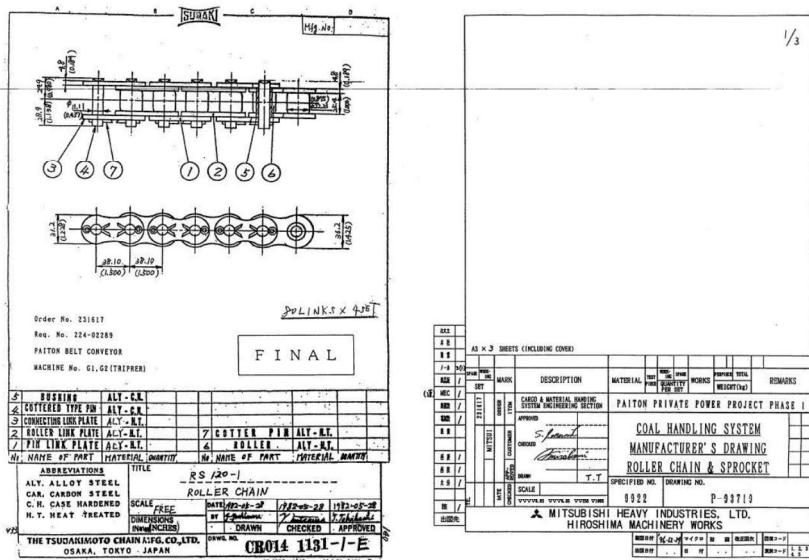
Dalam penelitian lain dengan judul “*Computational Analysis for Optimisation of Baja SAE Roll Cag*” (Syed Hassan Abdullah, 2018), dengan menggunakan Simulasi permodelan Autodesk Fusion 360, dapat menghasilkan analisa *factor of safety*, *static stress* dan *displacement*. Dari 3 fitur tersebut dapat diperoleh perhitungan *Maximum stresses*, *yield strength* dan *factor of safety* pada sebuah konstruksi. Penelitian dengan judul “*Design and Multi-Axial Load Analysis of Automobile Steering Knuckle*” (Obaidullah Sharief, 2018), dengan pemanfaatan permodelan Autodesk Fusion 360 dapat menghasilkan *maximum stress* dan *maximum displacement* berdasarkan *yield strength* yang juga dapat diketahui dari software Autodesk Fusion 360. Penulis mengutamakan perhitungan *safety factor* dan *static stress analysis* untuk menentukan rekomendasi strategi pemeliharaan karena merujuk pada penelitian berjudul “*Analisa Kekuatan Modifikasi Main Deck Akibat Penggantian Mooring Winch Pada Kapal Accomodation Work Barge 5640 DWT Dengan Metode Elemen Hingga*” (Imam Pujo Mulyanto, 2016), pada penelitian tersebut melakukan perhitungan beban, analisa kekuatan, perhitungan tegangan untuk mendapatkan hasil *safety factor*. Setiap hasil analisa yang nilai *safety factor*nya kurang dari 1, maka akan dinyatakan status tidak aman dan perlu dilakukan tindakan khusus *maintenance*.

Berangkat dari permasalah yang ada pada sistem *coal handling* dan *maintenance* PT. POMI PLTU Paiton Unit 7&8 dan beberapa referensi penelitian bahwasanya, memerlukan adanya sistem baru yang dapat mengoptimalkan pemilihan jalur conveyor untuk operasi maupun perawatan ditinjau dari muatan batubara yang akan didistribusikan dan kondisi komponen. Karena ketika pemilihan jalur conveyor tidak sesuai dapat menyebabkan kekosongan *coal silo* sehingga akan terjadi *trip*. Pada sistem ini juga dapat melakukan *stress test* dan uji kemampuan material untuk mengetahui bagian kerangka/komponen conveyor mana yang harus diberikan perawatan khusus.

2.2 Conveyor

Batubara yang diangkut oleh Conveyor dituangkan dari sebuah bak peluncur (*Chute*) diujung *Tail Pulley* kemudian bergerak menuju ke arah *Head Pulley*.

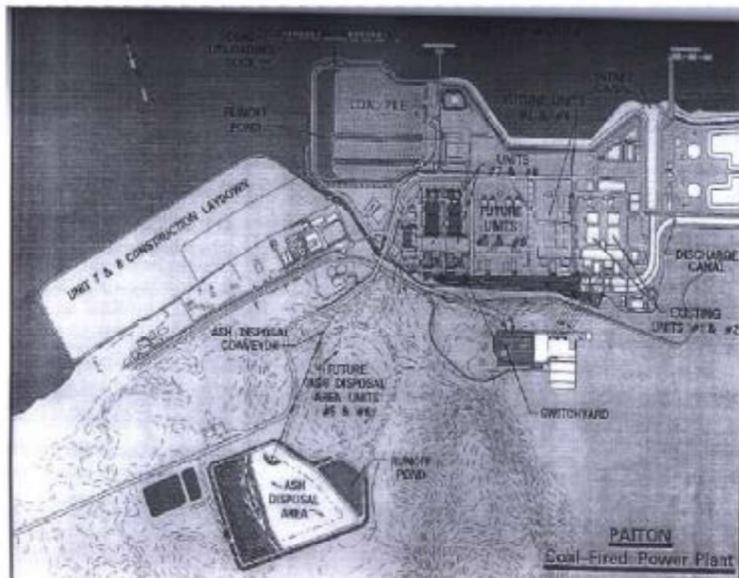
Biasanya , muatan batubara akan jatuh ke dalam bak peluncur lainnya yang terletak dibawah *Head Pulley* untuk diteruskan ke conveyor lainnya atau masuk ke Bak Penyimpan.



Untuk mengetahui jumlah tonnase berat batubara yang diangkut oleh *Belt Conveyor*.

5. *Dust Supasian*, Berfungsi untuk:

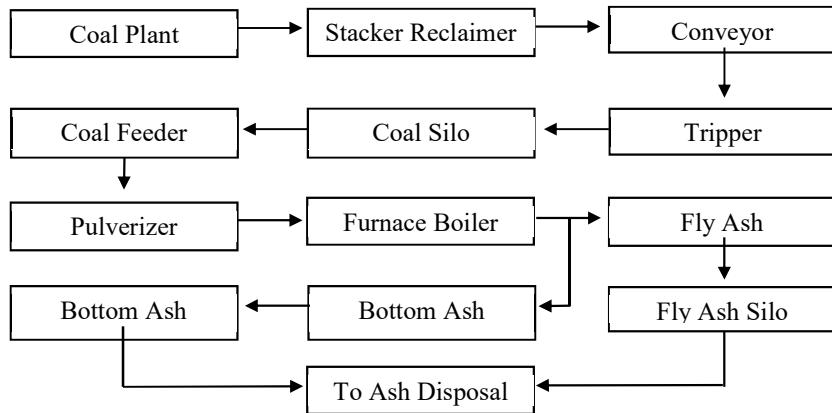
- Air Polution controller
- Menyemprot air pada batubara
- Menghemat batubara agar tidak menjadi debu
- Menghalangi terjadinya percikan api akibat debu panas dari batubara.



Gambar 2.4 Coal-Fire Plant PLTU Paiton Unit 7 dan 8

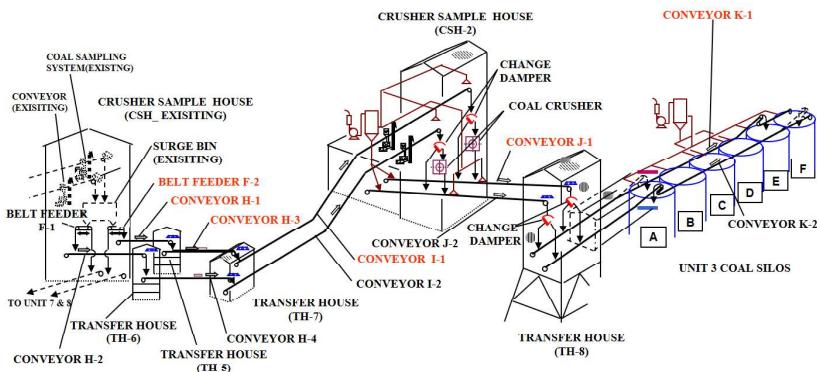
Sumber: Dokumen Departemen Fuel & Ash PT.POMI

2.3 Sistem *Coal Flow*



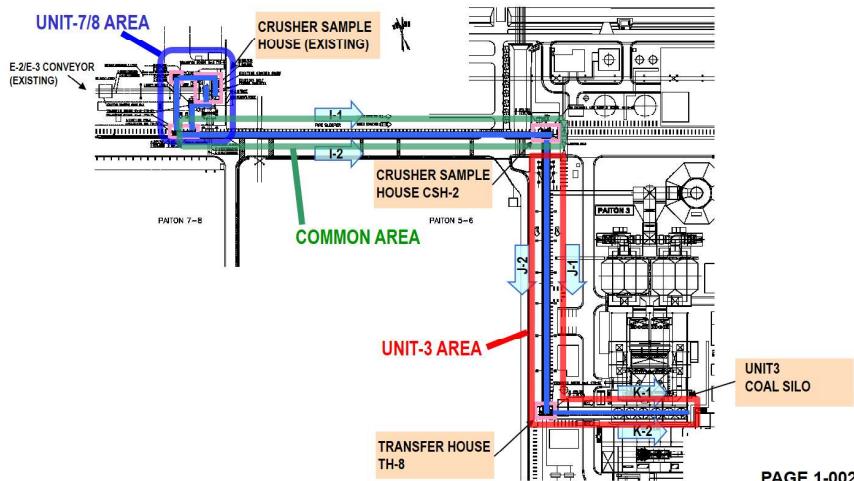
Gambar 2.5 Sistem *Coal Flow*

Penelitian ini berfokuskan pada kerja conveyor, dari mengetahui sistem kerja conveyor maka akan lebih paham betapa pentingnya sistem pemeliharaan pada mesin tersebut. Bagian yang mengantarkan muatan batubara pada conveyor ada *belt conveyor* dan alat yang memindahkan dari *coal yard* ke conveyor adalah *stacker reclaimer*. *Stacker Reclaimer* adalah alat yang digunakan untuk mencurahkan batubara (yang di bongkar oleh ship unloader) yang melalui belt conveyor menuju ke *Coal Yard (stacking)*, maupun mengambil batubara dari *coal yard* menuju ke *coal bunker (reclaiming)*.



Gambar 2.6 Coal Flow Diagram PT.POMI PLTU Paiton Unit 3, 7&8
 Sumber: MHI Coal Handling System PLTU Paiton Unit 3, 7&8

2.3.1 General Arrangement Coal Handling System



Gambar 2.7 General Arrangement Coal Handling System PT.POMI PLTU Paiton Unit 3, 7&8

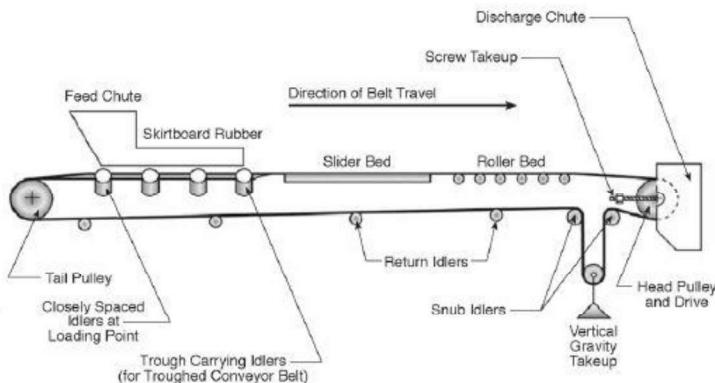
Sumber: MHI Coal Handling System PLTU Paiton Unit 3, 7&8

2.4 Peralatan Utama Coal Handling System

Belt conveyor adalah suatu alat yang digunakan untuk mentransportasikan batu bara dari unloading area ke coal storage. Belt conveyor memiliki peralatan utama diantaranya sebagai berikut:

- Motor belt conveyor : sebagai penggerak utama belt conveyor.
 - Fluid coupling sebagai penghubung antara motor dengan gear box.
 - Gear box untuk mereduksi putaran dari motor belt conveyor.
 - Idlers untuk menjaga agar belt conveyor tetap pada alurnya. Idler ada beberapa macam antara lain:
 1. Carrying idler : menjaga belt pada bagian yang berbeban.
 2. Impact idler : idler yang berada dibawah outlet chute yang dilapisi dengan karet. Fungsinya menjaga agar belt conveyor tidak sobek akibat tekanan batu bara yang jatuh dari inlet chute.
 3. Return idler : menyanggah belt conveyor arah putaran balik.

- Steering idler : menjaga agar belt conveyor tidak jogging atau unbalance. Steering idler ada 2 macam antara lain steering carrying idler (atas), steering return idler (bawah).



Gambar 2.8 Komponen Conveyor Belt Systems

Sumber: EPRI Coal Handling Maintenance

- Pulley adalah roda-roda penggerak belt conveyor. Pulley ada berbagai macam antara lain:
 - Drive pulley : untuk menggerakkan belt conveyor ke depan.
 - Snub pulley : untuk memperbesar sudut lilitan antara belt conveyor dengan pulley.
 - Bend pulley : untuk membelokkan belt conveyor.
 - Take up pulley : untuk menjaga ketegangan belt conveyor. Dipasang satu line dengan counter weight (sebagai pemberat)
 - Tail pulley : untuk memutar belt conveyor ke drive pulley.

2.5 Kondisi Batubara

Berdasarkan laporan uji batubara bawwasnya pada tahun 2020 kadar kalori batu bara menurun, sehingga perlu muatan yang lebih banyak untuk mencapai titik maksimal pembakaran saat di *furnace boiler*. Hal ini sangat mempengaruhi kekuatan conveyor, jadi diperlukan pemilihan jalur yang tepat agar tidak terjadi kerusakan yang fatal.

Gross samples drawn by us during loading from stockpile and/or bypass to the barge by belt conveyor were prepared and analysed according to standard method, showed the following results.

Parameter Analysis (reported results)						
	ar	adb	db	daf	%	
Total Moisture	:	29.7	-	-	%	
Moisture in analysis	:	-	14.5	-	%	
Ash Content	:	1.9	2.3	2.7	%	
Volatile matter	:	35.0	42.6	49.8	51.2 %	
Fixed carbon	:	33.4	40.6	47.5	48.8 %	
Total sulphur	:	0.10	0.12	0.14	0.14 %	
Gross calorific value	:	4603	5641	6632	7020 kcal/kg	
Hardgrove Grindability Index	:	45			index	
Size Analysis :					Reported size analysis	
Retained on 50.0 mm	:	5.2	%	Size 0 - 50 mm	:	94.8 %
Retained on 31.5 mm	:	22.5	%	Size 0 - 6.0 mm	:	25.7 %
Retained on 22.4 mm	:	12.6	%			
Retained on 11.2 mm	:	22.4	%			
Retained on 6.3 mm	:	10.8	%			
Retained on 4.75 mm	:	3.9	%			
Retained on 2.0 mm	:	7.4	%			
Retained on 1.0 mm	:	5.7	%			
Retained on 0.5 mm	:	3.9	%			
Passing by 0.5 mm	:	5.6	%			
Passing by 2.0 mm	:	15.2	%			
Ash analysis dry basis					Ash fusion temperatures (Reducing Atmosphere)	
SiO ₂	:	34.77	%	Deformation	:	1280 degrees C
Al ₂ O ₃	:	11.83	%	Spherical	:	1290 degrees C
Fe ₂ O ₃	:	17.08	%	Hemispherical	:	1300 degrees C
CaO	:	19.13	%	Flow	:	1310 degrees C
MgO	:	8.84	%			
Na ₂ O	:	0.55	%			
K ₂ O	:	0.87	%			
Mn ₂ O ₃	:	0.25	%			
TiO ₂	:	0.70	%			
P ₂ O ₅	:	0.24	%			
SO ₃	:	5.16	%			
Undetermined	:	0.58	%			
Ultimate analysis						
	ar	adb	db	dafb		
Total moisture	:	29.7	%	-	-	-
Moisture in analysis	:	-		14.5	%	-
Ash content	:	1.9	%	2.3	%	2.7 %
Carbon	:	50.1	%	60.9	%	71.2 %
Hydrogen *	:	3.61	%	4.39	%	5.13 %
Nitrogen	:	0.66	%	0.80	%	0.94 %
Sulphur	:	0.10	%	0.12	%	0.14 %
Oxygen (by difference)*	:	13.93	%	16.99	%	19.89 %
*excluding water constituents						

Gambar 2.9 Coal Report Test Maret 2020
Sumber: Dokumen Departemen Fuel & Ash PT.POMI

2.6 Weight and Measurement Conveyor

Pedoman *Weight and Measurement* sangat diperlukan dalam simulasi 3D untuk dijadikan sebagai variabel pada perhitungan *safety factor* dan *static stress analysis*. Dikarenakan setiap conveyor di PLTU Paiton Unit 7&8 memiliki *Weight and Measurement* yang berbeda-beda.

