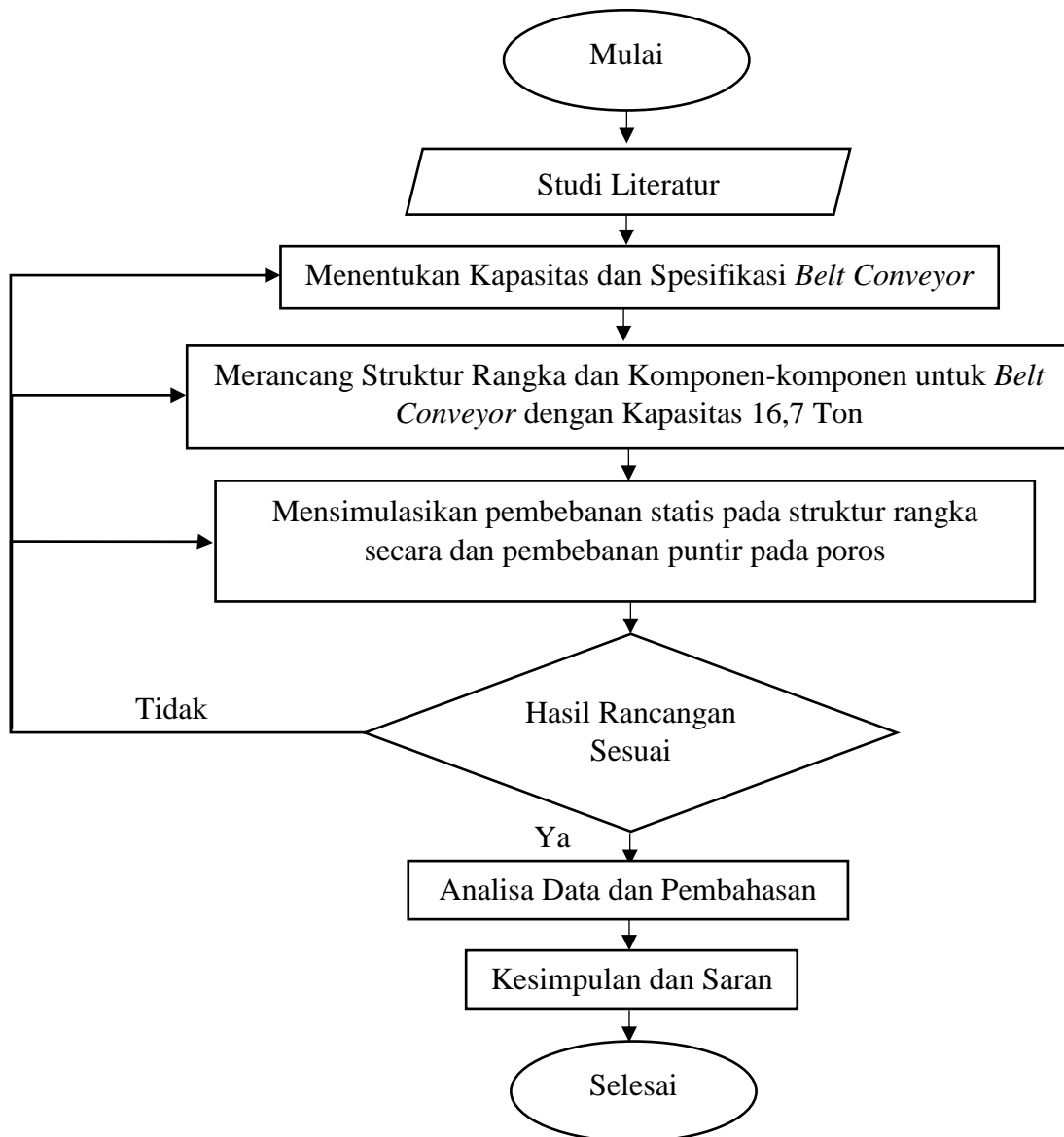


## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian kali ini merupakan metode perancangan *Pahl and Beitz* (Pahl, 2007), metode *House of Quality (HOQ)* dan metode simulasi menggunakan software PTC CREO. Adapun diagram alir pada yang menggambarkan bagaimana proses yang dilalui mulai dari awal persiapan alat, persiapan bahan hingga proses pengambilan data beserta data-data apa saja yang dibutuhkan, berikut adalah bentuk diagram alir penelitian:



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian

Berikut ini adalah rincian dari isi diagram alir diatas:

1. Studi Literatur

Merupakan proses pengumpulan informasi diperlukan dengan segala informasi yang berkaitan dengan *belt conveyor* biomassa untuk campuran pembakaran pada boiler, seperti mekanisme kerja *belt conveyor*, spesifikasi *belt conveyor*. Kemudian disertakan pula hasil penelitian dari peneliti terdahulu sebagai referensi dan aspek pembandingan terhadap penelitian yang akan dilakukan.

