

**ANALISIS FLIGHTBAR UNTUK MENINGKATKAN KEHANDALAN
SUBMERGED SCRAPER CONVEYOR UNIT 1-4 MENGGUNAKAN
METODE ELEMEN HINGGA**



**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
YEPI NURDIANSYAH
NIM : 41316110089

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2020**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS FLIGHTBAR UNTUK MENINGKATKAN KEHANDALAN SUBMERGED SCRAPER CONVEYOR UNIT 1-4 MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA



Disusun Oleh :

Nama : Yepi Nurdiansyah
NIM : 41316110089
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
AGUSTUS 2020**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS FLIGHTBAR UNTUK MENINGKATKAN KEHANDALAN
SUBMERGED SCRAPER CONVEYOR UNIT 1-4 MENGGUNAKAN
METODE ELEMEN HINGGA



Disusun Oleh:

Nama : Yepi Nurdiansyah

Nim : 41316110089

Program Studi : Teknik Mesin



Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Pada Tanggal: 05 Agustus 2020

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Koordinator Tugas Akhir

(Abdul Hamid, Dr. B.Eng., M.Eng)



(Alief Avicenna Luthfie, ST, M.Eng)

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Yepi Nurdiansyah
NIM : 41316110089
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Flightbar untuk Meningkatkan Keandalan
Submerged Scraper Conveyor Unit 1-4 Menggunakan
Metode Elemen Hingga

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

Jakarta, 08 Agustus 2020



(Yepi Nurdiansyah)

PENGHARGAAN

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Karunianya-Nya untuk dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir berjudul "Analisis Flightbar untuk Meningkatkan Keandalan Submerged Scraper Conveyor Unit 1-4 Menggunakan Metode Elemen Hingga".

Penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, dari segi penulisan, tata bahasa, maupun pembahasannya dikarenakan oleh keterbatasan dan kemampuan yang penulis miliki, namun penulis berusaha untuk mempersembahkan Laporan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya agar dapat memiliki manfaat untuk banyak pihak. Oleh sebab itu, segala saran dan masukan sangat penulis harapkan sebagai bahan koreksi dan bekal penulis di masa yang akan datang. Dalam kesempatan ini penulis akan menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua, Bapak Odin dan Ibu Oti yang telah membesarkan dan mendidik penulis dengan penuh kasih sayang dan dengan do'a terbaik yang terus dipanjatkan untuk anak-anakmu.
2. Yang Terhormat, Bapak Prof Dr. Abdul Hamid, M. Eng. selaku dosen pembimbing yang baik dan sabar dalam membimbing penulis sampai sejauh ini, yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga di sela-sela segala kesibukannya, beliau selalu memberikan masukan yang berguna untuk penulis selama membimbing penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Nanang Ruhyat, MT selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Alief Avicenna Lutfie, ST, M.Eng selaku Ketua Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Kepada adik penulis, Dandy Nur Fadilah yang sudah meminjamkan laptop untuk tugas akhir ini.
6. Kepada sahabat, Alhakim Bagus Panuntun, Leonardo S, Romi Afriansyah, serta semua teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu namanya, penulis mengucapkan banyak terimakasih untuk kerjasama yang

telah dilakukan selama ini untuk membuat laporan tugas akhir ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

7. Kepada Pimpinan dan teman-teman di PT. Indonesia Power Suralaya PGU khususnya untuk Divisi Ash Handling Mekanik 1-7 yang ikut serta membantu penulis memberikan waktu, dukungan, ide, dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini tepat waktu.

Penulis berharap mudah-mudahan laporan ini dapat bermanfaat, khususnya kepada saya pribadi selaku penulis dan umumnya bagi semua pembaca, penulis menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak merupakan masukan yang berharga bagi penulis untuk memperbaiki laporan di masa yang akan datang.