Tabel 2.6.1 Weight and Measurement Conveyor
Sumber: *Equipment Manual Operation by Mitsubishi Heavy Industries*

2. WEIGHT AND MEASUREMENTS

CONVEYOR No.	LENGTH OF EACH ROLL (M)	WEIGHT OF BELT (kg/m)	GROSS WEIGHT (TON/ROLL)	WIDTH OF DRUM (M)	OUTSIDE DIA. OF DRUM(M)	No. OF ROLL (ROLL)	PACKING CONDITION
A-1	214.6	20.8	5.20	1.60	2.15	2	STEEL REEL
A-2	214.6	20.8	5.20	1.60	2.15	2	STEEL REEL
B-1	197.0	23.4	5.40	1.75	2.10	4	STEEL REEL
B-2	198.5	23.4	5.40	1.75	2.10	4	STEEL REEL
C-2	316.5	26.5	10.00	1.75	2.80	3	STEEL REEL
C-3	185.4	21.9	4.72	1.75	1.95	1	STEEL REEL
C-4	316.5	26.5	10.00	1.75	2.81	3	STEEL REEL
D-1	327.1	21.1	8.20	1.60	2.66	1	STEEL REEL
E-1	194.6	23.1	5.20	1.75	2.06	1	STEEL REEL
E-2	195.0	23.4	5.26	1.75	2.06	1	STEEL REEL
E-3	195.0	23.4	5.26	1.75	2.06	1	STEEL REEL
E-4	282.6	32.1	10.80	1.75	2.80	2	STEEL REEL
E-5	288.1	32.1	10.95	1.75	2.90	2	STEEL REEL
G-1 TEMP	156.8	22.5	4.13	1.75	1.85	1	STEEL REEL
G-2 TEMP	156.8	22.5	4.13	1.75	1.85	1	STEEL REEL
G-1	200.7	22.5	5.30	1.75	2.10	1	STEEL REEL
G-2	200.7	22.5	5.30	1.75	2.10	1	STEEL REEL
TRIPPER	G-1	152.0	6.1	1.50	1.30	1.25	1 STEEL REEL
SEAL BELT	G-2	152.0	6.1	1.50	1.30	1.25	1 STEEL REEL
S/R B/C		93.4	34.1	3.74	1.75	1.80	2 STEEL REEL

2.7 Simulasi Permodelan dengan Fusion 360

Permodelan yang diterapkan pada conveyor bertujuan untuk menyimulasikan kerja conveyor ketika diberi beban batu bara sesuai dengan kemampuan setiap conveyor yang sudah ditetapkan pada *Weight and Measurement* berdasarkan *Equipment Manual Operation Coal Handling System*. Penulis menggunakan Fusion 360 dikarenakan software ini dapat membentuk 3D, menguji tahanan dari struktur kerangka conveyor (*stress test*), serta dapat disimulasikan. Berdasarkan data yang diperoleh, PLTU Paiton 7&8 memiliki 12 jalur conveyor, sehingga semua jalur ini akan dibentuk di Fusion 360 dan diuji satu persatu ketahanannya sesuai muatan yang akan diterima. Karena ketika dikaitkan dengan *existing problem* yaitu pemilihan jalur yang kurang sistematis dan adanya pembebatan yang kurang merata pada sistem conveyor, simulasi ini hadir untuk memecahkan masalah tersebut agar dapat diketahui terlebih dahulu

dengan menginput data kemampuan beban setiap conveyor ke dalam sistem. Kemudian akan dihitung *safety factor* dan analisa tegangan setiap conveyor. Bagi conveyor yang memiliki *safety factor* paling rendah, akan direkomendasikan sebagai jalur yang harus diberi penangan khusus untuk *di-maintenance*.

2.8 Tegangan (Stress)

Menurut Jatmiko (2011), pada umumnya tegangan adalah gaya dalam yang bekerja pada luasan yang kecil tak hingga pada sebuah potongan dan terdiri dari bermacam-macam besaran dana rahan. Ditambahkan oleh Popov (1987), gaya-gaya dalam ini merupakan vector dalam alam dan bertahan dalam keseimbangan terhadap gaya-gaya luar terpakai. Dalam mekanika bahan kita perlu menentukan intensitas dari gaya-gaya ini berbagai bagian dari potongan, sebagai perlawan terhadap deformasi sedang kemampuan bahan untuk menahan gaya tersebut tergantung pada intensitas ini. Pada umumnya, intensitas gaya yang bekerja pada luas yang kecil tak berhingga suatu potongan berubah-ubah dari satu titik ke titik yang lain, umumnya intensitas ini berarahmiring pada bidang potongan. Intensitas gaya yang tegak lurus atau normal terhadap irisan disebut tegangan normal (*normal stress*) pada suatu titik. Suatu tegangan tertentu yang dianggap benar-benar bertitik tangkap pada sebuah titik.

2.9 Faktor Keamanan (*Safety Factor*)

Safety factor adalah faktor yang menunjukkan tingkat kemampuan suatu bahan teknik menerima beban dari luar, yaitu beban tekan maupun Tarik. Gaya yang diperlukan agar terjadi tingkat optimal bahan di dalam menahan beban dari luar sampai akhirnya menjadi pecah disebut dengan beban *ultimat (ultimate load)*. Dengan membagi beban *ultimat* ini dengan luas penampang, kita akan memperoleh kekuatan *ultimat (ultimate strength)* dari suatu bahan. Untuk desain bagian-bagian struktur tingkat tegangan disebut tegangan ijin (*allowable stress*) dibuat benar-benar lebih rendah dari pada kekuatan *ultimat* yang diperoleh dari pengujian statis. Hal ini penting untuk berbagai pertimbangan. Besar gaya yang dapat bekerja pada bangunan yang dirancang jarang diketahui secara pasti. Karena tegangan dikalikan luas sama dengan gaya, maka tegangan ijin dari *ultimat* dapat diubah dalam bentuk gaya atau beban yang diinkan dan *ultimat* yang dapat ditahan oleh sebuah batang. Suatu perbandingan (*ratio*) yang penting dapat dituliskan :

$$FS = \frac{\sigma_{\text{ultimate}}}{\sigma_{\text{ijin}}}$$

2.10 Rekomendasi Penentuan Jadwal Perawatan

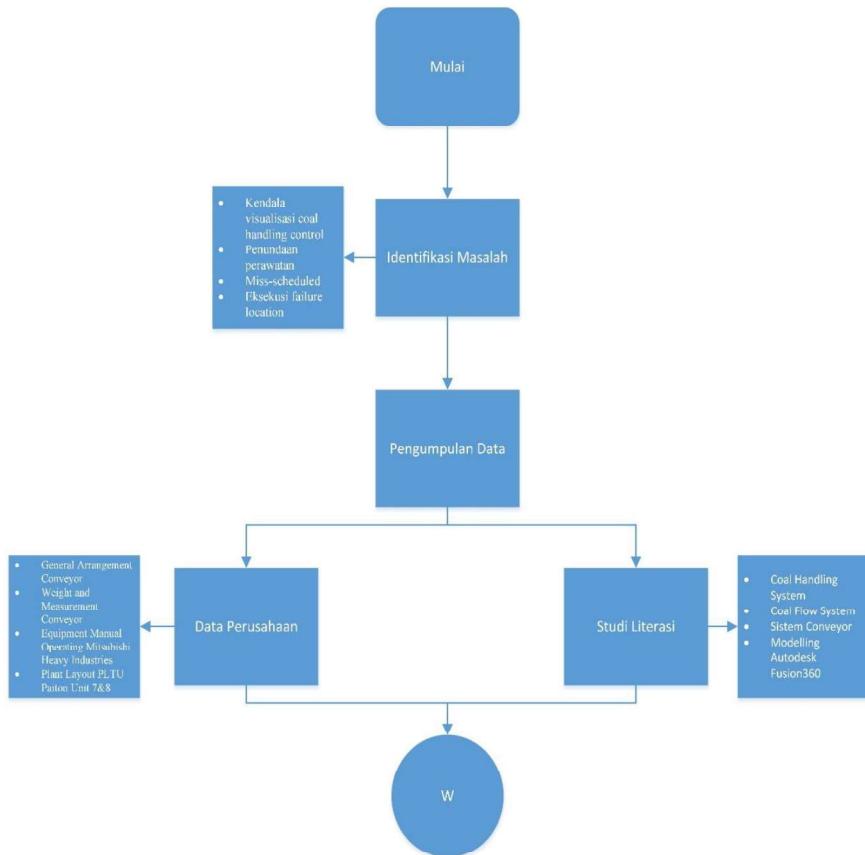
Adanya penentuan jadwal yang terprediksi bertujuan sebagai tindakan preventif perawatan terhadap conveyor yang dikarenakan penentuan maintenance pada jalur conveyor yang kurang tepat dan penundaan *maintenance* pada beberapa conveyor di PLTU Paiton Unit 7&8. Penentuan jadwal diperoleh

dari hasil perhitungan pada tabulasi *safety factor* dan *static stress analysis*. Dengan menggunakan Autodesk Fusion360, dapat diperoleh *failure location* sebagai rekomendasi bagian yang akan dipelihara dan perhitungan *safety factor* digunakan sebagai pedoman prioritas conveyor yang akan diberi *maintenance*.

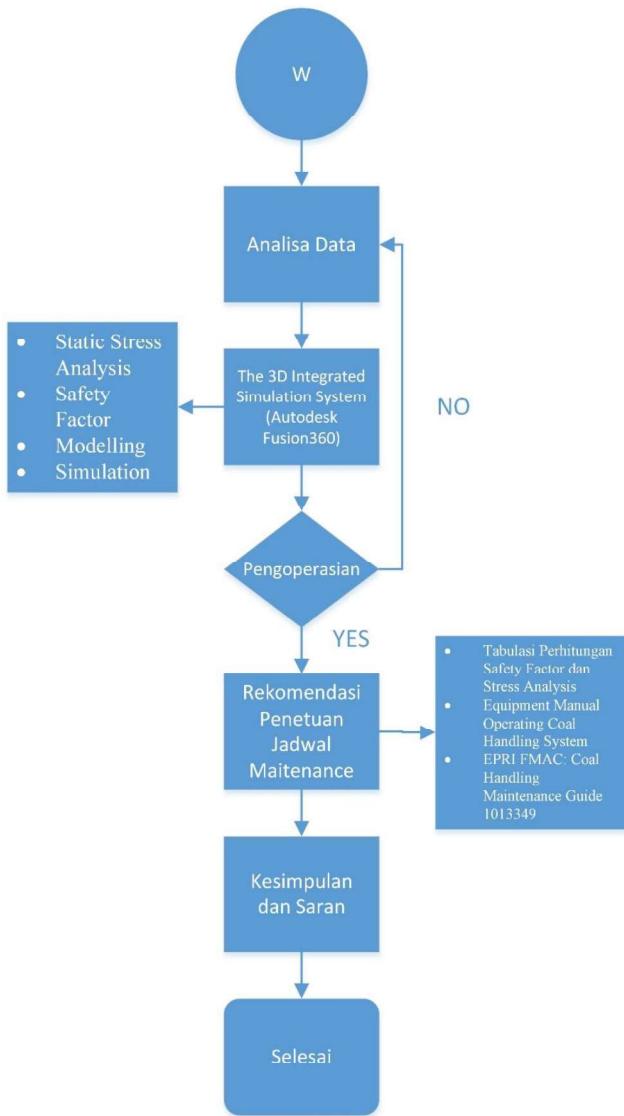
Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini, menjelaskan tahapan penelitian yang meliputi prosedur atau langkah-langkah yang harus dilalui, waktu dibutuhkan, data yang diperlukan, serta cara yang akan digunakan. Tahapan dalam penelitian ditunjukkan pada **Gambar 3.1** dan **Gambar 3.2**.



Gambar 3.1 *Flow Chart* Pengerjaan Skripsi (1)



Gambar 3.2 Flow Chart Penggeraan Skripsi (2)

3.1 Identifikasi Masalah

Permasalahan yang ditemukan oleh penulis berdasarkan dari hasil wawancara dengan salah satu penanggung jawab di Departemen Maintenance dan operator Departemen Fuel & Ash di *Coal Handling Control Building* PT.POMI PLTU Paiton Unit 7&8 dan data kerusakan dari Departemen Maintenance. Beberapa masalah yang terjadi selama 1 tahun terakhir pun telah dihimpun. *Missed maintenance schedule* sering kali terjadi oleh antar departemen sehingga dapat membuat jadwal perawatan tiap alat berantakan, terutama di bagian *conveyor*. Pada alat tersebut perlu jadwal yang terprediksi dan terencana saat perawatan karena akan mempengaruhi distribusi batubara dari *jetty* ke *coal yard* atau dari *coal pile* ke *coal silo*. Pemilihan jalur conveyor harus lebih selektif, antara conveyor yang akan digunakan untuk mendistribusikan muatan dan conveyor yang akan dimaintenance. Selain permasalahan tersebut, *Missed inspection* terjadi pada *coal silo*. Hal ini terjadi pada 2 departemen di PT.POMI PLTU Paiton Unit 7&8, yaitu Departemen Maintenance dan Departemen Production. Kondisinya adalah ketika monitor di *Coal Handling Control Building* PT. POMI PLTU Paiton menampilkan *coal silo* yang masih ada isinya, tapi pihak Departemen Production melihat di *plant site* bahwasanya di *coal silo* dalam keadaan kosong, sehingga pihak pihak production mengajukan *production request* untuk pendistribusian batubara. Akan tetapi, karena adanya kesalahan tersebut menyebabkan *pulverizer* mengalami trip karena kekosongan muatan, hal ini pun sering terjadi. Kemudian, permasalahan yang ada pada *coal yard* adalah adanya perbedaan kondisi di *local* dan di monitor *Coal Handling Control Building* pada *coal pile*. Karena penampakan yang ada pada monitor *Coal Handling Control Building* adalah top view, dan sistem ini masih dipertahankan selama 20 tahun karena belum adanya sistem baru untuk mengatasi masalah ini. Sehingga permasalahan ini mendasari dari *stock determination* produksi batubara. Pada penelitian ini, fokus permasalahan yang akan diatasi terkait optimasi pemilihan jalur conveyor yang akan dimaintenance beserta rekomendasi jadwal perawatan. Bentuk rekomendasi *maintenance schedule* berpedoman pada EPRI FMAC: *Coal Handling Maintenance Guide 1013349*. Pengujian analisa tegangan dan *safety factor* pada mesin dan konstruksi conveyor yang akan dibentuk dalam Permodelan 3D, hal ini dilakukan untuk mengetahui atau mendeteksi bagian conveyor yang akan menjadi prioritas penanganan pemeliharaan, dengan memilih bagian conveyor yang memiliki nilai *safety factor* paling rendah.

3.2 Pengumpulan Data

Langkah awal untuk membangun sistem baru yang terintegrasi pada *coal handling system* PT.POMI PLTU Paiton Unit 7&8 diperlukannya beberapa data perusahaan, *existing problem* dan studi literature untuk menunjang keberhasilan sistem baru yang akan dibuat. Beberapa data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.2. Daftar Pengumpulan Data yang Diperlukan

No.	Data Perusahaan	Studi Literatur
1.	<i>General Arrangement Coal Handling System Unit 7&8</i>	<i>Coal Handling System</i>
2.	<i>Weight and Measurement Conveyor System</i>	<i>Coal Flow System</i>
3.	<i>EPRI FMAC: Coal Handling Maintenance Guide 1013349</i>	<i>Conveyor</i>
4.	<i>Material Properties</i>	Sistem Simulasi Terintegrasi Berbasis Teknologi 3D, Autodesk Fusion 360
5.	<i>PLTU Unit 7&8 Layout</i>	
6.	<i>Equipment Manual Operation Coal Handling System</i> oleh Mitsubishi Heavy Industries	
7.	Data kerusakan alat di <i>coal handling system</i>	

3.3 Analisa Data

Analisa data adalah untuk mendefinisikan setiap peralatan yang perlu dibangun dalam sistem simulasi teknologi 3D seperti dimensi dan lokasi proporsional dan membuat sama seperti *plant site* berdasarkan *general arrangement coal handling system* dan menganalisis setiap skenario yang mungkin terjadi yang mungkin terjadi dalam kondisi nyata dan dihadapi oleh teknisi dan operator pada sistem simulasi teknologi 3D. Input dari fase ini adalah data dari perusahaan khususnya Departemen Fuel & Ash dan kondisi aktual dari peralatan dan menjadi daftar skenario yang akan muncul dalam sistem simulasi teknologi 3D, serta *Weight and Measurement* dari pihak perusahaan yang akan dijadikan sebagai input sistem simulasi teknologi 3D.

3.4 The 3D Simulation Integrated System dengan Fusion 360

Membuat dan mendesain objek yang ada pada *coal handling system* seserupa mungkin dengan objek nyata menggunakan *software Fusion 360* untuk membuat objek 3D dan menjadi input untuk membuat sistem simulasi teknologi 3D. Kelebihan dari pemanfaatan Fusion 360 adalah adanya fitur uji *safety factor*, *failure location* dan *static stress test* secara detail pada bagian-bagian kerangka yang perlu tindakan khusus perawatan. Selain mendesain objeknya, diperlukan juga memasukkan data *Weight and Measurement Conveyor System* sebagai variabel pengujian konstruksi conveyor agar fungsi dari sistem ini lebih berguna bagi kelanjutan pemeliharaan alat di PLTU Paiton Unit 7&8 khususnya pada conveyor. Untuk menghasilkan jadwal perawatan yang terprediksi, diperlukan tabulasi kalkulasi *safety factor* dan *static stress analysis* sebagai rekomendasi jalur conveyor yang akan di-*maintenance* berpedoman pada *Equipment Manual Operaton*, sehingga dapat menghasilkan pemilihan jalur conveyor yang lebih optimal. Proses ini harus dilakukan dengan hati-hati dan fokus karena kesalahan kecil pada fase ini akan mengarahkan arah kemajuan dan ketidakaktepatan yang akan menyebabkan pengulangan atau revisi pada fase ini.

3.5 Pengoperasian

Pada tahap ini akan diuji secara menyeluruh untuk program pada sistem simulasi teknologi 3D yang telah dibuat di computer/laptop penulis sebelum diintegrasikan ke sistem yang ada pada PLTU Paiton Unit 7&8. Langkah pertama dari pengoperasiannya adalah dengan membangun 12 jalur conveyor berdasarkan *general arrangement*, lalu pengujinya diekskuski pada software Fusion 360 dengan memperhatikan setiap jalur conveyor yang tersedia. Serta melakukan pengujian terhadap 38 bagian conveyor yang dibangun menggunakan fitur simulasi yang tersedia pada Autodesk Fusion360 yaitu *static stress test* dan *safety factor*. Tujuan dari fase ini adalah untuk memastikan sistem bekerja dengan benar tanpa ada kesalahan dan *bug*, juga mengkonfirmasi bahwa sistem tersebut dapat berjalan dan berfungsi setiap komponennya. Jika lolos dalam tahap uji coba ini, itu akan selesai, dan kesimpulan dapat dibuat, dan jika tidak lulus atau ada kesalahan atau bug, itu akan menganalisis mengapa kesalahan terjadi dan kembali ke pembuatan sistem simulasi terintegrasi berbasis teknologi 3D atau langkah sebelumnya.