2. Menentukan kapasitas dan spesifikasi *belt conveyor* serta menghitung kebutuhan komponen *belt conveyor*.

3. Merancang struktur rangka dan komponen-komponen untuk *belt conveyor* dengan kapasitas 16,7 ton/jam.

4. Mensimulasikan pembebanan statis pada sistem *belt conveyor* dan juga pembebanan puntir pada poros.

5. Apabila hasil rancangan sudah sesuai dan dinilai aman, maka dilanjutkan ke analisa data dan pembahasan

6. Analisa Data Simulasi dan Pembahasan

Setelah dilakukan pengambilan data dan diteliti hasilnya maka proses berikutnya adalah melakukan analisa. Analisa ini dilakukan dengan membaca hasil simulasi yang telah dilakukan pada proses sebelumnya

7. Kesimpulan dan Saran

Dari analisa dan pembahasan kemudian dapat ditarik kesimpulan akhir

### 3.2 Alat dan Bahan

Untuk melakukan perancangan *belt conveyor* biomassa untuk campuran batubara pembakaran pada boiler untuk kapasitas 16,7 ton/jam membutuhkan alat dan bahan sebagai berikut:

1. *Software Solidworks*

2. *Software PTC CREO*

3. Laptop/Komputer dengan spesifikasi yang memadai

Sedangkan, untuk komponen-komponen yang harus dipersiapkan dan dibuat di dalam software solidworks adalah sebagai berikut:

1. *Chevron belt*,
2. Rangka untuk menopang *belt conveyor*,
3. *Head* dan *tail pulley*,
4. *Troughed roller idler*,
5. *Roller idler* pembalik,
6. Motor penggerak beserta transmisinya,
7. *Bearing*,
8. Baut dan mur,
9. *Bosing*,
10. *Hopper*.

### 3.3 Prosedur Penelitian

Berikut ini adalah langkah-langkah yang harus dilakukan dalam melakukan perancangan *belt conveyor* biomassa untuk campuran pembakaran pada boiler:

1. Menentukan kebutuhan dari *belt conveyor* sebagai *belt conveyor* biomassa untuk campuran pembakaran pada boiler dengan melakukan pengukuran, dan survey di PT. Indonesia Power UJP PLTU Banten 2 Labuan,
2. Membuat perhitungan komponen dari kebutuhan *belt conveyor* yang diinginkan,
3. Menghitung beban yang akan bekerja pada simulasi per satu kali *belt conveyor* berjalan,
4. Membuat perancangan komponen-komponen berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan di *software solidworks*,
5. Menambahkan material pada setiap komponen *belt conveyor*.
6. Melakukan *assembly* terhadap komponen-komponen yang sudah dibuat,
7. Melakukan *export file* dengan format .STEP ke software PTC CREO dan kemudian pada PTC CREO dilakukan *import file*,
8. Melakukan *meshing* pada setiap komponen yang telah dibuat,
9. Menentukan titik tumpu pada rangka *belt conveyor*,
10. Menentukan posisi beban pada *belt conveyor*,

11. Melakukan simulasi pergerakan dan simulasi pembebanan pada *belt conveyor* yang telah dibuat,
12. Melakukan analisa dari simulasi pembebanan pada *belt conveyor* yang telah dibuat,
13. Membuat evaluasi, kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan,
14. Selesai.

### 3.4 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat pelaksanaan penelitian ini dilakukan secara fleksibel karena hanya membutuhkan komputer atau laptop untuk melakukan perancangan di dalam *software* dan simulasinya, akan tetapi untuk survey tempat dilakukan di PT. Indonesia Power UJP PLTU Banten 2 Labuan. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Desember 2022 hingga bulan April 2023. Tahapan penelitian ini meliputi perhitungan alat, pembuatan alat di dalam *software*, *assembly* alat, simulasi alat, dan kemudian dilakukan evaluasi. Berikut ini jadwal kegiatan penelitian disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini:

**Tabel 3.1** Jadwal Kegiatan Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan ke-1	Bulan ke-2	Bulan ke-3	Bulan ke-4
1.	Pengajuan Proposal				
2.	Survey Tempat				
3.	Perhitungan Alat				
4.	Pembuatan, Assembly, Simulasi Alat				
5.	Penyusunan Laporan				

Setelah dilakukan penentuan jadwal kegiatan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan survey di PT. Indonesia Power UJP PLTU Banten 2 Labuan. Survey ini bertujuan untuk menentukan lokasi yang tepat, menghitung panjang,

lebar dan tinggi dari *belt conveyor* yang akan dipasang dan melihat kondisi di sekitar tempat yang akan dipasang *belt conveyor*.



