

**PERANCANGAN DAN SIMULASI *BELT CONVEYOR* UNTUK
MENGANGKUT BIOMASSA SERBUK KAYU SEBAGAI
CAMPURAN BATUBARA UNTUK PEMBAKARAN PADA
BOILER DENGAN KAPASITAS 16,7 TON/JAM**



**Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan
Dalam Menyelesaikan Program Strata-1 (S1)
Pada Jurusan Teknik Mesin
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa**

Disusun Oleh :

BILLY TAYMIYA JUNIANTA

3331170015

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON – BANTEN**

2023

TUGAS AKHIR

PERANCANGAN DAN SIMULASI *BELT CONVEYOR* UNTUK MENGANGKUT BIOMASSA SERBUK KAYU SEBAGAI CAMPURAN BATUBARA UNTUK PEMBAKARAN PADA *BOILER* DENGAN KAPASITAS 16,7 TON/JAM

Dipersiapkan dan disusun oleh:

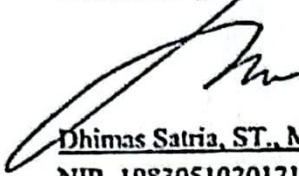
Billy Taymiya Junianta

3331170015

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

pada tanggal, 26 Juli 2023

Pembimbing Utama



Dhimas Satria, ST., M.Eng.
NIP. 198305102012121006



Ipick Setiawan, ST., M.Eng.
NIP. 197705012003121001

Anggota Dewan Penguji



Slamet Wiyono, ST., MT.
NIP. 197312182005011001



Yusvardi Yusuf, ST., MT.
NIP. 197910302003121001



Dhimas Satria, ST., M.Eng.
NIP. 198305102012121006



Ipick Setiawan, ST., M.Eng.
NIP. 197705012003121001

Tugas Akhir ini sudah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik



PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Billy Taymiya Junianta

NPM : 3331170015

Judul : Perancangan dan Simulasi *Belt Conveyor* untuk Mengangkut Biomassa Serbuk Kayu sebagai Campuran Batubara untuk Pembakaran pada *Boiler* dengan Kapasitas 16,7 Ton/Jam

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,

MENYATAKAN

Bahwa skripsi ini hasil karya sendiri dan tidak ada duplikat dengan karya orang lain, kecuali untuk yang telah disebutkan sumbernya.

Cilegon, 26 Juli 2023



Billy Taymiya Junianta

NPM. 3331170015

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur tercurah limpahkan kepada sang pemegang alam Allah SWT karena atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan segala kelebihan dan kekurangannya. Tugas akhir yang berjudul “Perancangan dan Simulasi *Belt Conveyor* untuk Mengangkut Biomassa Serbuk Kayu sebagai Campuran Batubara untuk Pembakaran pada *Boiler* dengan Kapasitas 16,7 Ton/Jam” merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan masa perkuliahan pada S1 jurusan teknik mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mendapatkan banyak bimbingan, bantuan, serta dukungan dari berbagai pihak sehingga segala bentuk kesulitan yang terjadi dapat diminimalisir. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dhimas Satria, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa sekaligus pembimbing akademik dan selaku dosen pembimbing I. Terima kasih atas segala ilmu, bantuan dan bimbingan yang telah diberikan selama penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Ipick Setiawan, S.T., M.Eng. selaku dosen Pembimbing II. Terima kasih atas segala ilmu, bantuan dan bimbingan yang telah diberikan selama penulisan tugas akhir ini.
3. Ibu Miftahul Jannah, M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir.
4. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang tidak bisa disebutkan Namanya satu per satu. Terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang telah diberikan.
5. Keluarga Teknik Mesin 2017. Terima kasih atas segala manis pahit kehidupan yang telah diberikan selama tahun-tahun perkuliahan.
6. Seluruh Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Mesin FT. Untirta. Terima kasih atas jerih payahnya untuk menjaga kebersamaan selama ini.

7. Kedua Orang Tua, Prilyono Sugiharto dan Jumiatin. Terima kasih atas segala kasih sayang, perjuangan serta do'a yang tidak pernah terputus yang penulis tidak akan sanggup membayarnya sampai kapanpun.
8. Nurbaety Septiana, yang selalu memberi dukungan, membantu, memotivasi dan memberi semangat dalam penelitian ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyadari akan lemah dan kurangnya tulisan ini, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga tugas akhir ini dapat bermanfaat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Cilegon, Juli 2023

Penulis

ABSTRAK

Perancangan dan Simulasi

***Belt Conveyor* untuk Mengangkut Biomassa Serbuk Kayu sebagai Campuran Batubara untuk Pembakaran pada Boiler dengan Kapasitas 16,7 Ton/Jam**

Disusun oleh:

BILLY TAYMIYA JUNIANTA

NIM. 3331170015

Pada saat ini pemerintah sedang fokus terhadap energi terbarukan. Salah satu energi terbarukan yang menjadi konsentrasi pemerintah di dalam sektor pembangkit saat ini sekaligus mempercepat rencana target *Net Zero Emission* pada tahun 2060 adalah penggunaan biomassa untuk PLTU. Maka dari itu, dalam konteks PLTU dengan bahan bakar batubara dan biomassa itu merupakan praktik yang umum dilakukan, namun tantangannya adalah untuk mengangkut biomassa menuju tempat pencampurannya dengan batubara dikarenakan terdapat perbedaan ketinggian yang signifikan. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan nilai spesifikasi dari masing-masing komponen pada desain *belt conveyor*, varian terbaik, merancang dan mensimulasikan dan rancangan yang aman. Dari proses perancangan didapat varian terbaik yaitu 5 buah *support* pada rangka, tipe *belt conveyor* yang digunakan yaitu tipe *troughed*, lebar *belt conveyor* yang sesuai adalah 500 mm, dan tipe *belt* yang digunakan adalah *chevron belt*. Lalu, perancangan gambar teknik dapat dilihat pada *Lampiran A*. Kemudian hasil simulasi statik pada perancangan rangka dan poros dapat dikatakan aman dengan nilai faktor keamanan berturut-turut sebesar 3 dan 1,125. Sedangkan, apabila dilakukan perhitungan dengan metode *Hibbeler* pada rangka adalah 2,25. Kemudian, hasil simulasi *stress* juga menunjukkan angka 20,8323 MPa dan 62,4965 MPa, simulasi *displacement* juga menunjukkan tidak ada pembengkokan pada rangka dan angkanya 0 mm.

Kata Kunci: *belt conveyor*, perancangan, simulasi, *stress*

ABSTRACT

Design and Simulation

Belt Conveyor for Transporting Wood Powder Biomass as a Coal Mixture for Combustion in Boilers with a Capacity of 16.7 Tons/Hour

Created by:

BILLY TAYMIYA JUNIANTA

NIM. 3331170015

Currently, the government is focusing on renewable energy. One of the renewable energies that the government concentrate in the generation sector at the moment while accelerating the Net Zero Emission target plan by 2060 is the use of biomass for steam power plant. Therefore, in the context of coal-fired and biomass-fired power plants, it is common practice, but the challenge is to transport biomass to the place where it is mixed with coal because there is a significant difference in altitude. The purpose of this research is to obtain the specification value of each component in the belt conveyor design, the best variant, design and simulate and safe design. From the design process, the best variant is obtained, namely 5 supports on the frame, the type of conveyor belt used is the troughed type, the appropriate conveyor belt width is 500 mm, and the type of belt used is chevron belt. Then, the design of engineering drawings can be seen in Appendix A. Then the results of static simulations on the design of the frame and shaft can be said to be safe with a safety factor value of 3 and 1.125, respectively. Meanwhile, when calculating with the Hibbeler method on the frame is 2.25. Then, the stress simulation results also show the numbers 20.8323 MPa and 62.4965 MPa, the displacement simulation also shows no bending of the frame and the number is 0 mm.

Keywords: belt conveyor, design, simulation, stress

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. <i>State of Art</i>	6
2.2. Definisi Alat Pemindah Bahan	7
2.3. Komponen-komponen pada Alat Penghantar Biomassa	7
2.3.1 Motor Penggerak	7
2.3.2 <i>Belt Conveyor</i>	8
2.3.2.1 Komponen-komponen pada <i>Belt Conveyor</i>	8
2.3.2.2 Macam-macam <i>Belt Conveyor</i>	10
2.3.2.3 Kelebihan dan Kekurangan <i>Belt Conveyor</i>	12
2.3.3 Poros	12
2.3.4 Pasak	13
2.4. Statika Struktur	15
2.5. Macam-macam Struktur	15
2.5.1 Struktur Batang (Balok dan Kolom)	15

2.5.2 Struktur Dinding dan Pelat Datar	16
2.5.3 Struktur Rangka Batang (<i>Truss</i>).....	17
2.5.4 Struktur Rangka	17
2.5.5 Struktur Cangkang	18
2.5.6 Struktur Kabel	19
2.5.7 Struktur Pelengkung.....	19
2.5.8 Struktur Membran, Tenda dan Jaring	20
2.6. Pembebanan pada Statika Struktur.....	20
2.6.1 Beban Mati	20
2.6.2 Beban Gempa	20
2.6.3 Beban Angin	21
2.6.4 Beban Hidup	21
2.7. <i>Safety Factor</i>	21
2.7.1 Parameter dalam <i>Safety Factor</i>	21
2.7.2 Nilai Faktor Keamanan	22
2.8 <i>Angle of Surcharge</i>	23
2.9 <i>Angle of Repose</i>	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1. Diagram Alir Penelitian	26
3.2. Alat dan Bahan.....	27
3.3. Prosedur Penelitian.....	28
3.4. Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.5. Penentuan <i>Requirement List</i>	30
3.6. Penentuan Skala Prioritas.....	32
3.7. Penentuan <i>House of Quality (HOQ)</i>	32
3.8. Penentuan Spesifikasi Alat yang dibutuhkan <i>Customer</i>	34
3.9. Penentuan Varian Terbaik.....	34
3.10. Perancangan <i>Belt Conveyor</i> untuk Pengangkut Biomassa sebagai Campuran Batubara	39
3.11. Pembuatan Gambar Detail	39
3.12. Simulasi dan Pengujian <i>Belt Conveyor</i> untuk Pengangkut Biomassa sebagai Campuran Batubara	40