3.6 Rekomendasi Penentuan Jadwal Perawatan

Pada fase ini merupakan output yang diharapkan dari sistem ini. Mekanisme penentuan jadwal diperoleh dari integrasi sistem permodelan, kalkulasi *safety factor* dan *static stress analysis*, serta terkait penentuan langkah strategis pemeliharaannya berpedoman pada *Equipment Manual Operation* dari Mitsubishi Heavy Industries dan EPRI FMAC: *Coal Handling Maintenance Guide* 1013349. Manfaat dari *maintenance task schedule*, untuk menjawab *existing problem* yang ada di PLTU Unit 7&8 yaitu miss-scheduled dan penundaan maintenance conveyor. Ketika jadwal sudah ditentukan, maka operator akan lebih mengetahui dan lebih bijak dalam pemilihan jalur conveyor yang akan dioperasikan atau *dimaintenance*.

3.7 Kesimpulan dan Saran

Tahap ini adalah tahap terakhir dari penelitian. Hasil dari pengujian dan *assessment* akan direkomendasikan kepada perusahaan dan dievaluasi oleh *expert choice*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data dan Informasi

Pada proses pengumpulan data, ada dua proses yakni dengan melakukan wawancara ke pihak-pihak yang secara langsung mengoperasikan *plant* tersebut atau mengambil data informasi dari *manual operation book* dan dokumen dari departemen *maintenance* dan *fuel & ash*.

- Data yang diperoleh melalui wawancara :
 1. *Existing Problem* selama 1 tahun terakhir
 2. Data historis kerusakan
 3. Rekomendasi solusi mengatasi dan mencegah permasalahan terkini
 4. Dampak kerusakan
 5. Fungsi primer pada Conveyor
- Data yang diperoleh dari *manual operation book* dan dokumentasi :
 1. General arrangement seluruh conveyor di PLTU Paiton Unit 7&8
 2. Spesifikasi mesin conveyor
 3. *Weight and Measurement Conveyor System*
 4. Data *strategy maintenance* yang dilakukan
 5. *Plant Layout*

4.2 Sistem Conveyor

Sistem conveyor adalah peralatan penanganan mekanis yang memindahkan material dari satu titik ke titik lainnya. Dalam aplikasi pemabngkit listrik tenaga uap, menggunakan batubara yang melibatkan pengangkutan material besar atau berat. Conveyor digunakan untuk memungkinkan perpindahan material yang efisien dan cepat. Hal inilah yang telah membuat conveyor populer di industri. Penggunaan conveyor batubara bervariasi dengan jenis produk yang dipindahkan, jarak dan lokasi. Standar conveyor akan ditentukan dan diukur beban maksimum, aliran material, kecepatan, jumlah unit atau volume per satuan waktu dan kapasitas muat.

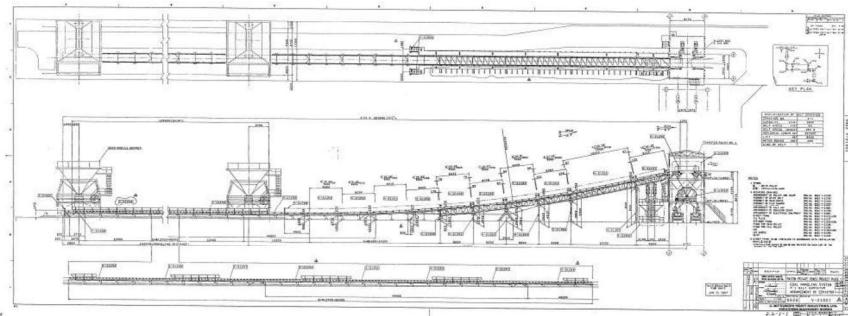
Dua jenis conveyor yang ada di pasaran saat ini adalah conveyor untuk menangani bahan curah (volume) dan conveyor yang mengelola satuan bahan (unit). Ada beberapa jenis conveyor yang diaplikasikan dalam industry pembangkit listrik tenaga uap yaitu *belt conveyor*, *reciprocating conveyor* dan *vibrating conveyor*. Jenis yang digunakan di PLTU Paiton Unit 7&8 ialah *belt conveyor*. *Belt conveyor* memindahkan item di antara katrol yang memiliki titik-titik tengah untuk disangga. *Belt conveyor* dapat membawa material yang berbeda dan kecepatannya akan bervariasi sesuai dengan peralatan pemrosesan dan kebutuhan produk.

Ada banyak cara agar conveyor belt memindahkan produksi batubara tersebut. Misalnya, *coal transfer plan* dan layout *coal storage* digunakan saat perlu mengatur posisi batubara. Selain itu, dapat digunakan untuk memindahkan material satu jalur conveyor ke jalur conveyor lain yang terhubung dengannya. Beberapa fitur atau parameter yang perlu diperhatikan adalah fleksibilitas, *safety*, modularitas, skalabilitas, ergonomic, kemudahan pemeliharaan, keandalan dan efisiensi energi.

Pada penelitian ini, penulis membangun 12 jalur conveyor yaitu, Conveyor A1, A2, B1, B2, C2, C4, E2, E3, E4, E5, G1 dan G2 berdasarkan desain yang telah termaktub pada Mitsubishi Heavy Industries Coal Handling System. Berikut konstruksi conveyor yang dibangun di simulasi permodelan berbasis 3D :

4.2.1 Conveyor A-1

General arrangement Conveyor A-1 (**Gambar 4.1**) diperlukan sebagai dasar desain yang akan dibangun menjadi permodelan 3D pada Autodesk Fusion360. *General arrangement* diperoleh dari *Equipment Operating Manual (Paiton Power Project Phase-I) Coal Handling System*. Perancangan 3D merupakan hal utama sebelum dilakukan simulasi pengujian analisa tegangan dan faktor keamanan.



Gambar 4.1 Conveyor A-1

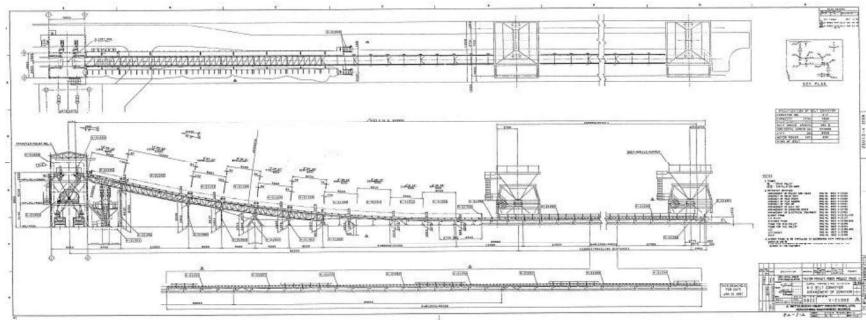
Sumber: *MHI Coal Handling System (Equipment Manual Operation)*

Beberapa variabel yang dibutuhkan dalam pengujian *stress von misses* dan *safety factor* adalah sebagai berikut:

- *Weight and Measurement*
 1. *Length of each roll* = 214.6 m
 2. *Weight of belt* = 20.8 kg/m
 3. *Gross weight* = 5.20 ton/roll
 4. *Width of drum* = 1.60 m

4.2.2 Conveyor A-2

General arrangement Conveyor A-2 (**Gambar 4.2**) diperlukan sebagai dasar desain yang akan dibangun menjadi permodelan 3D pada Autodesk Fusion360. *General arrangement* diperoleh dari *Equipment Operating Manual (Paiton Power Project Phase-1) Coal Handling System*. Perancangan 3D merupakan hal utama sebelum dilakukan simulasi pengujian analisa tegangan dan faktor keamanan.



Gambar 4.2 Conveyor A-2

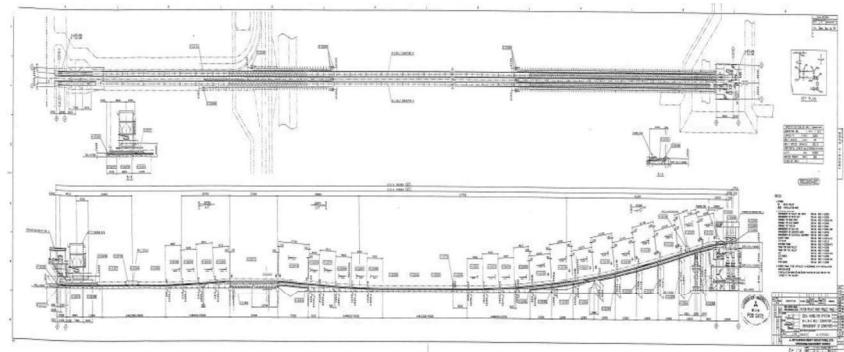
Sumber: MHI Coal Handling System (*Equipment Manual Operation*)

Beberapa variabel yang dibutuhkan dalam pengujian *stress von misses* dan *safety factor* adalah sebagai berikut:

- *Weight and Measurement*
 1. *Length of each roll* = 214.6 m
 2. *Weight of belt* = 208 kg/m
 3. *Gross weight* = 5.20 ton/roll
 4. *Width of drum* = 1.60 m

4.2.3 Conveyor B-1 dan B-2

General arrangement Conveyor B-1 dan B-2 (**Gambar 4.3**) diperlukan sebagai dasar desain yang akan dibangun menjadi permodelan 3D pada Autodesk Fusion360. *General arrangement* diperoleh dari *Equipment Operating Manual (Paiton Power Project Phase-1) Coal Handling System*. Perancangan 3D merupakan hal utama sebelum dilakukan simulasi pengujian analisa tegangan dan faktor keamanan.



Gambar 4.3 Conveyor B-1 dan B-2

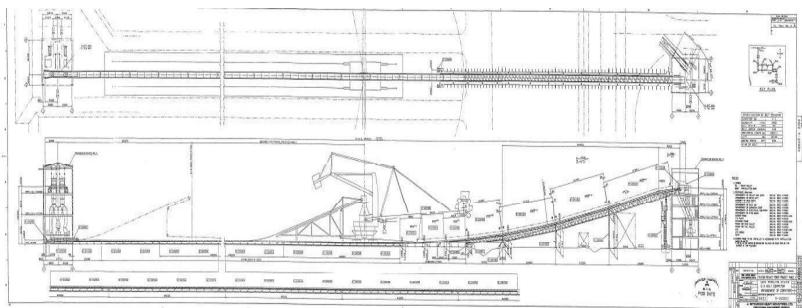
Sumber: MHI Coal Handling System (*Equipment Manual Operation*)

Beberapa variabel yang dibutuhkan dalam pengujian *stress von misses* dan *safety factor* adalah sebagai berikut:

- *Weight and Measurement*
 1. *Length of each roll* = 198.5 m
 2. *Weight of belt* = 23.4 kg/m
 3. *Gross weight* = 5.40 ton/roll
 4. *Width of drum* = 1.75 m

4.2.4 Conveyor C-2

General arrangement Conveyor C-2 (**Gambar 4.4**) diperlukan sebagai dasar desain yang akan dibangun menjadi permodelan 3D pada Autodesk Fusion360. *General arrangement* diperoleh dari *Equipment Operating Manual (Paiton Power Project Phase-I) Coal Handling System*. Perancangan 3D merupakan hal utama sebelum dilakukan simulasi pengujian analisa tegangan dan faktor keamanan.



Gambar 4.4 Conveyor C-2

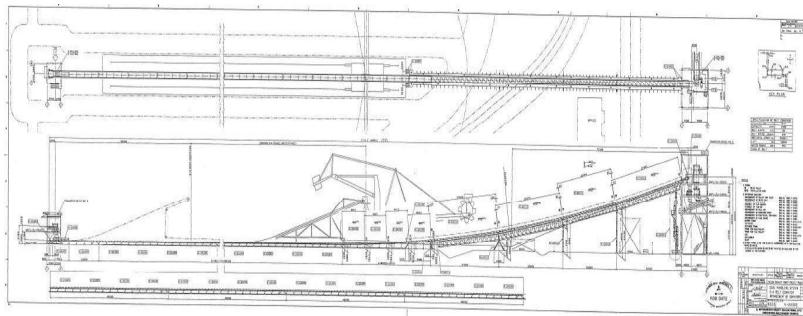
Sumber: *MHI Coal Handling System (Equipment Manual Operation)*

Beberapa variabel yang dibutuhkan dalam pengujian *stress von misses* dan *safety factor* adalah sebagai berikut:

- *Weight and Measurement*
 1. *Length of each roll* = 316.5 m
 2. *Weight of belt* = 26.5 kg/m
 3. *Gross weight* = 10 ton/roll
 4. *Width of drum* = 1.75 m

4.2.5 Conveyor C-4

General arrangement Conveyor C-4 (**Gambar 4.5**) diperlukan sebagai dasar desain yang akan dibangun menjadi permodelan 3D pada Autodesk Fusion360. *General arrangement* diperoleh dari *Equipment Operating Manual (Paiton Power Project Phase-I) Coal Handling System*. Perancangan 3D merupakan hal utama sebelum dilakukan simulasi pengujian analisa tegangan dan faktor keamanan.



Gambar 4.5 Conveyor C-4

Sumber: *MHI Coal Handling System (Equipment Manual Operation)*

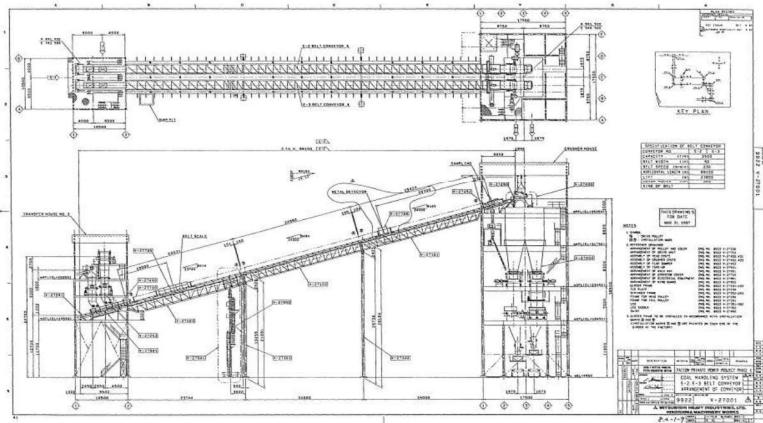
Beberapa variabel yang dibutuhkan dalam pengujian *stress von misses* dan *safety factor* adalah sebagai berikut:

- *Weight and Measurement*
 1. *Length of each roll* = 316.5 m
 2. *Weight of belt* = 26.5 kg/m
 3. *Gross weight* = 10 ton/roll

$$4. \quad Width \text{ of drum} = 1.75 \text{ m}$$

4.2.6 Conveyor E-2 dan E-3

General arrangement Conveyor E-2 dan E-3 (**Gambar 4.6**) diperlukan sebagai dasar desain yang akan dibangun menjadi permodelan 3D pada Autodesk Fusion360. *General arrangement* diperoleh dari *Equipment Operating Manual (Paiton Power Project Phase-1) Coal Handling System*. Perancangan 3D merupakan hal utama sebelum dilakukan simulasi pengujian analisa tegangan dan faktor keamanan.



Gambar 4.6 Conveyor E-2 dan E-3

Sumber: MHI Coal Handling System (*Equipment Manual Operation*)

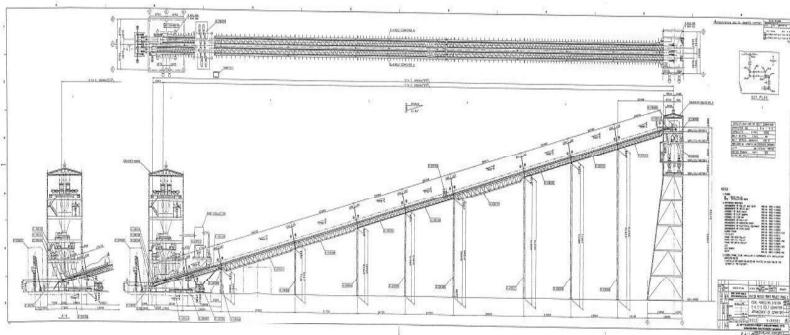
Beberapa variabel yang dibutuhkan dalam pengujian *stress von misses* dan *safety factor* adalah sebagai berikut:

- *Weight and Measurement*

1. *Length of each roll* = 195 m
2. *Weight of belt* = 23.4 kg/m
3. *Gross weight* = 5.26 ton/roll
4. *Width of drum* = 1.75 m

4.2.7 Conveyor E-4 dan E-5

General arrangement Conveyor E-4 dan E-5 (**Gambar 4.7**) diperlukan sebagai dasar desain yang akan dibangun menjadi permodelan 3D pada Autodesk Fusion360. *General arrangement* diperoleh dari *Equipment Operating Manual (Paiton Power Project Phase-1) Coal Handling System*. Perancangan 3D merupakan hal utama sebelum dilakukan simulasi pengujian analisa tegangan dan faktor keamanan.



Gambar 4.7 Conveyor E-4 dan E-5

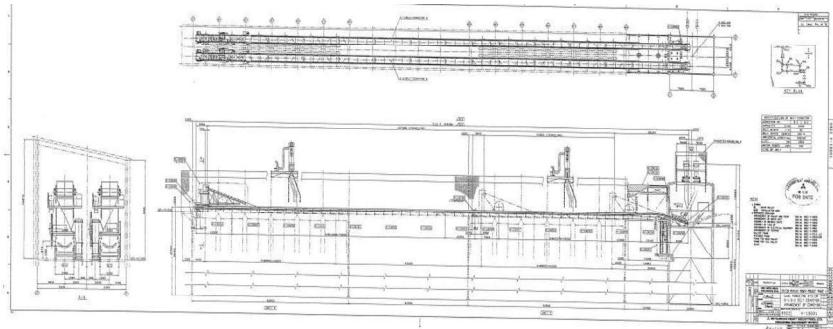
Sumber: MHI Coal Handling System (*Equipment Manual Operation*)

Beberapa variabel yang dibutuhkan dalam pengujian *stress von misses* dan *safety factor* adalah sebagai berikut:

- *Weight and Measurement*
 1. *Length of each roll* = 282.6 m (E-4), 288.1 m (E-5)
 2. *Weight of belt* = 32.1 kg/m
 3. *Gross weight* = 10.80 ton/roll (E-4), 10.95 ton/roll (E-5)
 4. *Width of drum* = 1.75 m

4.2.8 Conveyor G-1 dan G-2

General arrangement Conveyor G-1 dan G-2 (**Gambar 4.8**) diperlukan sebagai dasar desain yang akan dibangun menjadi permodelan 3D pada Autodesk Fusion360. *General arrangement* diperoleh dari *Equipment Operating Manual (Paiton Power Project Phase-1) Coal Handling System*. Perancangan 3D merupakan hal utama sebelum dilakukan simulasi pengujian analisa tegangan dan faktor keamanan.