**Gambar 3.2** Tampak Atas Jalur yang akan dipasang *Belt Conveyor*

### 3.5 Penentuan *Requirement List*

Penentuan *requirement list* atau penentuan kriteria adalah sebuah proses perumusan fungsi yang diharuskan dan tidak harus ada pada alat yang akan dirancang. Kriteria-kriteria yang ditentukan dapat berupa informasi mengenai fungsi, geometri, material, pembuatan, operasi, biaya dan *safety factor* pada desain. Kemudian, dalam menentukan kriteria alat yang akan dirancang, setiap informasi dapat dibagi menjadi dua yaitu permintaan (*demand*) dan harapan (*wish*). Permintaan atau *demand* adalah kriteria yang harus dimiliki oleh alat yang akan dirancang agar fungsi alat yang diharapkan dapat tercapai, sedangkan harapan atau *wish* merupakan kriteria yang tidak mempengaruhi fungsi utama alat sehingga biasanya dapat memberikan nilai tambah pada alat yang akan dirancang.

**Tabel 3.2** *Requirement List Belt conveyor* Pengangkut Biomassa untuk Campuran Batubara

Kriteria yang dibutuhkan	Uraian	<i>Demand (D)</i> atau <i>Wish (W)</i>
Fungsi	Mampu memindahkan batubara dan biomassa dari tempat <i>unloading</i> ke tempat pencampuran	D
	Mampu mencapai target kapasitas 16,7 Ton/jam	D
Geometri	Ukuran efisien dan ekonomis	W
Material	Mampu menahan beban dari biomassa dan batubara yang berjalan dari <i>unloading</i> menuju ke tempat pencampuran	D
	Material mudah didapatkan dan murah	W
	Material yang digunakan pada komponen <i>belt conveyor</i> tahan lama	D
Pembuatan	Komponen mudah didapatkan dipasaran	W
Operasi	Biaya pengoperasiannya rendah	W
Keamanan	Aman ketika digunakan	D
Biaya	Biaya pembuatan alat murah dan terjangkau	W

### 3.6 Penentuan Skala Prioritas

Setelah didapat permintaan (*demand*) dan harapan (*wishes*) yang bisa dicapai dari *Belt Conveyor* Pengangkut Biomassa untuk Campuran Batubara, selanjutnya harus menentukan skala prioritas berdasarkan dari harapan-harapan (*wishes*).

**Tabel 3.3** Skala Prioritas Harapan (*Wishes*) *Belt Conveyor* Pengangkut Biomassa untuk Campuran Batubara

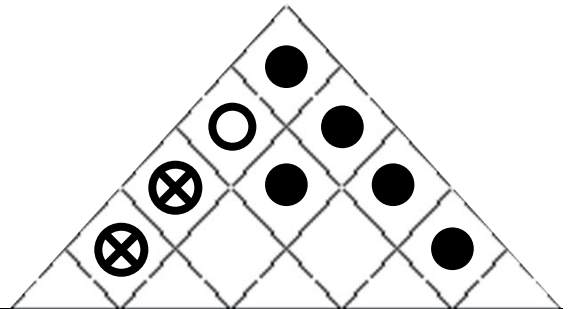
No.	<i>Requirement List (Wishes)</i>	Matriks Korelasi					Sum	%	Rank
1.	Ukuran efisien dan ekonomis	-	1	1	1	1	4	40	1
2.	Material mudah didapatkan dan murah	0	-	0	0	1	1	10	4
3.	Komponen mudah didapatkan di pasaran	0	1	-	0	1	2	20	3
4.	Biaya pengoperasiannya rendah	0	1	1	-	1	3	30	2
5.	Biaya pembuatan alat murah dan terjangkau	0	0	0	0	-	0	0	5
Total							11	100	-

### 3.7 Penentuan *House of Quality (HOQ)*

*House of Quality (HOQ)* merupakan salah satu metode menggunakan matriks yang mendukung *QFD (Quality Function Development)*, menggunakan matriks yang menghubungkan keinginan konsumen dengan langkah dan membandingkan langkah desain sehingga desainer dapat memfokuskan pada karakteristik yang berharga dan penting. Matriks *HOQ* ini pada awalnya digunakan dalam proses menampilkan kebutuhan konsumen terhadap respon teknis (Alexander et al., 2015). Berdasarkan *requirement list* pada **tabel 3.2** dan maka dapat dibuat *house of quality* sebagai berikut:

**Tabel 3.4** *House of Quality (HOQ) Belt Conveyor Pengangkut Biomassa untuk Campuran Batubara*

Pembobotan	Relasi:
Kepentingan:	9 = Kuat
10 = Sempurna	3 = Sedang
5 = Ok	1 = Lemah
1 = Lemah	