BAB IV DATA DAN ANALISA	41
4.1. Pemilihan Material <i>Belt</i> pada <i>Belt Conveyor</i> untuk Pengangkut Biomassa sebagai Campuran Batubara.....	41
4.1.1. <i>Translation</i>	41
4.1.2. <i>Screening</i>	42
4.1.3. <i>Ranking</i>	45
4.1.4. Informasi Pendukung	46
4.2. Pemilihan Material Rangka pada <i>Belt Conveyor</i> untuk Pengangkut Biomassa sebagai Campuran Batubara	47
4.2.1. <i>Translation</i>	47
4.2.2. <i>Screening</i>	47
4.2.3. <i>Ranking</i>	48
4.2.4. Informasi Pendukung	49
4.3. Perancangan Sistem <i>Belt Conveyor</i>	50
4.3.1. Rangka.....	51
4.3.2. <i>Chevron Belt</i>	52
4.3.3. <i>Return Roller</i>	52
4.3.4. Sistem Motor Penggerak	53
4.3.5. <i>Hopper</i>	53
4.3.6. <i>Carrying Idler 1/Troughed Idler 1</i>	54
4.3.7. <i>Carrying Idler 2/Troughed Idler 2</i>	54
4.4. Simulasi dan Perhitungan Beban yang Bekerja	54
4.4.1. <i>Mass Properties</i>	56
4.4.1.1. Rangka.....	56
4.4.1.2. <i>Chevron Belt</i>	58
4.4.1.3. Motor Penggerak beserta Transmisi.....	59
4.4.1.4. <i>Hopper</i>	61
4.4.1.5. <i>Carrying Idler 1/Troughed Idler 1</i>	63
4.4.1.6. <i>Carrying Idler 2/Troughed Idler 2</i>	64
4.4.1.7. <i>Return Roller</i>	66
4.4.1.8. <i>Head dan Tail Pulley</i>	67

4.4.2.	Menghitung Beban yang Akan Bekerja pada Simulasi per Satu Kali <i>Belt Conveyor</i> Berjalan.....	70
4.4.3.	Menghitung Pembuktian Kecepatan dari Tabel Rekomendasi berdasarkan Nilai Putaran	71
4.4.4.	Hasil Simulasi Pembebanan Statis pada Sistem <i>Belt Conveyor</i> ...	71
4.4.4.1.	Hasil Simulasi Tegangan (<i>Stress</i>).....	71
4.4.4.2.	Hasil Simulasi <i>Displacement</i>	73
4.4.4.3.	Hasil Simulasi Regangan (<i>Strain</i>).....	74
4.4.4.4.	Hasil Simulasi <i>Safety Factor</i>	76
4.4.5.	Hasil Simulasi Pembebanan Puntir pada Poros	76
4.4.5.1.	Hasil Simulasi Tegangan (<i>Stress</i>).....	77
4.4.5.2.	Hasil Simulasi <i>Displacement</i>	77
4.5.	Menghitung Kebutuhan <i>Belt Conveyor</i>	78
4.5.1	Menghitung Panjang Hypotenusa dan Sudut Kemiringan dari <i>Belt Conveyor</i>	83
4.5.2	Menentukan Lebar <i>Belt</i> dan Lebar <i>Pulley</i>	84
4.5.3	Menentukan Diameter <i>Roller Idlers</i>	85
4.5.4	Menentukan Lebar Permukaan <i>Pulley</i>	85
4.5.5	Menentukan Diameter <i>Pulley</i> pada <i>Belt Conveyor</i>	86
4.5.6	Menentukan Diameter untuk <i>Ball Bearing</i>	87
4.5.7	Menentukan Ukuran Pasak Berdasarkan Diameter Poros.....	88
4.5.8	Menentukan Beban Penampang Melintang (ft^2).....	90
4.5.9	Menghitung Berat Material di Sepanjang <i>Belt Conveyor</i>	90
4.5.10	Menentukan Jarak Normal antara <i>Belt Idlers</i> (Si).....	91
4.5.11	Menghitung Massa Material yang akan diangkut Sepanjang <i>Belt Conveyor</i>	91
4.5.12	Menghitung Tegangan <i>Belt</i> Efektif (T_e).....	92
4.5.13	Menghitung Daya Motor Listrik yang Dibutuhkan.....	96
4.5.14	Menghitung Torsi Motor Listrik dan Diameter Poros.....	97
4.5.15	Menghitung Slip pada <i>Belt Conveyor</i>	98
4.5.16	Menghitung Struktur Rangka	99
4.5.1.1	Batang 1.....	100