Gambar 4.8 Conveyor G-1 dan G-2

Sumber: MHI Coal Handling System (*Equipment Manual Operation*)

Beberapa variabel yang dibutuhkan dalam pengujian *stress von misses* dan *safety factor* adalah sebagai berikut:

- *Weight and Measurement*
 1. *Length of each roll* = 156.9 m
 2. *Weight of belt* = 22.5 kg/m
 3. *Gross weight* = 4.13 ton/roll
 4. *Width of drum* = 1.75 m

4.3 Perhitungan Static Stress Analysis Von Mises dan Safety Factor

Tegangan efektif Von Mises didefinisikan sebagai tegangan Tarik uniaksial yang dapat menghasilkan energy distrosi yang sama dengan yang dihasilkan oleh kombinasi tegangan yang berkerja (Gdoutos, 2005).

Kegagalan akan terjadi apabila

$$\sigma' x \geq \frac{\sigma_y}{n}$$

Faktor keamanan adalah faktor yang digunakan untuk mengevaluasi keamanan suatu struktur, dimana kekuatan suatu bahan harus melebihi kekuatan sebenarnya (Hearn, 1997). Faktor keamanan (n) =

$$\frac{s_y}{\sigma_e}$$

Dimana,

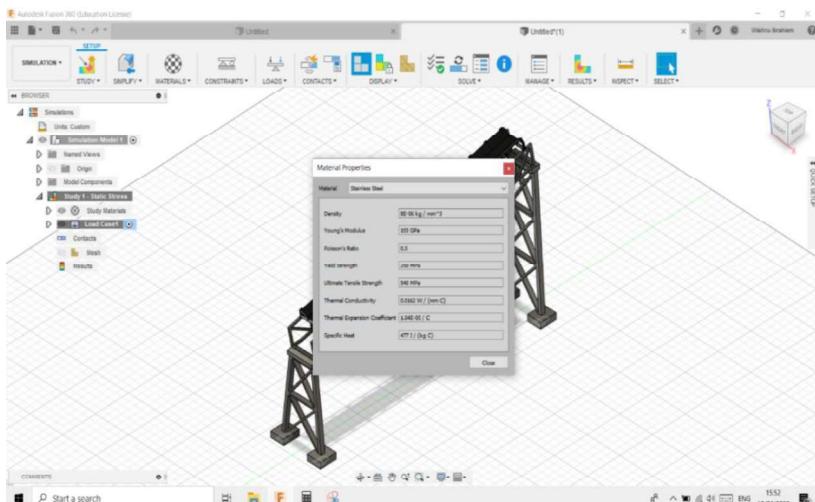
S_y = Yield Strength

σ_e = Tegangan Von Mises

Perbandingan ini disebut faktor keamanan (*factor of safety*) dan harus selalu lebih dari satu. Faktor keamanan harus lebih besar dari pada 1.0 untuk menghindari kegagalan (*fatigue failure*). Tergantung pada keadaan, maka faktor keamanan yang nilainya diatas 1.0 hingga 10.0 yang dipergunakan. Mengikuti sertakan faktor keamanan ke dalam desain bukanlah suatu hal yang sederhana, karena baik kekuatan dan kegagalan memiliki berbagai macam arti (*Egor P. Popov, Mechanics of Material 2nd Edition*).

4.3.1 Sifat Material

Penentuan *Material Properties* berpedoman pada *Equipment Operating Manual (Paiton Private Power Project) Coal Handling System by Mitsubishi Heavy Industries*. Material yang digunakan adalah SM400 dengan Yield Strength 250 MPa.



Gambar 4.9 Material Properties

Sumber: Autodesk Fusion 360 berdasarkan *Equipment Manual Operation MHI Coal Handling System*

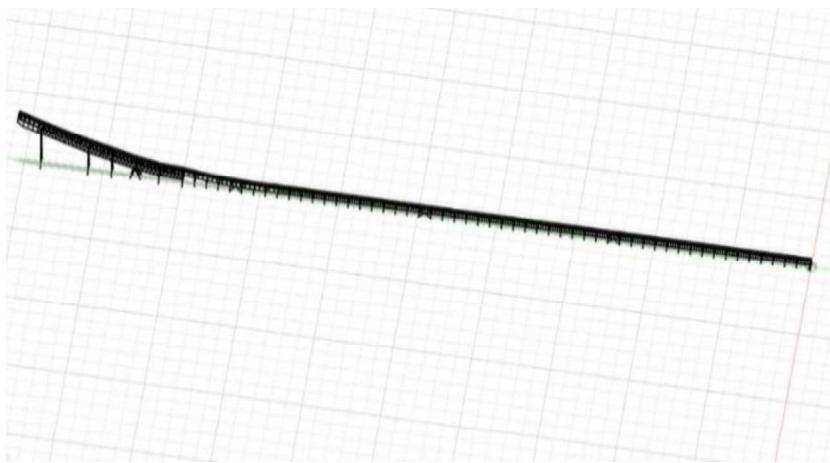
4.4 Permodelan dan Hasil Safety Factor

Conveyor yang dibangun pada Autodesk Fusion360 menjadi 3D sejumlah 12 jalur dengan 38 bagian. Tujuan pembagian conveyor menjadi 38 part adalah agar saat pengujian muatan lebih presisi dan lebih efisien terhadap waktu saat simulasi.

Perhitungan muatan berdasarkan *Weight and Measurement* dari *Manual Operation Coal Handling System*. Untuk hasil perhitungan dan simulasi pengujian *stress analysis von mises* dan *safety factor* secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran **FORM 01** baik pada pengujian kondisi normal maupun kondisi 80%.

4.4.1 Conveyor A-1 dan A-2

Proses perancangan conveyor menjadi permodelan 3D, berdasarkan dengan desain *general arrangement* Conveyor A-1 dan A-2 pada **Gambar 4.1** dan **Gambar 4.2**. Desain 2 jalur yang jadi 1 rancangan karena pada kenyataannya di *plant site*, 2 jalur conveyor A-1 dan A-2 adalah sama. Terkait pengujinya, permodelan ini dibagi menjadi 6 bagian, supaya saat dalam pengujian beban lebih merata dan valid. Berikut hasil permodelan, *static stress test* dan *safety factor* pada kondisi normal, sedangkan pengujian pada kondisi 80% secara detail terdapat pada lampiran **FORM 01**.

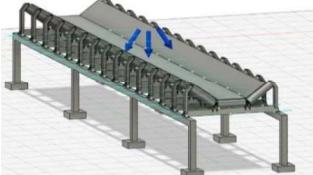
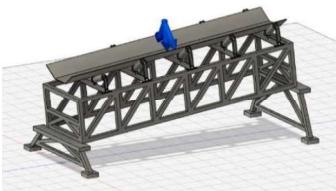


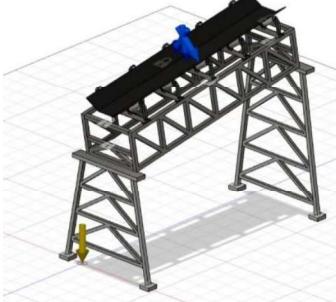
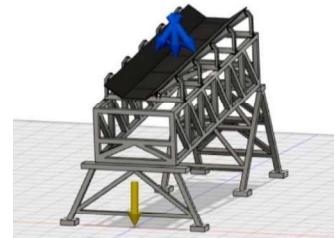
Gambar 4.10 Permodelan 3D Conveyor A-1 dan A-2

Sumber: Dokumen Penulis (2020)

Tabel 4.4.1 Hasil *Static Stress Test* dan *Safety Factor* Conveyor A-1 dan A-2

No.	Desain Konstruksi	<i>Static Stress Test</i> (N/mm ²)	<i>Safety Factor</i> (MPa)

1.	 Bidang Lurus	64,36	3,88
2.	 Bidang Miring, Part 1	22,56	11,08
3.	 Bidang Miring, Part 2	80,34	3,11
4.	 Bidang Miring, Part 3	78,61	3,64

5.		27,32	9,15
6.		38,94	6,2

4.4.2 Conveyor B-1 dan B-2

Proses perancangan conveyor menjadi permodelan 3D, berdasarkan dengan desain *general arrangement* Conveyor B-1 dan B-2 pada **Gambar 4.3**. Terkait pengujinya, permodelan ini dibagi menjadi 10 bagian, supaya saat dalam pengujian beban lebih merata dan valid. Berikut hasil permodelan, *static stress test* dan *safety factor* pada kondisi normal, sedangkan pengujian pada kondisi 80% secara detail terdapat pada lampiran **FORM 01**.

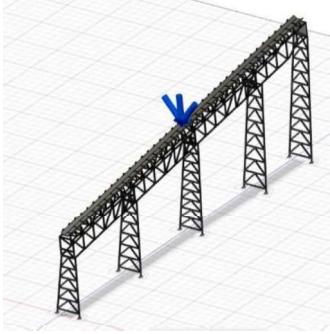
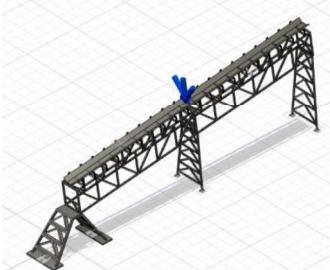


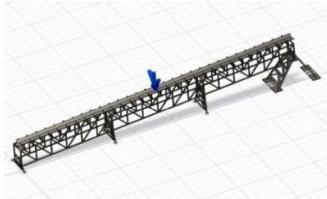
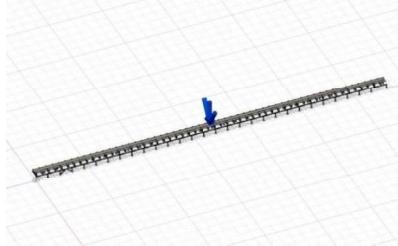
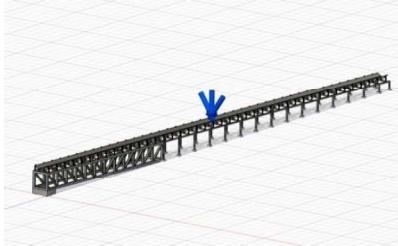
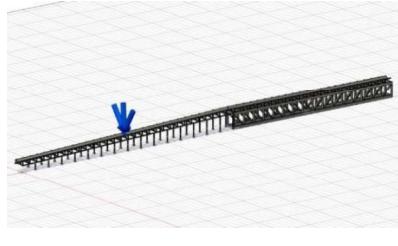
Gambar 4.12 Permodelan 3D Conveyor B-1 dan B-2

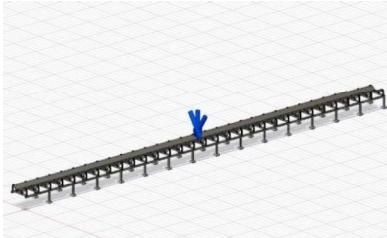
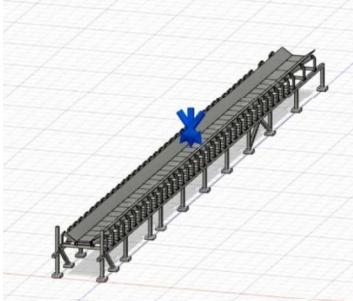
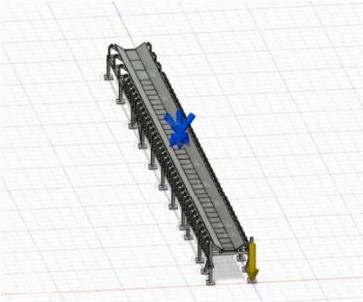
Sumber: Dokumentasi Penulis (2020)

Tabel 4.4.2 Hasil *Static Stress Test* dan *Safety Factor* Conveyor B-1 dan B-2

No.	Desain Konstruksi	<i>Static Stress Test</i> (N/mm ²)	<i>Safety Factor</i> (MPa)

1.		44,41	5,62
2.		41,11	6,08
3.		52,23	4,78

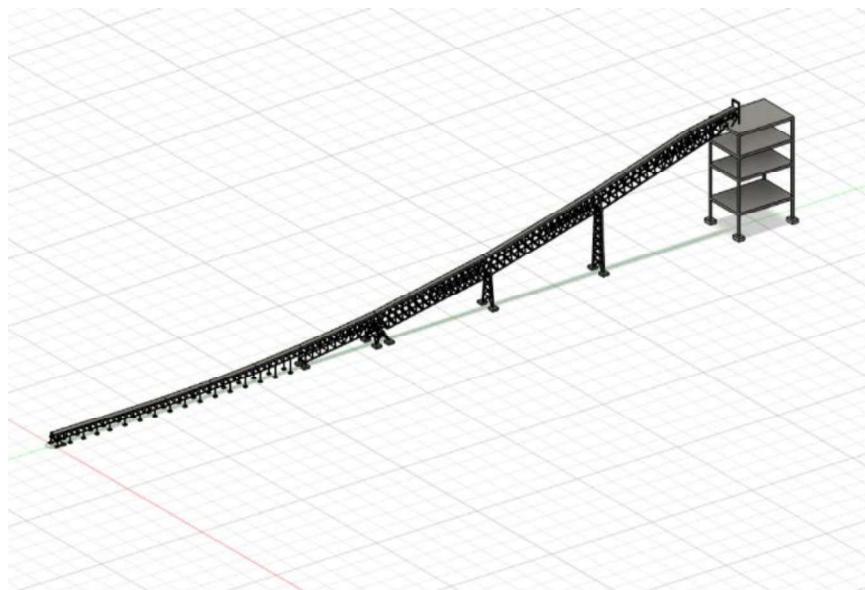
4.	 Bidang Miring, Part 4	32,99	7,57
5.	 Bidang Lurus, Part 1	47,18	5,29
6.	 Bidang Lurus, Part 2	86,73	2,88
7.	 Bidang Lurus, Part 3	61,22	4,08

8.		10,73	23,29
9.		49,52	5,04
10.		56,66	4,41

4.4.3 Conveyor C-2 dan C-4

Perancangan conveyor menjadi permodelan 3D, berdasarkan dengan desain *general arrangement* Conveyor C-2 dan C-4 pada **Gambar 4.4** dan **Gambar 4.5**. Terkait pengujinya, permodelan ini dibagi menjadi 7 bagian.

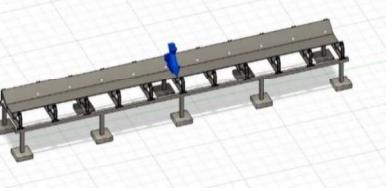
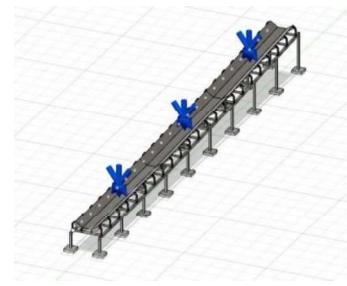
Desain 2 jalur yang jadi 1 rancangan karena pada kenyataannya di *plant site*, 2 jalur conveyor C-2 dan C-4 adalah sama. Terkait pengujinya, permodelan ini dibagi menjadi 7 bagian, supaya saat dalam pengujian beban lebih merata dan valid. Berikut hasil permodelan, *static stress test* dan *safety factor* pada kondisi normal, sedangkan pengujian pada kondisi 80% secara detail terdapat pada lampiran **FORM 01**.

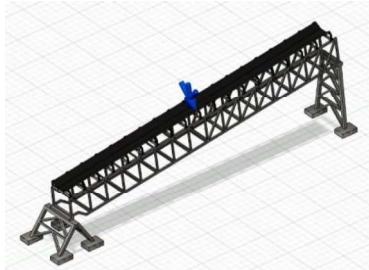
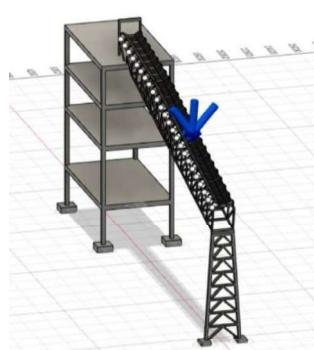


Gambar 4.13 Permodelan 3D Conveyor C-2 dan C-4
Sumber: Dokumentasi Penulis (2020)

Tabel 4.4.3 Hasil *Static Stress Test* dan *Safety Factor* Conveyor C-2 dan C-4

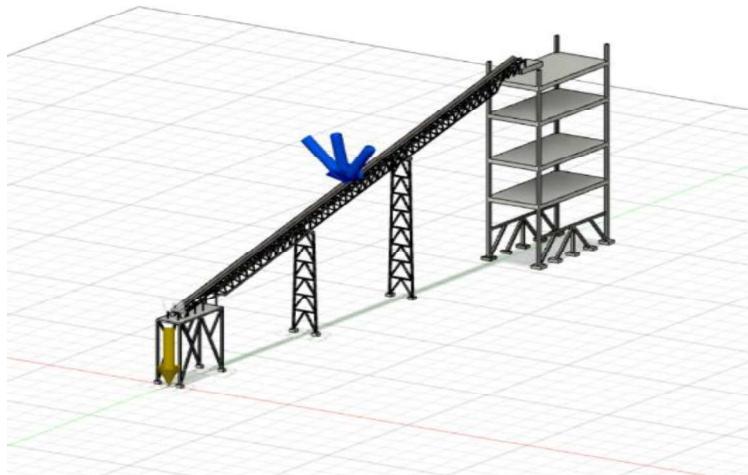
No.	Desain Konstruksi	<i>Static Stress Test</i> (N/mm ²)	<i>Safety Factor</i> (MPa)

1.		72,6	3,44
	Bidang Lurus, Part 1		
2.		14,33	17,44
	Bidang Lurus, Part 2		
3.		67,65	3,69
	Bidang Lurus, Part 3		
4.		44,9	5,56
	Bidang Lurus, Part 4		

5.		83,83	2,98
6.		98,75	2,53
7.		72,42	3,45

4.4.4 Conveyor E-2 dan E-3

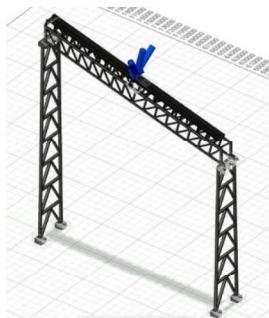
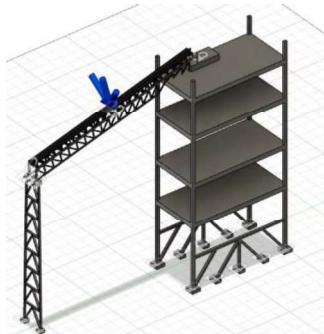
Perancangan conveyor menjadi permodelan 3D, berdasarkan dengan desain *general arrangement* Conveyor E-2 dan E-3 pada **Gambar 4.6**. Terkait pengujiannya, permodelan ini dibagi menjadi 3 bagian. Berikut hasil permodelan, *static stress test* dan *safety factor* pada kondisi normal, sedangkan pengujian pada kondisi 80% secara detail terdapat pada lampiran **FORM 01**.