Jakarta, 08 Agustus 2020

(Yepi Nurdiansyah)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRAK

SSC (*Submerged Scraper Conveyor*) merupakan bagian *ash handling system* pada PLTU PC (*Pulverizer Coal*). SSC berfungsi sebagai pembawa residu (abu) dari pembakaran batu bara pada *boiler*. Untuk PLTU Suralaya 1-4 memakai batu bara dengan nilai kalor 5100 kkal/gr yang menyisakan residual pembakaran 3 % *ash* dan *dust*. Dewasa ini batu bara dengan nilai kalor 5100 kkal/kg mengalami kelangkaan ketersediaan, oleh karena itu perusahaan memberi kebijakan pemakaian batu bara dengan nilai kalor di bawah desain. PLTU Suralaya memakai batu bara dengan nilai kalor 4900 kkal/gr menyisakan residual 5.5 % *ash* dan *dust*. Menyebabkan beban kerja di SSC meningkat yang berakibat bengkoknya *flightbar* dan anjloknya *flightbar* dari jumlah abu dan *slagging*. Resiko *flightbar* bengkok dan anjlok menyebabkan *dereating* unit dan *shutdown* paksa. Dalam tugas akhir ini, menganalisis *flightbar* untuk meningkatkan kehandalan SSC Unit 1-4 menggunakan metode elemen hingga. Material pada *flightbar* ialah SS400 dengan kekuatan luluh (σ_y)= 2,500e+02 MPa. Tujuan tugas akhir ini mengetahui kemampuan *flightbar existing* hingga mengalami kegagalan material dengan melakukan simulasi pembebanan dan optimalisasi desain *flightbar existing* untuk meningkatkan kehandalan SSC dengan bantuan *software solidwork* 2018. Setelah dilakukan analisis di dapat bahwa tegangan maksimum yang terjadi pada profil *flightbar existing* sebesar 2,500e+02 MPa dengan beban 53.210 N. Dan hasil profil modif plat 3 dengan beban 56.000 N memiliki tegangan max= 2,508e+02 MPa. Perubahan persentase ini menunjukkan bahwa perbedaan antara *flightbar existing* dan *flightbar modif* plat 3 sebesar 5,24 %. Dari hasil tersebut dapat dilihat semakin besar harga *yield strength* terhadap tegangan maksimal maka struktur itu akan lebih aman digunakan.

Kata kunci : *Residu, Submerged Scraper Conveyor, Flightbar, Elemen Hingga*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**FLIGHTBAR ANALYSIS FOR IMPROVING THE RELIABILITY OF THE
SUBMERGED SCRAPER CONVEYOR UNIT 1-4 USING ELEMENT
METHODS UP TO**

ABSTRACT

SSC (Submerged Scraper Conveyor) is part of the ash handling system in the PC power plant (Pulverizer Coal). SSC functions as a carrier of residue (ash) from burning coal in the boiler. For Suralaya Power Plant 1-4 using coal with a calorific value of 5100 kcal / gr leaving a residual combustion of 3% ash and dust. Today coal with a calorific value of 5100 kcal / kg is experiencing a scarcity of availability, therefore the company provides a policy of using coal with a calorific value below the design. Suralaya power plant uses coal with a calorific value of 4900 kcal / gr leaving a residual of 5.5% ash and dust. Caused increased workload in the SSC which resulted in the bending of the flightbar and the flightbar's drop in the amount of ash and slagging. The risk of flightbar bending and dropping causes dereating units and forced shutdown. In this final project, analyze the flightbar to improve the reliability of SSC Units 1-4 using the finite element method. The material on the flightbar is SS400 with yield strength (σ_y) = 2,500e + 02 MPa. The purpose of this final project is to determine the ability of the existing flightbar to experience a material failure by simulating loading and optimizing the existing flightbar design to improve the reliability of the SSC with the help of 2018 solidwork software. MPa with a load of 53,210 N. And the result of modification profile plate 3 with a load of 56,000 N has a max voltage = 2.508e + 02 MPa. This percentage change indicates that the difference between the existing flightbar and flightbar modif plate 3 is 5.24%. From these results it can be seen that the greater the price of yield strength to the maximum stress, the structure will be safer to use.

Keywords: Residues, Submerged Scraper Conveyor, Flightbar, Finite Element

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	5
1.3 TUJUAN PENULISAN	6
1.4 BATASAN DAN RUANG LINGKUP PENELITIAN	6
1.5 SISTEMATIKA PENULISAN	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 STUDI LITERATUR	8
2.2 TEORI MATERIAL	9
2.2.1 Hukum Hooke	9
2.2.2 Tegangan (<i>Stress</i>)	13
2.2.3 Regangan (<i>Strain</i>)	15
2.2.4 <i>Uniform Load</i> pada <i>Beam</i> (SFD dan BMD)	17
2.2.5 <i>Safety Factor</i>	20

2.3	<i>ASH HANDLING SYSTEM</i>	21
2.4	<i>SUBMERGED SCRAPER CONVEYOR (SSC)</i>	22
	2.4.1 <i>Flightbar</i>	24
2.5	METODE ELEMEN HINGGA	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	PENDAHULUAN	27
3.2	DIAGRAM ALIR PENELITIAN	27
	3.2.1 Study Literatur	29
	3.2.2 Identifikasi dan Perumusan Masalah	29
3.3	PROSEDUR METODE ELEMEN HINGGA	29
	3.3.1 Pemodelan	30
	3.3.2 Pemilihan Material	30
	3.3.3 Pembagian Menjadi Beberapa Elemen (Meshing)	30
	3.3.4 Memilih Boundary Condition (Gaya)	31
	3.3.5 Post Processing atau Hasil (Tegangan, Defleksi, Dan Regangan)	31
3.4	ANALISIS HASIL	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	PERUBAHAN PEMAKAIAN BATUBARA DAN SLAGGING	33
4.2	ROOT CAUSE FAILURE ANALYSIS (RCFA) GANGGUAN SSC ANJLOK	33
4.3	FDT KERUSAKAN FLIGHTBAR BENGKOK	34
4.4	ANALISIS FLIGHTBAR	35
	4.4.1 Penampang Flightbar	35