4.5.1.2 Batang 2.....	107
4.6. Analisa Hasil Pengujian.....	107
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	108
5.1. Kesimpulan.....	108
5.2. Saran.....	108
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen-komponen pada <i>Belt Conveyor</i>	8
Gambar 2.2 <i>Belt Conveyor</i>	10
Gambar 2.3 <i>Flat Belt Conveyor</i>	11
Gambar 2.4 <i>Troughed Belt Conveyor</i>	11
Gambar 2.5 <i>Closed Belt Conveyor</i>	11
Gambar 2.6 Poros.....	12
Gambar 2.7 Pasak.....	13
Gambar 2.8 Menentukan Kedalaman Chordal dan Poros Kunci.....	14
Gambar 2.9 Struktur Batang (Balok dan Kolom).....	16
Gambar 2.10 Struktur Pelat Datar	16
Gambar 2.11 Struktur Dinding	16
Gambar 2.12 Struktur Rangka Batang (<i>Truss</i>).....	17
Gambar 2.13 Struktur Rangka.....	18
Gambar 2.14 Struktur Cangkang.....	18
Gambar 2.15 Struktur Kabel.....	19
Gambar 2.16 Struktur Pelengkung.....	19
Gambar 2.17 Struktur Membran, Tenda dan Jaring	20
Gambar 2.18 Simulasi <i>Safety Factor</i>	22
Gambar 2.19 <i>Angle of Repose</i> dan <i>Angle of Surcharge</i>	23
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 3.2 Tampak Atas Jalur yang akan dipasang <i>Belt Conveyor</i>	30
Gambar 4.1 Pemilihan Material Rangka	48
Gambar 4.2 Rancangan <i>Belt Conveyor</i>	51
Gambar 4.3 Rangka.....	51
Gambar 4.4 <i>Chevron Belt</i>	52
Gambar 4.5 <i>Return Roller</i>	52
Gambar 4.6 Sistem Motor Penggerak.....	53
Gambar 4.7 <i>Hopper</i>	53
Gambar 4.8 Carrying Idler 1/ <i>Troughed Idler 1</i>	54
Gambar 4.9 Carrying Idler 2/ <i>Troughed Idler 2</i>	54

Gambar 4.10 Titik Penahan (<i>Fixed Support</i>) pada Simulasi <i>Belt Conveyor</i>	55
Gambar 4.11 Pembebanan yang dilakukan di atas <i>belt</i> pada Simulasi <i>Belt Conveyor</i>	56
Gambar 4.12 Rangka <i>Belt Conveyor</i>	57
Gambar 4.13 <i>Mass Properties</i> dari Rangka <i>Belt Conveyor</i>	57
Gambar 4.14 <i>Chevron Belt</i>	58
Gambar 4.15 <i>Mass Properties Belt</i>	59
Gambar 4.16 Motor Penggerak beserta Transmisi Berupa <i>Pulley</i>	60
Gambar 4.17 <i>Mass Properties</i> Motor Penggerak beserta Transmisi Berupa <i>Pulley</i>	61
Gambar 4.18 <i>Hopper</i>	62
Gambar 4.19 <i>Mass Properties Hopper</i>	62
Gambar 4.20 <i>Carrying Idler 1/Troughed Roller 1</i>	63
Gambar 4.21 <i>Mass Properties Carrying Idler/Troughed Roller 1</i>	64
Gambar 4.22 <i>Carrying Idler 2/Troughed Roller 2</i>	65
Gambar 4.23 <i>Mass Properties</i> dari <i>Troughed Roller 2</i>	65
Gambar 4.24 <i>Return Roller</i>	66
Gambar 4.25 <i>Mass Properties</i> dari <i>Return Roller</i>	67
Gambar 4.26 <i>Tail Pulley</i>	68
Gambar 4.27 <i>Mass Properties</i> dari <i>Tail Pulley</i>	68
Gambar 4.28 <i>Head Pulley</i>	69
Gambar 4.29 <i>Mass Properties</i> dari <i>Head Pulley</i>	69
Gambar 4.30 Hasil Distribusi Tegangan pada Sistem <i>Belt Conveyor</i>	72
Gambar 4.31 Hasil Simulasi <i>Displacement</i>	73
Gambar 4.32 Hasil Simulasi Regangan pada Sistem <i>Belt Conveyor</i>	75
Gambar 4.33 <i>Safety Factor</i>	76
Gambar 4.34 Hasil Distribusi Tegangan pada Poros	77
Gambar 4.35 Hasil Simulasi <i>Displacement</i>	77
Gambar 4.36 Menghitung Sudut Kemiringan dan Panjang Hypotenusa <i>Belt Conveyor</i>	83
Gambar 4.37 Menentukan Lebar Belt berdasarkan Kecepatan <i>Belt Conveyor</i> dan Kapasitasnya	84