Gambar 4.14 Permodelan 3D Conveyor E-2 dan E-3
Sumber: Dokumentasi Penulis (2020)

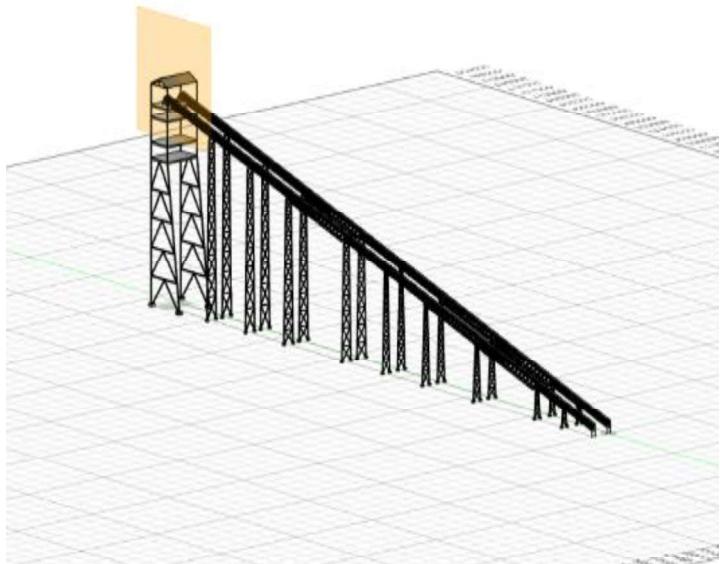
Tabel 4.4.3 Hasil *Static Stress Test* dan *Safety Factor* Conveyor E-2 dan E-3

No.	Desain Konstruksi	Static Stress Test (N/mm ²)	Safety Factor (MPa)
1.	 Part 1	52,11	4,79

2.	 Part 2	118,2	2,11
3.	 Part 3	144	1,73

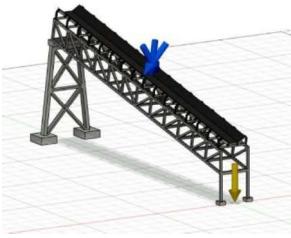
4.4.5 Conveyor E-4 dan E-5

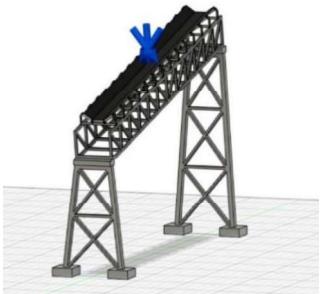
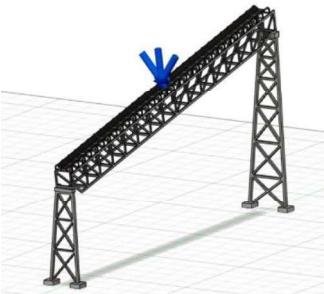
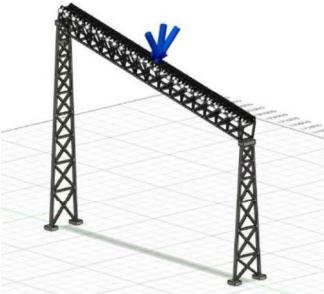
Perancangan conveyor menjadi permodelan 3D, berdasarkan dengan desain *general arrangement* Conveyor E-4 dan E-5 pada **Gambar 4.7**. Terkait pengujinya, permodelan ini dibagi menjadi 9 bagian. Berikut hasil permodelan, *static stress test* dan *safety factor* pada kondisi normal, sedangkan pengujian pada kondisi 80% secara detail terdapat pada lampiran **FORM 01**.

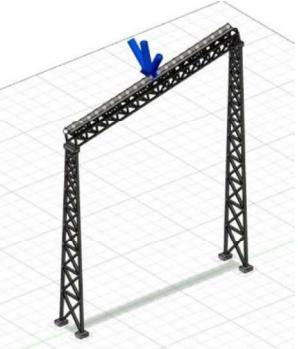
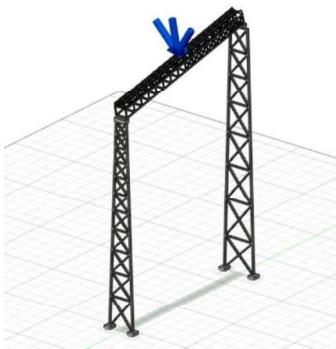


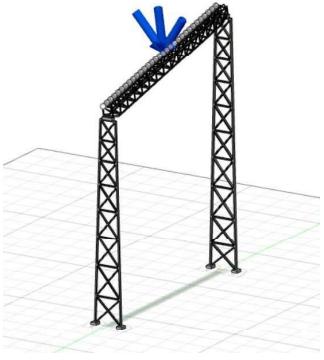
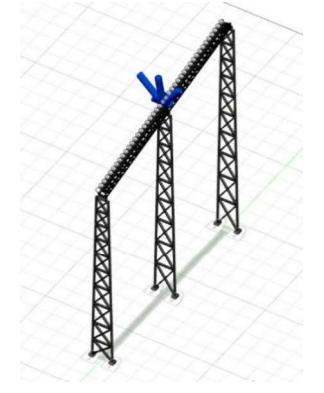
Gambar 4.15 Permodelan 3D Conveyor E-4 dan E-5
Sumber: Dokumentasi Penulis (2020)

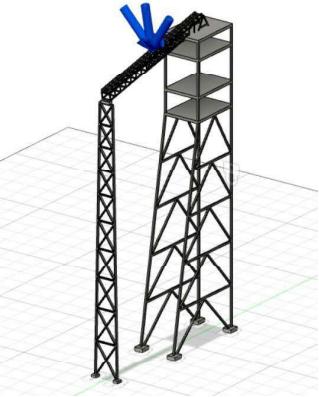
Tabel 4.4.5 Hasil *Static Stress Test* dan *Safety Factor* Conveyor E-4 dan E-5

No.	Desain Konstruksi	Static Stress Test (N/mm ²)	Safety Factor (MPa)
1.	 Part 1	50,79	4,92

2.		115,6	2,16
3.		81,5	3,06
4.		76,94	3,24

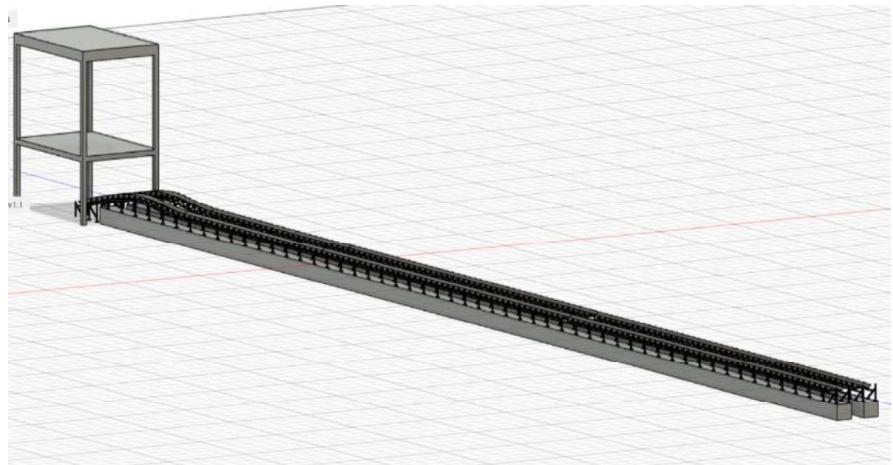
5.		68,69	3,63
6.		141	1,77

7.		20,91	11,9
8.		43,61	5,73

9.		58,78	4,25
----	---	-------	------

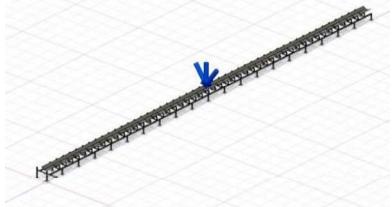
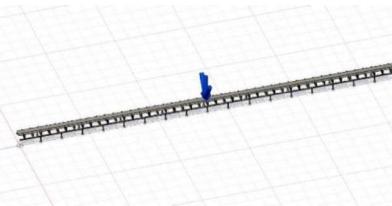
4.4.6 Conveyor G-1 dan G-2

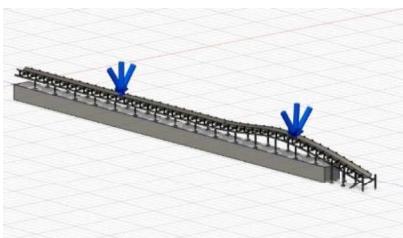
Proses perancangan conveyor menjadi permodelan 3D, berdasarkan dengan desain *general arrangement* Conveyor G-1 dan G-2 pada **Gambar 4.8**. Terkait pengujinya, permodelan ini dibagi menjadi 3 bagian. Berikut hasil permodelan, *static stress test* dan *safety factor* pada kondisi normal, sedangkan pengujian pada kondisi 80% secara detail terdapat pada lampiran **FORM 01**.



Gambar 4.16 Permodelan 3D Conveyor G-1 dan G-2
Sumber: Dokumentasi Penulis (2020)

Tabel 4.4.5 Hasil Static Stress Test dan Safety Factor Conveyor G-1 dan G-2

No.	Desain Konstruksi	Static Stress Test (N/mm ²)	Safety Factor (MPa)
1.	 Part 1	11,98	20,86
2.	 Part 2	22,4	11,16

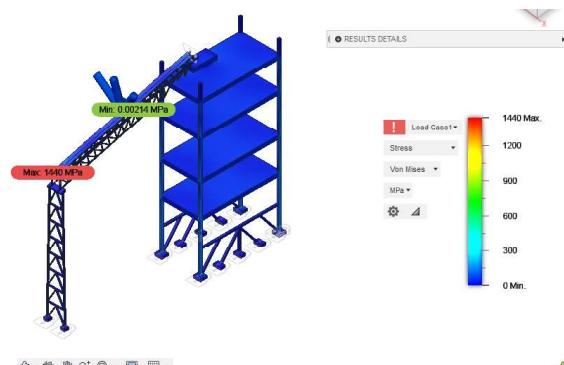
3.		100,6	2,48
Part 3			

4.5 Rakapitulasi Hasil Analisa Tegangan dan Perhitungan Safety Factor

Berdasarkan pengujian *static stress* permodelan seluruh konstruksi conveyor meliputi Conveyor A-1, A-2, B-1, B-2, C-2, C-4, E-2, E-3, E-4, E-5, G-1 dan G-2 dihasilkan 10 konstruksi bagian conveyor yang memperoleh nilai *safety factor* yang rendah. Terkait tabulasi rekapitulasi hasil analisa tegangan dan perhitungan faktor keamanan pada kondisi konstruksi 80% dan 100% (Normal) dapat dilihat pada lampiran **FORM 02**. Berikut 10 conveyor yang memiliki nilai *safety factor* terendah beserta ilustrasi simulasi :

4.5.1 Conveyor E-2 dan E-3 (Part 3)

Simulasi pengujian pada Autodesk Fusion360 menggunakan fitur *static stress* dan untuk lokasi titik terlemah pada konstruksi menggunakan fitur *safety factor*. Conveyor E-2 dan E-3 merupakan conveyor dengan hasil *safety factor* terendah dari 38 bagian conveyor yang telah disimulasikan. Pada Conveyor E-2 dan E-2 didapatkan hasil stress 144 N/mm^2 , sehingga nilai faktor keamanannya adalah 1,73 (**Gambar 4.5.1**) dikarenakan *material properties* yang digunakan pada seluruh desain kerangka conveyor ialah Steel SM400 dengan *Yield Strength*



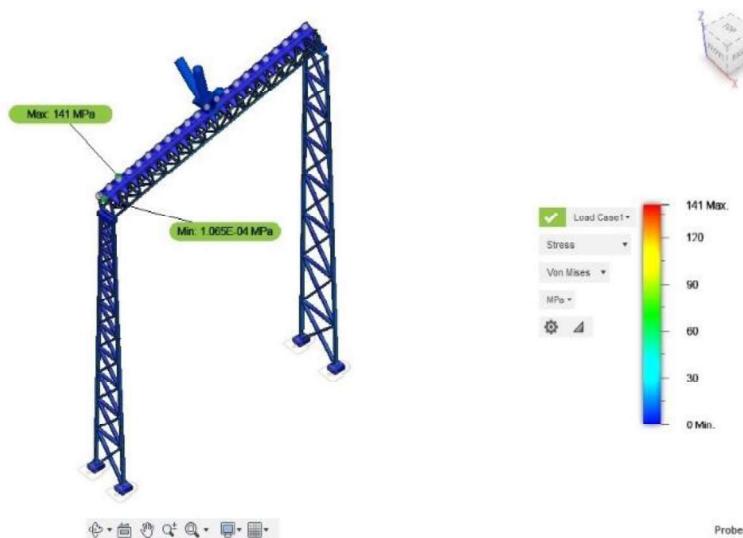
250 MPa. Berdasarkan pengujian faktor keamanannya, didapatkan lokasi dengan titik terendah yaitu pada bagian *Idler Rolls*.

Gambar 4.5.1 Permodelan Desain Conveyor E-2 dan E-3 (Part 3)
Sumber: Penulis (2020)

- *Failure Location* = *Idler Rolls*
- *Safety Factor* = 1,73

4.5.2 Conveyor E-4 dan E-5 (Part 6)

Pengujian pada Autodesk Fusion360 menggunakan fitur *static stress* dan untuk lokasi titik terlemah pada konstruksi menggunakan fitur *safety factor*. Conveyor E-4 dan E-5 (Part 6) merupakan conveyor dengan hasil *safety factor* terendah ke-2 dari 38 bagian conveyor yang telah disimulasikan. Pada Conveyor E-4 dan E-5 (Part 6) didapatkan hasil stress 141 N/mm², sehingga nilai faktor keamanannya adalah 1,77 (**Gambar 4.5.2**) dikarenakan *material properties* yang digunakan pada seluruh desain kerangka conveyor ialah Steel SM400 dengan *Yield Strength* 250 MPa. Berdasarkan pengujian faktor keamanannya, didapatkan lokasi dengan titik terendah yaitu pada bagian *Bearing and Shaft*.

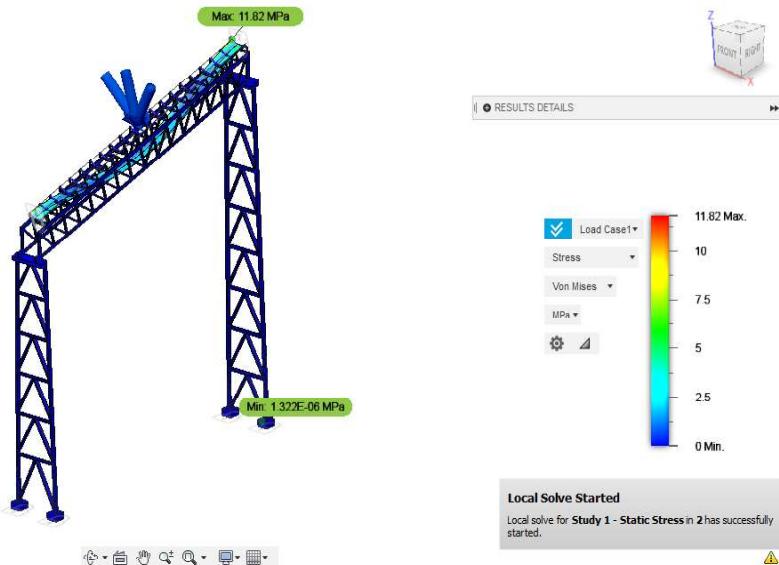


Gambar 4.5.2 Permodelan Desain Conveyor E-4 dan E-5 (Part 6)
Sumber: Penulis (2020)

- *Failure Location* = Bearing and Shaft
- *Safety Factor* = 1,77

4.5.3 Conveyor E-2 dan E-3 (Part 2)

Simulasi pengujian menggunakan fitur *static stress* dan untuk lokasi titik terlemah pada konstruksi menggunakan fitur *safety factor*. Conveyor E-2 dan E-3 (Part 2) merupakan conveyor dengan hasil *safety factor* terendah ke-3 dari 38 bagian conveyor yang telah disimulasikan. Pada Conveyor E-2 dan E-3 (Part 2) didapatkan hasil stress $118,2 \text{ N/mm}^2$, sehingga nilai faktor keamanannya adalah 2,11 (**Gambar 4.5.3**) dikarenakan *material properties* yang digunakan pada seluruh desain kerangka conveyor ialah Steel SM400 dengan *Yield Strength* 250 MPa. Berdasarkan pengujian faktor keamanannya, didapatkan lokasi dengan titik terendah yaitu pada bagian *Pulley/Shaf Assembly*.