4.4.2	Kriteria Keberterimaan	35
4.4.3	Material	36
4.4.4	Perhitungan	36
4.4.5	Validasi dengan Nilai Teoritik	37
4.4.6	Simulasi Elemen Hingga	39
4.4.7	Dasar Analisis Flightbar dengan yang Lebih Tangguh	44
BAB V	PENUTUP	
5.1	KESIMPULAN	45
5.2	SARAN	45
	DAFTAR PUSTAKA	46
	LAMPIRAN	



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

No. Gambar		Halaman
1.1	Jumlah Gangguan SSC Tahun 2013 hingga 2015	2
1.2	Presentase kerusakan <i>flightbar</i> pada peralatan SSC	3
1.3	<i>Flightbar</i> SSC anjlok	4
1.4	<i>Flightbar</i> Bengkok	4
1.5	<i>Slagging</i> yang mengakibatkan <i>flightbar</i> bengkok	5
2.1	Kurva Tegangan Regangan	9
2.2	Kurva Hukum Hooke	10
2.3	Metode integrasi ganda	11
2.4	Beam	11
2.5	Boundary Condition	12
2.6	Komponen-komponen normal dan geser dari tegangan	14
2.7	Tegangan normal	14
2.8	Diagram percobaan tarik pada mesin uji	15
2.9	Jenis penyusutan contoh baja lunak dekat titik patah	16
2.10	Jenis Balok	17
2.11	Jenis Beban	17
2.12	Perjanjian tanda momen lentur dan geser	18
2.13	Konsep SFD pada struktur balok	19
2.14	Penggambaran shear forces diagram (SFD) dengan cara grafis	19
2.15	Penggambaran bending moment diagram (BMD) dengan cara grafis	20
2.16	Ash handling system di PLTU	22

2.17	Submerged Scraper Conveyor (SSC)	23
2.18	Posisi <i>flightbar</i> di SSC	24
2.19	Flightbar	25
2.20	(a) Struktur bidang dengan bentuk sembarang, (b) Model elemen hingga yang mungkin pada struktur tersebut, (c) Elemen segi empat bidang, dengan gaya-gaya titik kumpul p_i dan q_i . Garis putus-putus memperlihatkan ragam deformasi sehubungan dengan peralihan arah x titik 3	25
2.21	Software Solidwork 2018	26
3.1	Diagram Alir	28
3.2	Pemodelan Flightbar	30
3.3	Pemilihan Material	30
3.4	Pembagian Menjadi Beberapa Elemen (Meshing)	30
3.5	Memilih Boundary Condition	31
3.6	Tegangan	31
3.7	Defleksi	32
3.8	Regangan	32
4.1	RCFA dari gangguan SSC anjlok	34
4.2	FDT Analisis <i>Flightbar</i>	34
4.3	Penampang flightbar: (a) eksisting, (b) modifikasi	35
4.4	Distribusi tegangan normal akibat momen bending.	36
4.5	Penampang C	37
4.6	Kondisi batas dan pembeban	38
4.7	Distribusi tegangan pada permukaan luar beam	38

4.8	Free Body Diagram Beban 25 kN	39
4.9	Free Body Diagram 3D	39
4.10	Perbandingan defleksi batang dan beban terpusat	41
4.11	Perbandingan tegangan dan beban terpusat	41
4.12	Defleksi maksimum saat diberikan beban 53,21 kN untuk profil <i>existing</i>	42
4.13	Defleksi maksimum saat diberikan beban 53,21 kN untuk profil Modifikasi plat 3	42
4.14	Tegangan maksimum saat diberikan beban 53,21 kN untuk profil <i>existing</i>	43
4.15	Tegangan maksimum saat diberikan beban 53,21 kN untuk profil Modifikasi plat 3	43
4.16	Perbandingan Regangan Plastis dan beban terpusat	44

DAFTAR TABEL

No. Tabel		Halaman
1.1	Daftar gangguan SSC tahun 2013 hingga 2015	3
2.1	Spesifikasi SSC	23
4.1	Spesifikasi Karakteristik material SS400	36
4.2	Momen inersia penampang pada sumbu Ixx	37
4.3	Momen inersia penampang pada sumbu Iyy	38
4.4	Variasi beban terhadap defleksi dan tegangan maksimum pada Profil Existing	40
4.5	Variasi beban terhadap defleksi dan tegangan maksimum pada Profil Modif Plat 1 dan Modif Plat 3	40