Gambar 4.38 Bagian-bagian pada <i>Belt Conveyor Pulley</i>	87
Gambar 4.39 Menentukan Kedalaman <i>Chordal</i> dan Poros Kunci	89
Gambar 4.40 Grafik Faktor Koreksi Temperatur Lingkungan	92
Gambar 4.41 Grafik untuk Mencari Nilai T_{ac}	94
Gambar 4.42 Posisi Beban Kritis.....	99
Gambar 4.43 Diagram Benda Bebas Batang 1.....	101
Gambar 4.44 Potongan pada Batang 1.....	102
Gambar 4.45 Potongan 1 pada Batang 1.....	102
Gambar 4.46 Potongan 2 pada Batang 1.....	103
Gambar 4.47 Potongan 3 pada Batang 1.....	103
Gambar 4.48 Potongan 4 pada Batang 1.....	104
Gambar 4.49 Potongan 5 pada Batang 1.....	105

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Penyesuaian Ukuran Pasak berdasarkan Diameter Poros.....	14
Tabel 2.2 Nilai Faktor Keamanan Berdasarkan Material	22
Tabel 2.3 Menentukan <i>Angle of Surcharge</i> dan <i>Angle of Repose</i> dari Material yang Akan Dialirkan Melalui <i>Belt Conveyor</i>	24
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian.....	29
Tabel 3.2 <i>Requirement List Belt Conveyor</i> Pengangkut Biomassa untuk Campuran Batubara.....	31
Tabel 3.3 Skala Prioritas Harapan (<i>Wishes</i>) <i>Belt Conveyor</i> Pengangkut Biomassa untuk Campuran Batubara.....	32
Tabel 3.4 <i>House of Quality</i> (HOQ) <i>Belt Conveyor</i> Pengangkut Biomassa untuk Campuran Batubara.....	33
Tabel 3.5 Varian <i>Belt Conveyor</i> Untuk Pengangkut Biomassa Sebagai Campuran Batubara Pembakaran pada Boiler.....	35
Tabel 3.6 Kombinasi Varian <i>Belt Conveyor</i> untuk Pengangkut Biomassa sebagai Campuran Batubara Pembakaran pada Boiler.....	35
Tabel 3.7 Solusi Varian Terbaik <i>Belt Conveyor</i>	37
Tabel 4.1 <i>Material Properties</i> pada Dua <i>Grade Belt</i> dari <i>Rubber Manufacturers Association</i> (RMA).....	43
Tabel 4.2 Penjelasan Kelebihan-kelebihan dari Berbagai Macam Material <i>Belt</i> yang digunakan pada <i>Belt Conveyor</i>	43
Tabel 4.3 Kandidat Material untuk <i>Belt</i>	45
Tabel 4.4 Ketebalan Minimal <i>Belt</i> yang Direkomendasikan untuk Mengangkut Bahan pada <i>Belt Conveyor</i> pada Kondisi normal – <i>Medium Oil Resistant</i>	46
Tabel 4.5 Kandidat Material untuk Rangka.....	49
Tabel 4.6 <i>Material Properties Baja Karbon Medium</i>	50
Tabel 4.7 Menentukan <i>Angle of Surcharge</i> dan <i>Angle of Repose</i> dari Material yang Akan Dialirkan Melalui <i>Belt Conveyor</i>	78
Tabel 4.8 Karakteristik Material serta Kode Materialnya	79