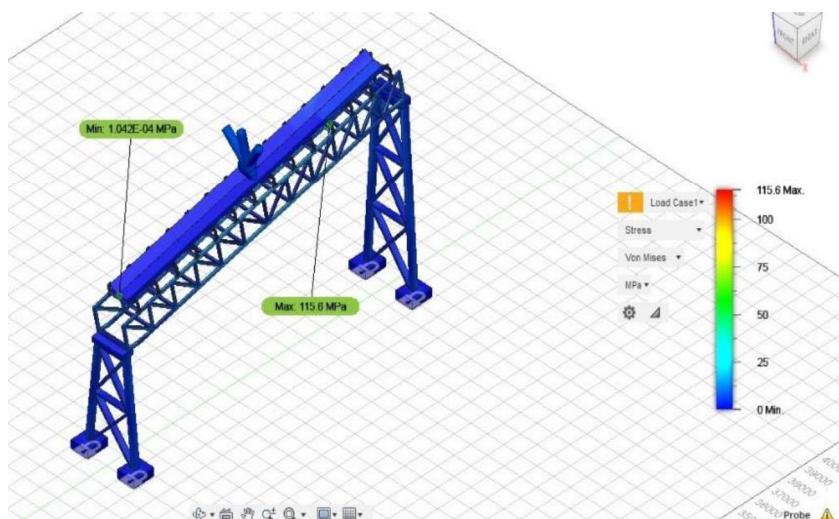


Gambar 4.5.3 Permodelan Desain Conveyor E-2 dan E-3 (Part 2)
Sumber: Penulis (2020)

- *Failure Location* = Pulley/Shaf Assembly
- *Safety Factor* = 2,11

4.5.4 Conveyor E-4 dan E-5 (Part 2)

Pengujian pada Autodesk Fusion360 menggunakan fitur *static stress* dan untuk lokasi titik terlemah pada konstruksi menggunakan fitur *safety factor*. Conveyor E-4 dan E-5 (Part 2) merupakan conveyor dengan hasil *safety factor* terendah ke-4 dari 38 bagian conveyor yang telah disimulasikan. Pada Conveyor E-2 dan E-3 (Part 2) didapatkan hasil stress $115,6 \text{ N/mm}^2$, sehingga nilai faktor keamanannya adalah 2,16 (**Gambar 4.5.4**) dikarenakan *material properties* yang digunakan pada seluruh desain kerangka conveyor ialah Steel SM400 dengan *Yield Strength* 250 MPa. Berdasarkan pengujian faktor keamanannya, didapatkan lokasi dengan titik terendah yaitu pada bagian *bearing and shaft*.



Gambar 4.5.4 Permodelan Desain Conveyor E-4 dan E-5 (Part 2)

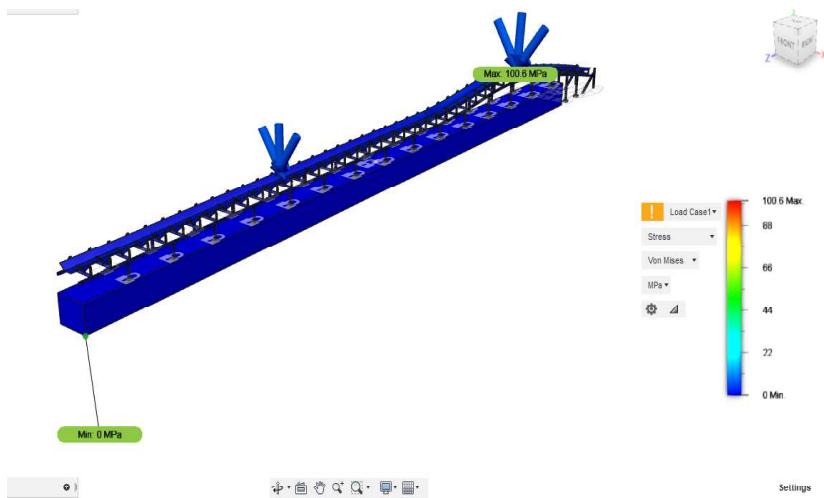
Sumber: Penulis (2020)

- *Failure Location* = *Bearing and Shaft*
- *Safety Factor* = 2,16

4.5.5 Conveyor G-1 dan G-2 (Part 3)

Pengujian pada Autodesk Fusion360 menggunakan fitur *static stress* dan untuk lokasi titik terlemah pada konstruksi menggunakan fitur *safety factor*. Conveyor G-1 dan G-2 (Part 3) merupakan conveyor dengan hasil *safety factor* terendah ke-5 dari 38 bagian conveyor yang telah disimulasikan. Pada Conveyor G-1 dan G-2 (Part 3) didapatkan hasil stress $100,6 \text{ N/mm}^2$, sehingga nilai faktor

keamanannya adalah 2,48 (**Gambar 4.5.5**) dikarenakan *material properties* yang digunakan pada seluruh desain kerangka conveyor ialah Steel SM400 dengan *Yield Strength* 250 MPa. Berdasarkan pengujian faktor keamanannya, didapatkan lokasi dengan titik terendah yaitu pada bagian *frame*.

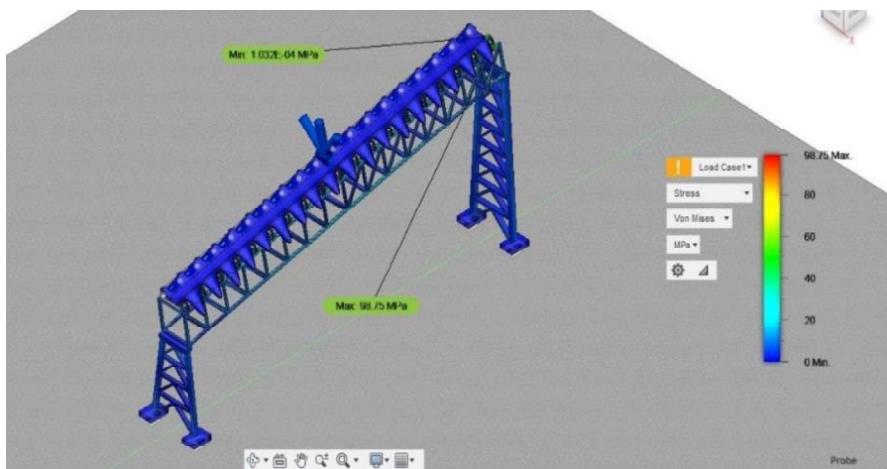


Gambar 4.5.5 Permodelan Desain Conveyor G-1 dan G-2 (Part 3)
Sumber: Penulis (2020)

- *Failure Location* = Frame
- *Safety Factor* = 2,48

4.5.6 Conveyor C-2 dan C-4 (Part 2, Bidang Miring)

Pengujian pada Autodesk Fusion360 menggunakan fitur *static stress* dan untuk lokasi titik terlemah pada konstruksi menggunakan fitur *safety factor*. Conveyor C-2 dan C-4 (Part 2, Bidang Miring) merupakan conveyor dengan hasil *safety factor* terendah ke-6 dari 38 bagian conveyor yang telah disimulasikan. Pada Conveyor C-2 dan C-4 (Part 2, Bidang Miring) didapatkan hasil stress $98,75 \text{ N/mm}^2$, sehingga nilai faktor keamanannya adalah 2,53 (**Gambar 4.5.6**) dikarenakan *material properties* yang digunakan pada seluruh desain kerangka conveyor ialah Steel SM400 dengan *Yield Strength* 250 MPa. Berdasarkan pengujian faktor keamanannya, didapatkan lokasi dengan titik terendah yaitu pada bagian *Positioner Carriage Rollers*.



Gambar 4.5.6 Permodelan Desain Conveyor C-2 dan C-4 (Part 2, Bidang Miring)
Sumber: Penulis (2020)

- *Failure Location* = Positioner Carriage Rollers
- *Safety Factor* = 2,53

4.5.7 Conveyor B-1 dan B-2 (Part 2, Bidang Lurus)

Simulasi pengujian pada *Autodesk Fusion360* menggunakan fitur *static stress* dan untuk lokasi titik terlemah pada konstruksi menggunakan fitur *safety factor*. Conveyor B-1 dan B-2 (Part 2, Bidang Lurus) merupakan conveyor dengan hasil *safety factor* terendah ke-7 dari 38 bagian conveyor yang telah disimulasikan. Pada Conveyor B-1 dan B-2 (Part 2, Bidang Lurus) didapatkan hasil stress $86,73 \text{ N/mm}^2$, sehingga nilai faktor keamanannya adalah 2,88 (**Gambar 4.5.7**) dikarenakan *material properties* yang digunakan pada seluruh desain kerangka conveyor ialah Steel SM400 dengan *Yield Strength* 250 MPa. Berdasarkan pengujian faktor keamanannya, didapatkan lokasi dengan titik terendah yaitu pada bagian *Pulley Shaft*.

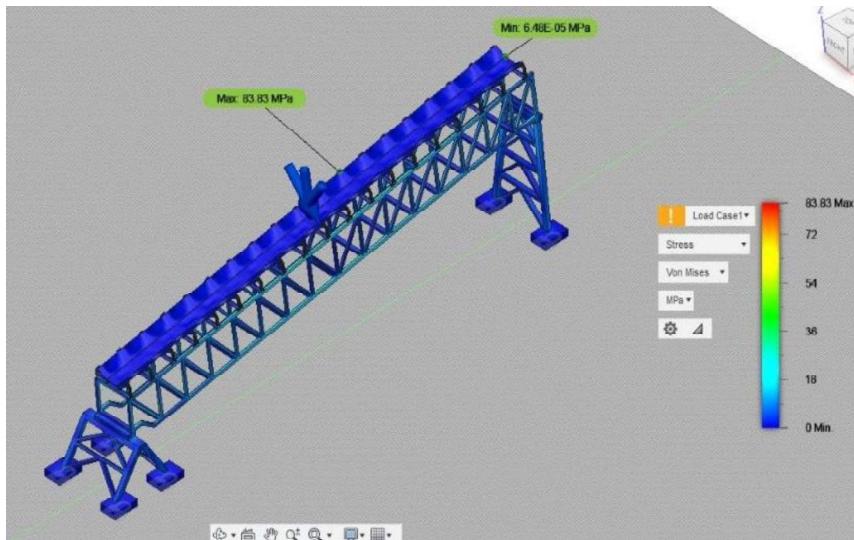


Gambar 4.5.7 Permodelan Desain Conveyor B-1 dan B-2 (Part 2, Bidang Lurus)
Sumber: Penulis (2020)

- *Failure Location* = Pulley Shaft
- *Safety Factor* = 2,88

4.5.8 Conveyor C-2 dan C-4 (Part 1, Bidang Miring)

Simulasi pengujian pada *Autodesk Fusion360* menggunakan fitur *static stress* dan untuk lokasi titik terlemah pada konstruksi menggunakan fitur *safety factor*. Conveyor C-2 dan C-4 (Part 1, Bidang Miring) merupakan conveyor dengan hasil *safety factor* terendah ke-8 dari 38 bagian conveyor yang telah disimulasikan. Pada Conveyor C-2 dan C-4 (Part 1, Bidang Miring) didapatkan hasil stress $83,83 \text{ N/mm}^2$, sehingga nilai faktor keamanannya adalah 2,98 (**Gambar 4.5.8**) dikarenakan *material properties* yang digunakan pada seluruh desain kerangka conveyor ialah Steel SM400 dengan *Yield Strength* 250 MPa. Berdasarkan pengujian faktor keamanannya, didapatkan lokasi dengan titik terendah yaitu pada bagian *Positioner Carriage Rollers*.

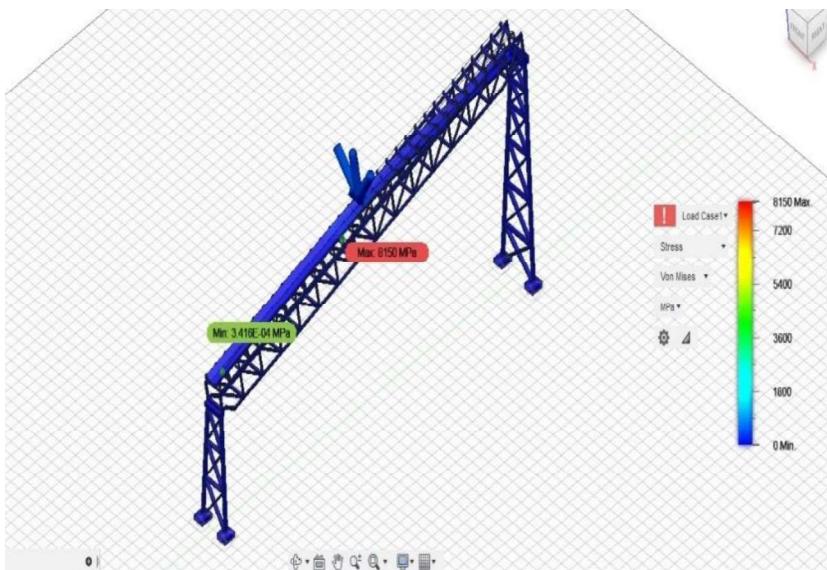


Gambar 4.5.8 Permodelan Desain Conveyor C-2 dan C-4 (Part 1, Bidang Miring)
Sumber: Penulis (2020)

- *Failure Location* = Positioner Carriage Rollers
- *Safety Factor* = 2,98

4.5.9 Conveyor E-4 dan E-5 (Part 3)

Pengujian pada Autodesk Fusion360 menggunakan fitur *static stress* dan untuk lokasi titik terlemah pada konstruksi menggunakan fitur *safety factor*. Conveyor E-4 dan E-5 (Part 3) merupakan conveyor dengan hasil *safety factor* terendah ke-9 dari 38 bagian conveyor yang telah disimulasikan. Pada Conveyor E-4 dan E-5 (Part 3) didapatkan hasil stress $81,5 \text{ N/mm}^2$, sehingga nilai faktor keamanannya adalah 3,06 (**Gambar 4.5.9**) dikarenakan *material properties* yang digunakan pada seluruh desain kerangka conveyor ialah Steel SM400 dengan *Yield Strength* 250 MPa. Berdasarkan pengujian faktor keamanannya, didapatkan lokasi dengan titik terendah yaitu pada bagian *Idler Rolls*.



Gambar 4.5.9 Permodelan Desain Conveyor E-4 dan E-5 (Part 3)

Sumber: Penulis (2020)

- *Failure Location* = Idler Rolls
- *Safety Factor* = 3,06 MPa

4.5.10 Conveyor E-4 dan E-5 (Part 4)

Simulasi pengujian pada *Autodesk Fusion360* menggunakan fitur *static stress* dan untuk lokasi titik terlemah pada konstruksi menggunakan fitur *safety factor*. Conveyor E-4 dan E-5 (Part 4) merupakan conveyor dengan hasil *safety factor* terendah ke-10 dari 38 bagian conveyor yang telah disimulasikan. Pada Conveyor E-4 dan E-5 (Part 4) didapatkan hasil stress $76,94 \text{ N/mm}^2$, sehingga nilai faktor keamanannya adalah 3,24 (**Gambar 4.5.10**) dikarenakan *material properties* yang digunakan pada seluruh desain kerangka conveyor ialah Steel SM400 dengan *Yield Strength* 250 MPa. Berdasarkan pengujian faktor keamanannya, didapatkan lokasi dengan titik terendah yaitu pada bagian *Idler Rolls*.



Gambar 4.5.10 Permodelan Desain Conveyor E-4 dan E-5 (Part 4)

Sumber: Penulis (2020)

- *Failure Location* = Idler Rolls
- *Safety Factor* = 3,24

Berdasarkan hasil perhitungan Safety Factor tersebut dapat disimpulkan bahwa konstruksi conveyor dinyatakan aman dalam pembebanan batubara terhadap 12 conveyor (38 part conveyor) yang telah diuji menggunakan Autodesk Fusion 360 *Static Stress Test Simulation* karena memenuhi persyaratan Safety Factor yaitu nilai Safety Factor harus lebih dari 1. akan tetapi, pada 10 konstruksi yang telah disebutkan diatas akan dijadikan sebagai bahan rekomendasi prioritas penanganan *maintenance* conveyor.

4.6 Rekomendasi Pelaksanaan Kegiatan Perawatan

Dari 10 bagian conveyor yang memiliki nilai *safety factor* terendah berdasarkan Simulasi Permodelan menggunakan Autodesk Fusion 360, akan diprioritaskan untuk diberikan penanganan pemeliharaan sebagai tindakan preventif. *Failure location* diperoleh dari hasil simulasi saat mendeteksi bagian yang memiliki nilai faktor keamanan paling rendah. Pada sub-bab ini dijelaskan mengenai langkah-langkah yang disarankan untuk membantu operator mengurangi masalah pada Conveyor. Output dari hasil pengujian *stress analysis* dan *safety factor* adalah beberapa jalur conveyor yang memiliki faktor keamanan paling rendah dan direkomendasikan sebagai prioritas dalam penanganan pemeliharaan beserta jadwal perawatan atau *Maintenance Task Schedule*. *Maintenance Task Schedule* mengacu pada EPRI (*Electric Power Research Institute*) FMAC: *Coal Handling System Maintenance Guide* 1013349. Maka perawatan dapat dilakukan sesuai **Tabel 4.6**. Untuk *Maintenance Task Schedule* secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran **FORM 03**. Berikut merupakan *Maintenance Task Schedule* pada *Idler Rolls* :

Tabel 4.6 Rekomendasi Maintenance Task Berdasarkan EPRI FMAC: Coal Handling System Maintenance Guide 1013349

Maintenance Task Schedule		
Equipment Name		: Idler Rolls
Conveyor		: E-2 & E-3 (Part 3), E-4 & E-5 (Part 3 & 4)
Following these recommended steps should help operators reduce problems with conveyor. Here is a brief check list:		
Interval	Done By	
Weekly	Mechanic Coal Handling	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ensure that the carry-side idlers are turning freely. 2. Check that return idlers are clean and turning freely. 		
Interval	Done By	
Monthly	Mechanic Coal Handling	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Visual inspect idlers for wear/damage. Replace rolls or bearing as needed 2. Check for impact bed or impact idler damage 3. Check for carrying-side idler damage 4. At any secondary loading stations, check for physical damage or missing skirting and for impact bed or impact idler damage. 5. Verify that return idlers are clean and turning freely 		

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan analisa di atas adalah menghasilkan 38 bagian yang telah dirancang mengacu pada gambar *general arrangement conveyor* oleh Mitsubishi Heavy Industry dari 12 jalur conveyor yang beroperasi pada PLTU Paiton Unit 7&8 dan dibangun 3D pada Simulasi Permodelan Autodesk Fusion 360. Tujuan pembagian conveyor menjadi 38 part adalah agar saat pengujian muatan lebih presisi dan lebih efisien terhadap waktu saat simulasi. Perhitungan muatan berdasarkan *Weight and Measurement* dari *Manual Operation Coal Handling System*. Pengujian simulasi ini menghasilkan 10 bagian dengan nilai *safety factor* terendah. Jalur conveyor yang memiliki nilai faktor keamanan terendah adalah Conveyor E-2 & E-3 (Part 3), dengan nilai *safety factor* 1,73 Mpa. Nilai diperoleh dari hasil pengujian *static stress simulation* terhadap setiap bagian conveyor yang dirancang. Pengujian dilakukan sebanyak bagian yang dirancang yaitu 38 bagian. Hal ini menjawab permasalahan terkait pemilihan jalur conveyor pada PLTU Paiton Unit 7&8 untuk dijadikan prioritas penanganan pemeliharaan secara berkala. Tindak lanjut dari 10 bagian conveyor dengan nilai faktor keamanan terendah yaitu dijadikan sebagai bahan rekomendasi maintenance sebagai prioritas untuk ditangani. Rekomendasi *maintenance task schedule* telah ditentukan dengan berpedoman pada EPRI FMAC: *Coal Handling System Maintenance Guide 1013349*. Sehingga dengan adanya simulasi ini, mencegah terjadinya *miss-scheduled maintenance* dan tindakan perawatan yang tidak sesuai.

5.2 Saran

Adapun saran berdasarkan analisa di atas adalah :

- a. Tidak hanya mengandalkan 1 software untuk melakukan analisa, melainkan mengolaborasi beberapa software demi menghasilkan hasil yang presisi atau mendekati dengan *local site*.
- b. Melakukan uji struktur bangunan secara fisik, untuk menunjang nilai dari hasil simulasi permodelan oleh software

DAFTAR PUSTAKA

- Febril, A. B., & Nur, Raybian. 2019. *Uji Tegangan (Stress) Pada Engine Stand Trainer Hino 6 Silinder Menggunakan Aplikasi Autodesk Fusion 360*. Kalimantan Selatan: Politeknik Hasnur.
- Yusril, Irwan. 2015. *Metalurgi Fisik*. Bandung: Teknik Mesin Itenas.
- Padirodikmoro, Widodo. 2014. *Analisa Tegangan Bahan*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Bisono, Fipka. 2019. *Shape Optimization Untuk Mengurangi Berat Konstruksi Pada Desain Bottom Frame Kapal Alumunium*. Surabaya: Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- J. Steffen, “Structural Topology Optimization,” Master’s Thesis. Norwegian University of Science and Technology, Norway, Jun. 2018
- Sharief, Obaidullah. 2018. *Design and Multi-Axial Load Analysis of Automobile Steering Knuckle*. India: International Journal of Innovative Science and Research Technology, ISSN No:-2456-2165.
- Syed H. A. 2018. *Computational Analysis for Optimisation of Baja SAE Roll Cage*. India: Muffakham Jah College of Engineering & Technology.
- P. P. Song. 2018. *Research and Application of Autodesk Fusion360 in Industrial Design*. Tianjin: Tianjin University of Technology and Education.
- Revitasari, Cindy. 2013. *Preventive Maintenance Schedulling Determination At Mill Station (Case Study PG. Lestari Kertosono)*. Malang: Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya.
- Mobley, R. Keith. 2008. *Maintenance Engineering Handbook (Seventh Edition)*. New York: McGraw-Hill.
- Kadir. 2017. *Simulasi Tegangan Von Mises dan Analisa Safety Factor Gantry Crane Kapasitas 3 Ton*. Kendari: Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Halu Oleo.
- 1997, *ASM handbook*, Material Selection and Design, Volume 20, The Materials Information Company.
- Callister, Jr., W.D. And Rethwisch, D.G. 2010. *Materials Science and Engineering*. Eighth Edition, Wiley, USA.
- Gdoutos, E.E. 2005. *An Introduction of Fracture Mechanics*, Second Edition, Springer, Netherlands.

Hearn, E.J. 1997. *An Introduction to The Mechanics of Elastic and Plastic Deformation of Solid and Structural Materials*, Third Edition, Buttercoorth-Heinemenn, UK.

Yudho, Hartono. 2016. *Analisa Kekuatan Modifikasi Main Deck Akibat Penggantian Mooring Winch Pada Kapal Accomodation Work Barge 5640 DWT dengan Metode Elemen Hingga*. Jurusan Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Li Shao-Hua. 2009. *The 3D Simulation System of The Power Station Equipment Maintenance Development and Design based on SolidWorks*. China: Northeast Dianli University.

Dong Chao, Chen Gang, Li Bing, Wang Chao. 2007. *Generating Equipment Maintenance System Implementation based on The Tally*. Application technology.

Wang Zhi-Hua, Wang Ming, Sun Hao. 2005. *Power Equipment Maintenance System Analysis and Design*. The generation equipment.

Stahura, P. Richard. 2002. *The Practical Resource for Total Dust & Material Control*. Foundation Third Edition. Martin Engineering.

FMAC: *Coal Handling System Maintenance Guide*. EPRI, Palo Alto, CA: 2006. 1013349

Equipment Operating Manual, Coal Handling System. Mitsubishi Heavy Industries, LTD. Hiroshima Machinery Works.

Kulinowski, Piotr. *Belt Conveyor for Bulk Materials Calculations by CEMA*, Fifth Edition. Department of Mining, Dressing and Transport Machines AGH.

LAMPIRAN

FORM 01**HASIL ANALISA TEGANGAN DAN FAKTOR KEAMANAN PADA CONVEYOR A-1 DAN A-2**

No.	Conveyor	Failure Location	Static Stress (N/mm ²) Kondisi 80%	Static Stress (N/mm ²) Kondisi Normal	Yield Strength (Mpa)	Panjang (m)	Safety Factor (Kondisi 80%)	Safety Factor (Kondisi Normal)	Keterangan
1.	A-1, A-2 (Skirt)	Frame	77,232	64,36	250	10	3,237000207	3,884400249	Acceptable
2.	A-1, A-2 (Bidang Miring 1)	Slide-in Belt Support (Wing)	27,072	22,56	250	6,3	9,23463357	11,08156028	Acceptable
3.	A-1, A-2 (Bidang Miring 2)	Idler Bearing	84,288	70,24	250	12,3	2,96602126	3,559225513	Acceptable
4.	A-1, A-2 (Bidang Miring 3)	Slide-in Belt Support (Wing)	82,332	68,61	250	7,8	3,036486421	3,643783705	Acceptable
5.	A-1, A-2 (Bidang Miring 4)	Head Pulley	32,784	27,32	250	6,3	7,625671059	9,150805271	Acceptable
6.	A-1, A-2 (Bidang Miring 5)	Slide-in Belt Support (Wing)	46,728	38,94	250	7,5	5,350111282	6,420133539	Acceptable

HASIL ANALISA TEGANGAN DAN FAKTOR KEAMANAN PADA CONVEYOR B-1 DAN B-2

No.	Conveyor	Failure Location	Static Stress (N/mm ²) Kondisi 80%	Static Stress (N/mm ²) Kondisi Normal	Yield Strength (Mpa)	Panjang (m)	Safety Factor (Kondisi 80%)	Safety Factor (Kondisi Normal)	Keterangan
1.	B-1, B-2 (Bidang Miring 1)	Idler	53,292	44,41	250	45,2	4,69113563	5,629362736	Acceptable
2.	B-1, B-2 (Bidang Miring 2)	Idler	49,332	41,11	250	27,15	5,067704533	6,081245439	Acceptable
3.	B-1, B-2 (Bidang Miring 3)	Idler	62,676	52,23	250	27,12	3,98876763	4,786521156	Acceptable
4.	B-1, B-2 (Bidang Miring 4)	Pulley Shaft	39,588	32,99	250	29,05	6,315044963	7,578053936	Acceptable
5.	B-1, B-2 (Bidang Lurus 1)	Pulley Shaft	56,616	47,18	250	66,105	4,415712873	5,298855447	Acceptable
6.	B-1, B-2 (Bidang Lurus 2)	Pulley Shaft	104,076	86,73	250	50,2	2,40209078	2,882508936	Acceptable
7.	B-1, B-2 (Bidang Lurus 3)	Slide-In Belt Support	73,464	61,22	250	63,107	3,403027333	4,0836328	Acceptable
8.	B-1, B-2 (Bidang Lurus 4)	Slide-In Belt Support	12,876	10,73	250	36,16	19,41596769	23,29916123	Acceptable
9.	B-1, B-2 (Bidang Lurus 5)	Slide-In Belt Support	59,424	49,52	250	25,3	4,207054389	5,048465267	Acceptable
10.	B-1, B-2 (Bidang Lurus 6)	Slide-In Belt Support	67,992	56,66	250	25,3	3,676903165	4,412283798	Acceptable

HASIL ANALISA TEGANGAN DAN FAKTOR KEAMANAN PADA CONVEYOR C-2 DAN C-4

No.	Conveyor	Failure Location	Static Stress (N/mm ²) Kondisi 80%	Static Stress (N/mm ²) Kondisi Normal	Yield Strength (Mpa)	Panjang (m)	Safety Factor (Kondisi 80%)	Safety Factor (Kondisi Normal)	Keterangan
1.	C-2, C-4 (Bidang Lurus 1)	Idler Bearing	87,12	72,6	250	23,115	2,869605142	3,443526171	Acceptable
2.	C-2, C-4 (Bidang Lurus 2)	Idler Bearing	17,196	14,33	250	12,6	14,53826471	17,44591766	Acceptable
3.	C-2, C-4 (Bidang Lurus 3)	Idler Bearing	81,18	67,65	250	27,597	3,07957625	3,6954915	Acceptable
4.	C-2, C-4 (Bidang Lurus 4)	Head Pulley	53,88	44,9	250	17,462	4,6339940609	5,567928731	Acceptable
5.	C-2, C-4 (Bidang Miring 1)	Positioner	100,596	83,83	250	24,45	2,485188278	2,982225933	Acceptable
6.	C-2, C-4 (Bidang Miring 2)	Positioner	118,5	98,75	250	23,2	2,109704641	2,53164557	Acceptable
7.	C-2, C-4 (Bidang Miring 3)	Carriage Rollers	86,904	72,42	250	37,085	2,876737549	3,452085059	Acceptable

HASIL ANALISA TEGANGAN DAN FAKTOR KEAMANAN PADA CONVEYOR E-2 DAN E-3

No.	Conveyor	Failure Location	Static Stress (N/mm ²) Kondisi 80%	Static Stress (N/mm ²) Kondisi Normal	Yield Strength (Mpa)	Panjang (m)	Safety Factor (Kondisi 80%)	Safety Factor (Kondisi Normal)	Keterangan
1.	E-2, E-3 (Bidang Miring 1)	Idler	62,532	52,11	250	34,98	3,997953048	4,797543658	Acceptable
2.	E-2, E-3 (Bidang Miring 2)	Pulley/Shaft Assembly	141,84	118,2	250	25,05	1,762549351	2,115059222	Acceptable
3.	E-2, E-3 (Bidang Miring 3)	Idler Rolls	172,8	144	250	42,79	1,446759259	1,736111111	Acceptable

HASIL ANALISA TEGANGGAN DAN FAKTOR KEAMANAN PADA CONVEYOR E-4 DAN E-5

No.	Conveyor	Failure Location	Static Stress (N/mm ²) Kondisi 80%	Static Stress (N/mm ²) Kondisi Normal	Yield Strength (Mpa)	Panjang (m)	Safety Factor (Kondisi 80%)	Safety Factor (Kondisi Normal)	Keterangan
1.	E-4, E-5 (Bidang Miring 1)	Slide-In Belt Support (Wing)	60,948	50,79	250	19,112	4,101857321	4,922228785	Acceptable
2.	E-4, E-5 (Bidang Miring 2)	Bearing and Shaft	138,72	115,6	250	18	1,802191465	2,162629758	Acceptable
3.	E-4, E-5 (Bidang Miring 3)	Idler Rolls	97,8	81,5	250	38,705	2,556237219	3,067484663	Acceptable
4.	E-4, E-5 (Bidang Miring 4)	Idler Rolls	92,328	76,94	250	32,9	2,707737631	3,249285157	Acceptable
5.	E-4, E-5 (Bidang Miring 5)	Idler	82,428	68,69	250	25,9	3,032949968	3,639539962	Acceptable
6.	E-4, E-5 (Bidang Miring 6)	Bearing and Shaft	169,2	141	250	25,9	1,477541371	1,773049645	Acceptable
7.	E-4, E-5 (Bidang Miring 7)	Idler	25,092	20,91	250	37,2	9,9633334927	11,95600191	Acceptable
8.	E-4, E-5 (Bidang Miring 8)	Idler	52,332	43,61	250	49	4,777191776	5,722630131	Acceptable
9.	E-4, E-5 (Bidang Miring 9)	Idler	70,536	58,78	250	34,413	3,544289441	4,253147329	Acceptable

HASIL ANALISA TEGANGAN DAN FAKTOR KEAMANAN PADA CONVEYOR G-1 DAN G-2

No.	Conveyor	Failure Location	Static Stress (N/mm ²) Kondisi 80%	Static Stress (N/mm ²) Kondisi Normal	Yield Strength (Mpa)	Panjang (m)	Safety Factor (Kondisi 80%)	Safety Factor (Kondisi Normal)	Keterangan
1.	G-1, G-2 (Bidang Lurus 1)	Belt Support (Center)	14,376	11,98	250	60	17,3900946	20,86811352	Acceptable
2.	G-1, G-2 (Bidang Lurus 2)	Belt Support (Center)	26,88	22,4	250	54,41	9,300595238	11,16071429	Acceptable
3.	G-1, G-2 (Bidang Lurus 3)	Frame	120,72	100,6	250	52,513	2,070907886	2,483089463	Acceptable

FORM 02

REKAPITULASI HASIL ANALISA TEGANGAN DAN NILAI FAKTOR KEAMANAN

No.	Conveyor	Failure Location	Safety Factor (Kondisi 80%)	Safety Factor (Kondisi 100%)	Keterangan
1.	E-2, E-3 (Bidang Miring 3)	Idler Rolls	1,44	1,73	Acceptable
2.	E-4, E-5 (Bidang Miring 6)	Bearing and Shaft	1,47	1,77	Acceptable
3.	E-2, E-3 (Bidang Miring 2)	Pulley/Shhaft Assembly	1,76	2,11	Acceptable
4.	E-4, E-5 (Bidang Miring 2)	Bearing and Shaft	1,8	2,16	Acceptable
5.	G-1, G-2 (Bidang Lurus 3)	Frame	2,07	2,48	Acceptable
6.	C-2, C-4 (Bidang Miring 2)	Positioner Carriage Rollers	2,1	2,53	Acceptable
7.	B-1, B-2 (Bidang Lurus 2)	Pulley/Shhaft Assembly	2,4	2,88	Acceptable
8.	C-2, C-4 (Bidang Miring 1)	Positioner Carriage Rollers	2,48	2,98	Acceptable
9.	E-4, E-5 (Bidang Miring 3)	Idler Rolls	2,55	3,06	Acceptable
10.	E-4, E-5 (Bidang Miring 4)	Idler Rolls	2,7	3,24	Acceptable

FORM 03

MAINTENANCE TASK SCHEDULE

Maintenance Task Schedule	
Equipment Name	Done By
Conveyor	: E-2 & E-3 (Part 3), E-4 & E-5 (Part 3 & 4)
Interval	Done By
Weekly	Mechanic Coal Handling
1. Ensure that the carry-side idlers are turning freely. 2. Check that return idlers are clean and turning freely.	
Interval	Done By
Monthly	Mechanic Coal Handling
1. Visual inspect idlers for wear/damage. Replace rolls or bearing as needed 2. Check for impact bed or impact idler damage 3. Check for carrying-side idler damage 4. At any secondary loading stations, check for physical damage or missing skirting and for impact bed or impact idler damage. 5. Verify that return idlers are clean and turning freely	

Following these recommended steps should help operators reduce problems with conveyor. Here is a brief check list:

MAINTENANCE TASK SCHEDULE

Maintenance Task Schedule		
Equipment Name	Interval	Done By
Conveyor	Daily	Mechanic Coal Handling

Following these recommended steps should help operators reduce problems with conveyor. Here is a brief check list:

1. Ensure that the tail pulley is turning freely without bearing noise, product buildup, or carryback. Ensure that belt is tracking satisfactorily.
2. Verify that the head pulley and/or drive pulley are running smoothly and demonstrate no slippage when starting or running. Ensure that belt cleaners are functioning and that the belt is tracking.
3. Verify that the head pulley snub is turning freely without bearing noise and is clean.
4. Ensure that the takeup pulley is turning freely without bearing noise, is clean, and is moving freely in the frame.
5. Verify that the plow or scraper in front of the tail pulley is functioning.

Interval	Done By	Mechanic Coal Handling
Weekly		
1. Check to ensure that the tail pulley is free from buildup and trapped material.		
2. Check for tail pulley damage.		
3. Ensure that the tripper discharge pulley is clean.		
4. Check head pulley and/or drive pulley to ensure that they are clean and free of worn lagging (re-lag drive pulley if rubber is old, worn, smooth, and hard).		
5. Verify that head pulley cleaner or scraper is operational.		
6. Ensure that head pulley snub is clean.		
7. Verify that plow or scraper in front of tail pulley is operational.	Done By	Mechanic Coal Handling
Interval	Done By	Mechanic Coal Handling
Monthly		
1. Visually inspect for wear, material buildup, and belt warp. Check bearings.		
Interval	Done By	Mechanic Coal Handling
6-Months		
1. Visually inspect all crown curved pulley compression hubs to ensure that they are properly tightened to the manufacturer's recommended torque.		
Interval	Done By	Mechanic Coal Handling
Quarterly		
1. Grease sheave pins in towing bracket and babbitt bearings in wheels and pulley shafts. Grease roller bearings as specified in the manufacturer's tripper lubrication instructions.		