Tabel 4.9 Menentukan Berat Rata-rata Material, <i>Angle of Repose</i> dan Sudut Ketinggian Maksimum	81
Tabel 4.10 Profil Biomassa Serbuk Kayu.....	82
Tabel 4.11 Menentukan Rekomendasi Kecepatan <i>Belt Conveyor</i> yang Disarankan.....	82
Tabel 4.12 Menentukan Rekomendasi Besarnya Diameter <i>Roller Idlers</i>	85
Tabel 4.13 Menentukan Diameter <i>Pulley</i> dan Besaran Lubang Maksimum Berdasarkan Lebar <i>Belt</i> dan Lebar <i>Permukaan Pulley</i>	87
Tabel 4.14 Menentukan Diameter untuk <i>Ball Bearing</i> pada Poros	88
Tabel 4.15 Menentukan Ukuran Pasak berdasarkan Diameter Poros	88
Tabel 4.16 Menentukan Beban Penampang Melintang.....	90
Tabel 4.17 Menentukan Jarak antara <i>Belt Idlers</i>	91
Tabel 4.18 Perkiraan Berat <i>Belt</i> Rata-rata.....	93
Tabel 4.19 Nilai Faktor daya pendukung yang digunakan untuk menghitung kombinasi resistansi pada <i>belt</i> dan resistensi beban untuk melentur saat <i>belt</i> dan beban bergerak di atas <i>idlers</i>	93
Tabel 4.20 Nilai Referensi Faktor K_y untuk diinterpolasi Ketika Digunakan sebagai Jarak antara <i>Idler</i> Pembawa Material di <i>Belt Conveyor</i>	94
Tabel 4.21 Nilai Tegangan <i>Belt</i> untuk Memutar <i>Pulley</i>	95
Tabel 4.22 Persentase Penambahan Daya pada <i>Belt Conveyor</i> yang Bekerja ditanjakan	97

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Gambar Teknik.....	108
Lampiran B Tabel <i>Bearing</i>	122
Lampiran C Material Properties <i>Medium Carbon Steel</i>	123

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan berjalannya waktu, perkembangan teknologi di bidang pembangkit semakin terarah dan maju, yang dimana pada saat ini pemerintah sedang fokus terhadap energi terbarukan. Menurut siaran pers kementerian energi dan sumber daya mineral nomor 324 tahun 2022, Salah satu energi terbarukan yang menjadi konsentrasi pemerintah di dalam sektor pembangkit saat ini sekaligus mempercepat rencana target *Net Zero Emission* pada tahun 2060 adalah penggunaan biomassa untuk PLTU, penggunaan biomassa sebagai sumber bahan bakar telah mendapatkan popularitas dalam beberapa tahun terakhir karena sangat bermanfaat untuk lingkungan dan berpotensi untuk menghemat biaya, dimana seperti kita tahu penggunaan batu bara sebagai media bahan bakar untuk menghasilkan energi di pembangkit listrik adalah salah satu penyumbang polusi udara selama ini. (Ida, 2007), dan pemerintah saat ini sangat berkonsentrasi untuk mengurangi emisi gas buang yang dihasilkan oleh batubara. Maka dari itu berdasarkan judul yang dipilih, dalam konteks pembangkit listrik bertenaga uap dengan bahan bakar batubara dan biomassa itu merupakan praktik yang umum dilakukan, namun tantangannya adalah untuk mengangkut biomassa menuju tempat pencampurannya dengan batubara dikarenakan terdapat perbedaan ketinggian yang signifikan antara tempat *unloading* biomassa dan tempat pencampurannya.

Conveyor merupakan sebuah mesin yang umum digunakan pada industri, salah satunya industri yang menggunakan *conveyor* ini adalah pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), yang dimana *Conveyor* ini biasanya digunakan untuk memindahkan batubara dari kapal menuju boiler menggunakan truk untuk dilakukan proses pembakaran yang menghasilkan energi untuk membuat PLTU bekerja. Salah satu jenis *Conveyor* digunakan pada industri yaitu jenis *Belt Conveyor*, dimana menurut (Dedi Suryadi, 2018), mempunyai banyak kelebihan dari pada jenis-jenis *conveyor* lainnya.

Biomassa serbuk kayu ini merupakan limbah organik yang berasal dari pengolahan dan eksploitasi material kayu. Biomassa serbuk kayu ini dijadikan sebagai sumber energi untuk memenuhi berbagai kebutuhan menjadi sangat menarik sebab biomassa ini tersedia menjadi energi terbarukan. Biomassa ini sangat berbeda dengan batubara, memiliki bentuk dan ukuran yang tidak seragam. Kepadatan, ukuran partikel dan kadar airnya dapat mempengaruhi karakteristik alirannya pada *belt conveyor* selama proses pengangkutan. Maka dari itu, hal ini dapat menjadi tantangan tersendiri untuk mendesain *belt conveyor* untuk mengangkut biomassa serbuk kayu secara efektif sebagai campuran batubara hasil pembakaran di dalam boiler berkapasitas 16,7 ton/jam. Desain *belt conveyor* ini harus mempertimbangkan beberapa faktor seperti karakteristik material, tata letaknya, persyaratan khusus dari sistem PLTU nya, potensi terjadinya penumpukan material di dalam *belt conveyor*, yang dapat menyebabkan *belt conveyor* mengalami kerusakan. *Belt conveyor* ini juga harus dirancang untuk menangani potensi kebakaran atau ledakan. Desain yang berhasil akan menghasilkan sistem *belt conveyor* yang efektif dan aman untuk mengangkut biomassa ke tempat pencampuran dengan batubara. (Adegoke, 2022)