MAINTENANCE TASK SCHEDULE

Maintenance Task Schedule		
Equipment Name	Maintenance Task	Schedule
Conveyor	: Positioner Carriage Rollers	: C-2 & C-4 (Part 1 & 2 Bidang Miring)
Following these recommended steps should help operators reduce problems with conveyor. Here is a brief check list:		
Interval	Done By	Mechanic Coal Handling
Weekly		
1. Visually inspect ropes to ensure that there is no excess slack.	Done By	Mechanic Coal Handling
Interval	Done By	Mechanic Coal Handling
Monthly		
1. Visually inspect positioner rollers for excessive tread wear and corrosion.		
2. Visually inspect supports to ensure that rope support rollers turn freely.		
3. Visually inspect rope guides for wear, corrosion, or fracture.		
4. Visually inspect rollers for excessive wear, corrosion, or fracture.		

MAINTENANCE TASK SCHEDULE

Maintenance Task Schedule	
Equipment Name	: Bearing and Shaft
Conveyor	: E-4 & E-5 (Part 2 & 6),
Interval	Done By
Daily	Mechanic Coal Handling

Following these recommended steps should help operators reduce problems with conveyor. Here is a brief check list:

1. Bearings should be inspected daily during operating hours. They should be checked to ensure that they are not overheating, leaking lubricant, or have lost their alignment.
2. Visually inspect shaft and bearings, chain casing, and reducer for lubricant loss. Replace if necessary.
3. Visually inspect area in and around the bearing housings for excessive dirt and clean when necessary.
4. Visually inspect bearings for excessive wear.
5. Lubricate, if needed, in accordance with the bearing manufacturer's recommendations.
6. Visually inspect bearing housing cap bolts and bearing housing hold-down bolts for tightness and tighten when necessary.

		7. Visually inspect the drive bearing to ensure that the stabilizing ring is free of corrosion and physical deformation and holds the bearing in place.
Interval	Done By	
Weekly	Mechanic Coal Handling	
		1. Visually inspect hammers for corrosion, physical deformation, and excessive or irregular wear.
		2. Check disk clamping nuts for tightness. If not tight, suspension disks will loosen and cause wear on the rotor key, rotor shaft, and suspension disk bore. In addition, vibration may occur.
		3. Visually inspect weight and shaft to ensure proper fit and tightness. Ensure that they are not corroded, cracked, or bent.
Interval	Done By	
Monthly	Mechanic Coal Handling	
		1. Visually inspect bearing for excessive wear, noise, vibration, or overheating.
		2. Visually inspect hex-head screws and bearing bolts for tightness and corrosion. Tighten if loose.
		3. The resolver is typically located on the rear of the drum base next to the drum pinion shaft. The resolver, stub shaft, and couplings should be checked for proper alignment and operation. Excessive play or budding in any of these parts will result in erroneous positioning of the railcars. The positioner cannot operate with are solver.

4. Visually inspect shaft and sprocket alignment. This check can reveal misalignment problems before wear on chain and sprockets becomes apparent.

5. The shaft in this crusher is equipped with high-quality bearings. The bearings are pre-lubricated when the crusher is shipped.

6. Lubricate bearings in accordance with the manufacturer's recommendations.

7. Visually inspect shaft seal for leakage or ingress of dirt.

8. Visually inspect bearings for cleanliness and structural integrity.

Interval	Done By
Annually	Mechanic Coal Handling

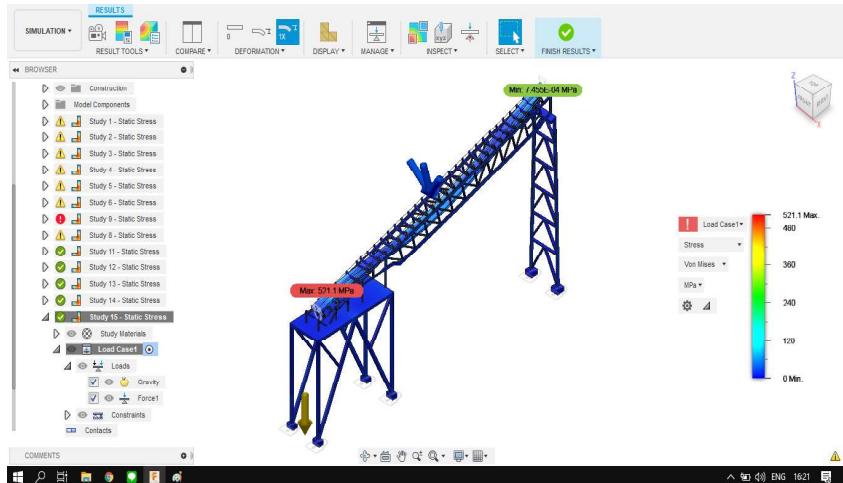
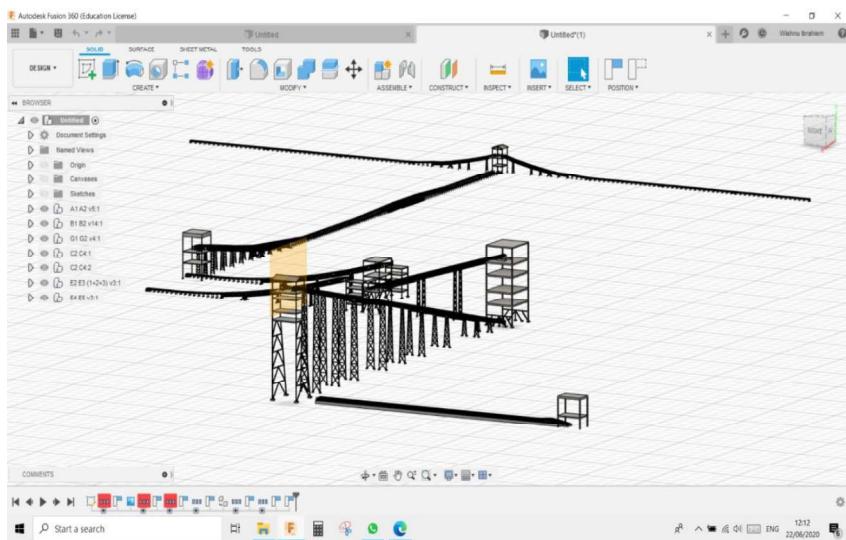
1. Check bearing clearance and end-play

MAINTENANCE TASK SCHEDULE

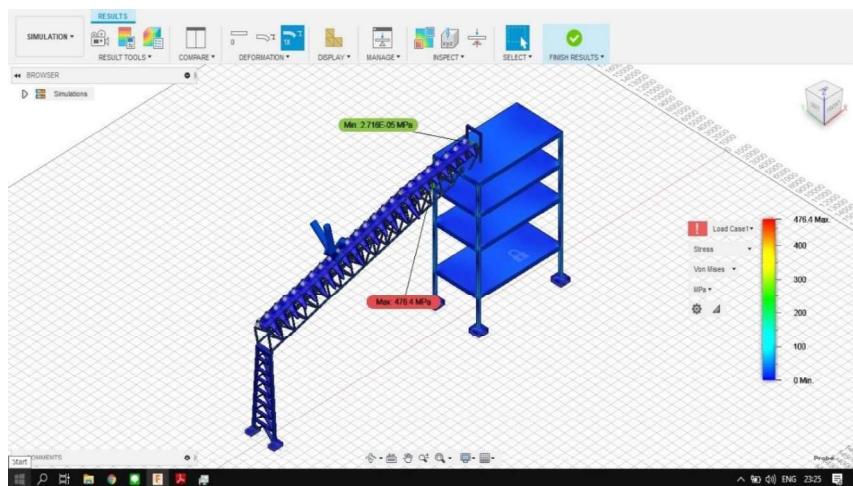
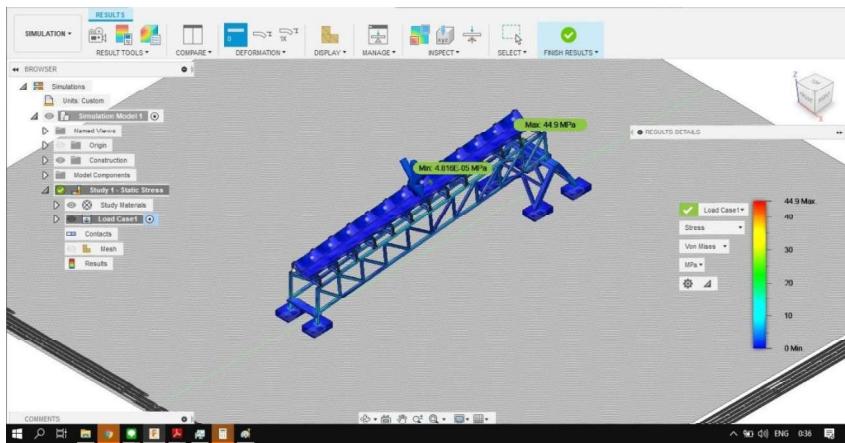
Equipment Name	Maintenance Task Schedule
Conveyor	: Frame : G-1 & G-2 (Part 3)
	Interval
	Daily
	Mechanic Coal Handling
	1. Ensure that the takeup pulley is turning freely without bearing noise, is clean, and is moving freely in the frame.
	Interval
	Weekly
	Mechanic Coal Handling
	1. Check for any damage to the tripper frame.
	2. Ensure that there is no damage to return-side frame due to mistraining.
	Interval
	Monthly
	Mechanic Coal Handling
	1. Visually inspect tripper frame for position with respect to rails. Frame should be centered with the rails and sides parallel to the rails.
	2. Visually inspect pulleys to ensure that they are centered in frame and tight on the shaft. Shaft collars should be tight and located to hold shaft in centered position. Shafts should be level and at right angles to frame sides.

Interval	Done By
Semiannually	Mechanic Coal Handling
<ul style="list-style-type: none"> 1. Visually inspect cage frame for loose bolts, corrosion, and signs of physical deformation or fracture. 2. Visually inspect cage breaker plate and screen plates for excessive wear and physical deformation. 3. Clean trap of all accumulated material. This is typically performed through the frame top cover inspection doors usually located on the rear of the granulator. At this time, when the trap is empty, the hammers can be inspected for wear. 	

3D PLANT LAYOUT & CONVEYOR



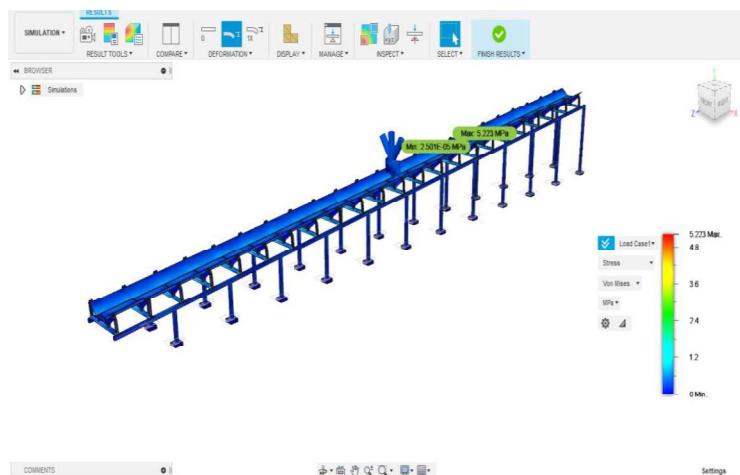
3D CONVEYOR SIMULATION DESIGN



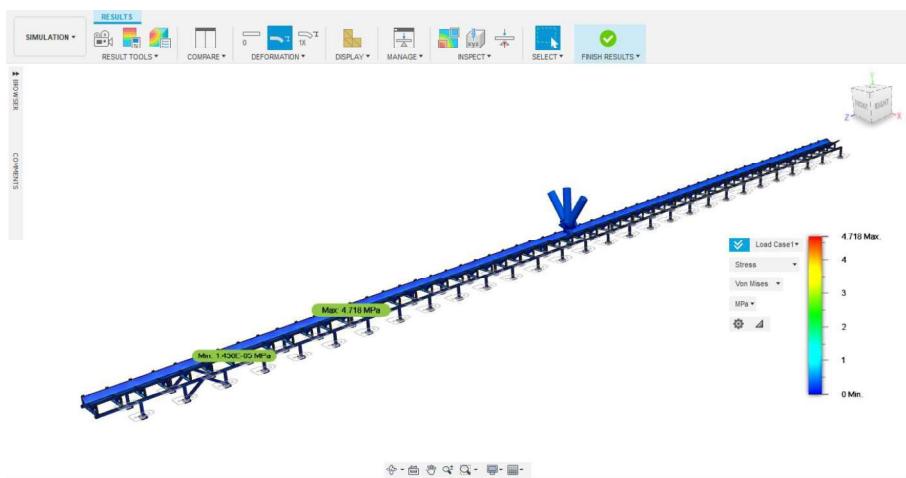
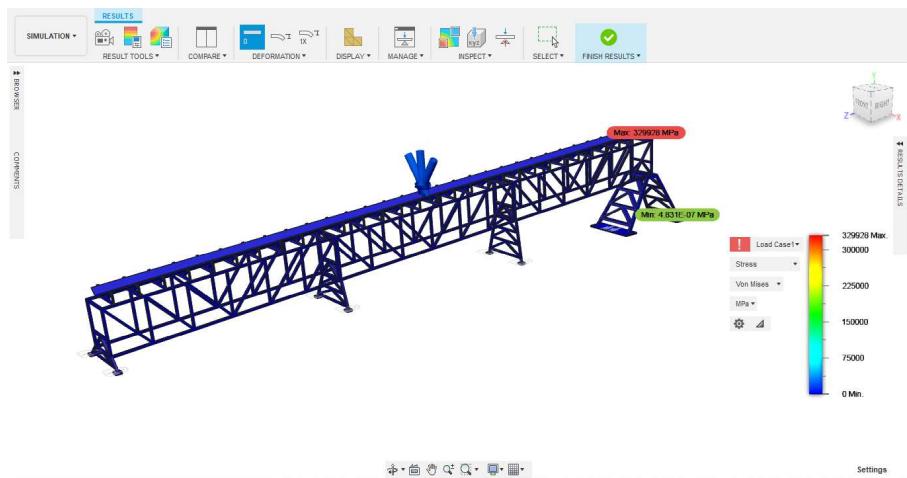
3D CONVEYOR SIMULATION DESIGN



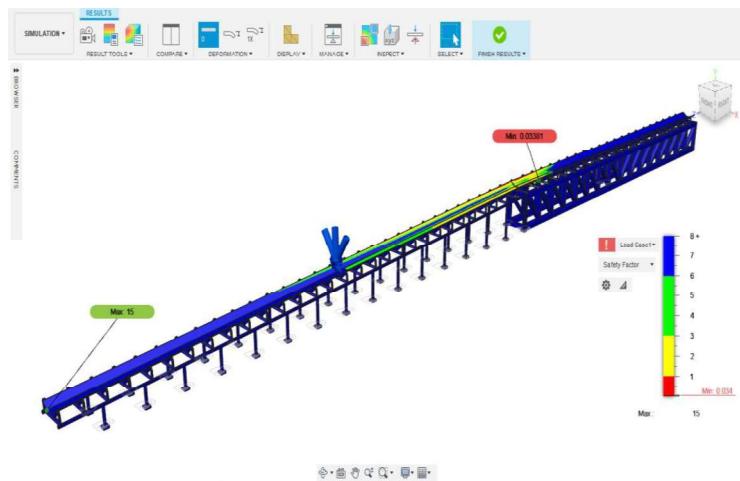
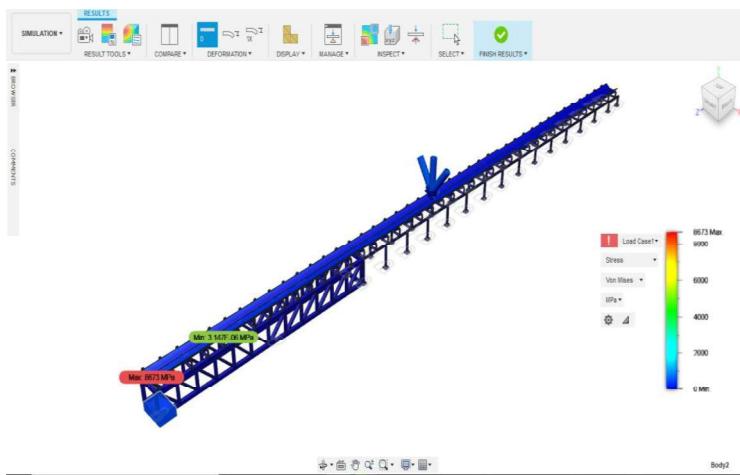
3D CONVEYOR SIMULATION DESIGN



3D CONVEYOR SIMULATION DESIGN



3D CONVEYOR SIMULATION DESIGN



BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir di Probolinggo pada tanggal 4 Maret 1998 dengan nama Wishnu Ibrahem dan merupakan anak ketiga dari 3 bersaudara. Penulis menempuh pendidikan selama 6 tahun (SD-SMP) di kota tersebut lalu melanjutkan jenjang SMA di Kota Malang. Riwayat pendidikan penulis antara lain: SD Insan Terpadu, Kabupaten Probolinggo (2004-2010), SMP Bhakti Pertiwi Paiton, Kabupaten Probolinggo (2010-2013), SMA Negeri 10 Malang Leadership Academy, Kampus 2 Tlogowaru, Kota Malang (2013-2016). Setelah lulus dari bangku SMA, penulis memutuskan untuk kuliah di Surabaya dan diterima di Departemen Teknik Sistem

Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selama menempuh masa studi penulis aktif di kepanitian kegiatan jurusan dan institute maupun komunitas di Surabaya. Diantaranya menjadi Ketua Divisi Kaderisasi Sosial Politik Biro Kajian Strategis HIMASISKAL FTK ITS, staff magang Kementerian PSDM BEM ITS dan Ketua Tim Instructure Committee Biro Kaderisasi HIMASISKAL FTK-ITS. Selama masa perkuliahan, penulis pernah menjadi pemateri di SMK Ora Et Labora, BSD, Tangerang Selatan mengenai Basic Power Plant. Serta penulis melaksanakan kerja praktik di PT. PAL Indonesia (Persero), Surabaya dan PT. POMI PLTU Paiton Unit 7&8, Probolinggo.