Berdasarkan permasalahan diatas penulis mempunyai gagasan ide untuk merancang *belt conveyor* sebagai media untuk memindahkan biomassa dari tempat penampungan dengan rute transfer *belt conveyor* terletak sepanjang 31,02 m dengan kapasitas 16,7 ton/jam.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan dari latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang mesin *belt conveyor* untuk mengangkut batubara dan biomassa serbuk kayu sebagai campuran pembakaran pada boiler dengan kapasitas 16,7 ton/jam?
2. Bagaimana hasil simulasi pembebanan statik dan beban bergerak di jalur *belt conveyor* untuk pengangkut biomassa serbuk kayu sebagai

campuran batubara pembakaran pada boiler dengan target kapasitas 16,7 ton/jam ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin diperoleh dari penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Mendapatkan nilai spesifikasi dari masing-masing komponen pada desain *belt conveyor* untuk pengangkut campuran batubara pembakaran pada boiler dengan target kapasitas 16,7 ton/jam.
2. Mendapatkan varian terbaik dari perancangan *belt conveyor* untuk pengangkut biomassa serbuk kayu sebagai campuran batubara pembakaran pada boiler dengan kapasitas 16,7 ton/jam.
3. Merancang dan mensimulasikan mesin *belt conveyor* dengan kapasitas 16,7 ton dengan jalur sepanjang 31,02 m.
4. Bagaimana caranya agar sistem *belt conveyor* ini memiliki nilai *safety factor* yang dinilai aman.

1.4 Batasan Masalah

Melihat luasnya ruang lingkup bahasan tentang perancangan alat penghantar biomassa untuk campuran pembakaran pada boiler ini, maka batasan-batasan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Menggunakan *belt conveyor* berkapasitas 16,7 ton/jam.
2. Panjang jalur untuk *belt conveyor* yang disediakan adalah 31,02 meter.
3. Tinggi *belt conveyornya* 8 meter.
4. Kondisi pengoperasiannya berada di luar ruangan yaitu dari tempat penumpukan batubara sampai dengan tempat pencampuran antara batubara dan biomassa.
5. Komponen mesin yang direncanakan dan dihitung pada penelitian ini yaitu *belt*, poros, bearing, *troughed idler*, *return roller*, sistem motor penggerak dan rangka.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menjawab dari berbagai permasalahan yang telah dijelaskan di latar belakang di atas :

1. Dapat menjadi referensi tersendiri untuk pembaca dalam mendesain sebuah *belt conveyor* dengan kapasitas 16,7 ton/ jam dan sebagai pengangkut biomassa serbuk kayu
2. Dapat membantu perusahaan untuk mempermudah mengaliri biomassa serbuk kayu secara otomatis menuju tempat pencampuran.
3. Dapat menerapkan pengetahuan yang sudah dipelajari selama pembelajaran di bangku kuliah untuk diaplikasikan pada permasalahan yang ada.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penelitian ini, susunan penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang teori-teori pendukung penelitian seperti *state of art*, definisi alat pemindah bahan, komponen pada *belt conveyor*, statika struktur, macam-macam struktur, pembebanan, *safety factor*, *angle of surcharge*, dan *angle of repose*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang diagram alir penelitian, alat dan bahan, prosedur penelitian, tempat dan waktu penelitian, penentuan *requirement list*, penentuan skala prioritas, penentuan *house of quality (HOQ)*, penentuan spesifikasi alat yang dibutuhkan customer, penentuan varian terbaik, perancangan *belt conveyor* untuk pengangkut biomassa sebagai campuran batubara, pembuatan gambar detail, dan simulasi dan pengujian *belt conveyor* untuk pengangkut biomassa sebagai campuran batubara.

BAB IV DATA DAN ANALISA

Bab ini berisi tentang menghitung kebutuhan *belt conveyor*, pemilihan material *belt* pada *belt conveyor* untuk pengangkut biomassa sebagai campuran batubara, perancangan sistem *belt conveyor*, simulasi dan perhitungan beban yang bekerja dan terakhir ada analisa hasil pengujian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adegoke, Kayode Adesina, Oreoluwa Ololade Adesina, Omolabake Abiodun Okon-Akan, Oyeladun Rhoda Adegoke, Abdullahi Biodun Olabintan, Oluwaseyi Aderemi Ajala, Halimat Olagoke, Nobanathi Wendy Maxakato, Olugbenga Solomon Bello. (2022). *Sawdust-Biomass Based Materials for Sequestration of Organic and Inorganic Pollutants and Potential for Engineering Applications*. Current Research in Green and Sustainable Chemistry Vol. 5, 2022, 100274.
- [2] Ashby, Michael. F. (2011). *Materials Selection in Mechanical Design* (4th ed.). Oxford: Pergamon Press.
- [3] Aosoby, Recki, Toto Rusianto, Joko Waluyo. (2016). *Perancangan Belt Conveyor sebagai Pengangkut Batubara dengan Kapasitas 2700 Ton/Jam*. Yogyakarta: Institut Sains & Teknologi AKPRIND.
- [4] ASME (*the American Society of Mechanical Engineers*). (1967). *Key and Keyseats*. New York: United Engineering Center.
- [5] *Association, Conveyor Equipment Manufacturers (CEMA)*. (2002). *Belt Conveyor for Bulk Materials*. United States of America: CEMA.
- [6] Astaneh-Asl, Abolhassan. (2010). *Gusset Plates in Steel Bridges-Design and Evaluation*. Berkeley: University of California.
- [7] Bridgestone. (2015). *Conveyor Belt Design Manual*. Japan: Fukuoka.
- [8] Budhi, Bambang Sulisty. (2003). *Pedoman Perkuliahan Mekanika Teknik I*. Surakarta: PUSBANGJARI UNS.
- [9] Cahyadi, Dadi, Gilang Febri Azis. (2015). *Perancangan Belt Conveyor Kapasitas 30 Ton/Jam untuk Alat Angkut Kertas*. SINTEK VOL. 9 NO.1. Serang: Universitas Serang Raya.
- [10] (2020). *Classification of Conveyors Type*. Iraq: College of Petroleum and Mining Engineering. University of Mosul.
- [11] Dzikuc, Maciej, Piotr Kurylo, Rafal Dudziak, Szymon Szufa, Maria Dzikuc, Karolina Godzisz. (2020). *Selected Aspects of Combustion Optimization of Coal in Power Plants*. Basel: MDPI.

- [12] Diji, (2013). *Electricity Production from Biomass in Nigeria: Options, Prospects and Challenges*. Department of Mechanical Engineering, University of Ibadan. Ibadan: Nigeria.
- [13] Gunawan, Oori. (2009). *Pembuatan Alat Peraga Transmisi Otomatis Sepeda Motor*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- [14] G, Tsakalakis K., Michalakopoulos Th., (2015). *Mathematical Modeling of the Conveyor Belt Capacity*.
- [15] Hajdin, Rade, Matej Kusar, Snezana Masovic, Poul Linneberg. (2018). *Establishment of a Quality Control Plan – WG3*. Portugal: boutik.pt.
- [16] Hibbeler, Russell. C. (2014). *Mechanics of Materials (9th ed)*. United States of America: Prentice Hall.
- [17] Ida, N.F, L. Edwaren, H.S Djati, Say Elok. *Laporan Akhir Studi Perencanaan Pengembangan Sistem Pembangkit Listrik Sumatra dengan Opsi Nuklir*. PPEN-BATAN. 2007.
- [18] Jin, Yichun, Junjie Li, Wei Wu. (2020). *I-Yard 2.0: Integration of Sustainability into a Net-Zero Energy House*. School of Architecture and Design: Beijing.
- [19] Joseph, Ephraem, Leonardo Rusli, Pandhu D, Fella Rossy, Garry C, Rushdi Saputra. (2011). *Studi Literatur Struktur Kabel dan Studi Kasus Bangunan Kabel "Munich Olympic Stadium"*. Bandung: Universitas Katolik Parahyangan Bandung.
- [20] K.G., Tsakalakis, Michalakopoulos Th. (2015). *Mathematical Modeling of the Conveyor Belt Capacity*. Tel-Aviv: the 8th International Conference for Conveying and Handling of Particulate Solids.
- [21] Khurmi, R. S., J. K. Gupta. (2005). *Mechanical Engineering (Conventional and Objective Type): Seventh Edition*. New Delhi: S. Chand Publishing.
- [22] Mondol, Sudipto Shekhor. (2017). *Gravity Roller Conveyor Design*. Kolkata: Heritage Institute of Technology.
- [23] More, R, Vishal Sawant, Y. Suryawanshi. (2015). *Analytical Study of Different Types of Flat Slab Subjected to Dynamic Loading*. India: University of Pune.
- [24] NSK. *Rolling Bearings CAT. No. E1102m*. NSK: Japan.

- [25] Pahl, G. (2007). *A Textbook of Machine Design*. New Delhi: S. Chand Publishing.
- [26] *Rancang Bangun Belt Conveyor untuk Penyaji Makanan*. Seminar Nasional Teknologi dan Rekayasa (SENTRA): ISSN 2527-6042. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- [27] Suryadi, Dedi. C. (2014). *Mechanics of Materials (9th ed)*. United States of America: Prentice Hall.
- [28] Youcai, Zhao, Huang Sheng. (2017). *Recycling Technologies and Pollution Potential for Contaminated Construction and Demolition Waste in Recycling Processes*. China: Pollution Control and Resource Recovery.