Kolom			1	2	3	4	5	
Satuan			Ton	m/s	meter	kW	Juta	
Sasaran			16,7	0,8	25	≤ 5	50	
No.	Technical Requirement		Pembobotan Kepentingan	Kapasitas Pengolahan	Kecepatan saat Berjalan	Panjang Conveyor	Daya Motor Listrik	Biaya
Customer Requirement								
1	Fungsi	Mampu memindahkan batubara dan biomassa dari tempat <i>unloading</i> menuju ke tempat pencampuran	10	9	9	1	9	1
		Mampu mencapai target kapasitas 16,7 Ton/Jam	10	9	9	1	9	1
2	Geometri	Ukuran efisien dan ekonomis	5	9	1	1	1	3
3	Material	Mampu menahan beban dari biomassa dan batubara yang berjalan	10	9	9	1	9	1



		dari <i>unloading</i> menuju ke tempat pencampuran						
		Material mudah didapatkan dan murah	1	1	1	1	1	9
		Material yang digunakan pada komponen <i>belt conveyor</i> tahan lama	5	3	3	3	3	1
4	Pembuatan	Komponen mudah di dapatkan dipasaran	5	1	1	1	1	3
5	Operasi	Biaya pengoperasiannya rendah	1	1	1	1	1	9
6	Keamanan	Aman ketika digunakan	5	1	9	1	3	1
7	Biaya	Biaya pembuatan alat murah dan terjangkau	1	9	9	9	9	9
Skor				351	351	71	322	97
Persentase Skala Prioritas (%)				29,41	29,41	6,01	26,98	8,19
Ranking				1	1	4	2	3

### 3.8 Penentuan Spesifikasi Alat yang Dibutuhkan *Customer*

Menentukan kebutuhan *customer* dilakukan untuk menerjemahkan apa yang menjadi keinginan dari pembeli. Dari tahapan-tahapan yang sudah dilakukan sebelumnya dan *requirement* yang dibutuhkan, didapat spesifikasi alat yang dibutuhkan *customer Belt conveyor* untuk pengangkut Biomassa sebagai Campuran Batubara Pembakaran pada Boiler sebagai berikut :

1. Kapasitas angkut yang dibutuhkan 16,7 ton/jam.
2. Panjang alat yang dibutuhkan adalah 31,02 meter.
3. Tinggi alat yang dibutuhkan adalah 8 meter.

### 3.9 Penentuan Varian Terbaik

Pada tahapan ini ada beberapa varian-varian yang terdiri dari kombinasi elemen mesin yang benar dan optimal dengan fungsi *belt conveyor* sebagai pengangkut Biomassa sebagai campuran batubara pada boiler dimana komponen-komponen tersebut memiliki varian-varian yang memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing untuk mencapai fungsi kerja

terbaik. Oleh sebab itu, akan dijabarkan beberapa varian komponen yang digunakan serta beberapa varian bentuk. Jumlah kategori varian ini ada 4 macam dengan masing-masing memiliki 2 varian yang berbeda satu dengan yang lainnya. Berikut ini beberapa varian *belt conveyor* untuk pengangkut biomassa sebagai campuran batubara pembakaran pada boiler, sebagai berikut.

**Tabel 3.5** Varian *Belt Conveyor* Untuk Pengangkut Biomassa Sebagai Campuran Batubara Pembakaran pada Boiler

No	Varian	A	B
1	Jumlah <i>support column</i> pada <i>Belt Conveyor</i>	3 buah	5 buah
2	Tipe <i>Belt Conveyor</i>	<i>Straight</i>	<i>Troughed</i>
3	Lebar <i>Belt</i>	500 mm	700 mm
4	Tipe <i>Belt</i>	<i>Flat Belt</i>	<i>Chevron Belt</i>

Dari beberapa varian yang telah ditentukan pada tabel di atas maka dari varian tersebut dapat dikombinasikan agar didapatkan varian terbaik. Adapun kombinasi varian pada tabel berikut:

**Tabel 3.6** Kombinasi Varian *Belt Conveyor* untuk Pengangkut Biomassa sebagai Campuran Batubara Pembakaran pada Boiler

Jenis Varian	Keterangan
Varian 1 (1A-2A-3A-4A)	3 buah – <i>Straight</i> – 500 mm – <i>Flat Belt</i>
Varian 2 (1B-2A-3A-4A)	5 buah – <i>Straight</i> – 500 mm – <i>Flat Belt</i>
Varian 3 (1A-2B-3A-4A)	3 buah – <i>Troughed</i> – 500 mm – <i>Flat Belt</i>
Varian 4 (1A-2A-3B-4A)	3 buah – <i>Troughed</i> – 700 mm – <i>Flat Belt</i>
Varian 5	3 buah – <i>Straight</i> – 500 mm – <i>Chevron Belt</i>

(1A-2A-3A-4B)	
Varian 6 (1B-2B-3A-4A)	5 buah – <i>Troughed</i> – 500 mm – <i>Flat Belt</i>
Varian 7 (1B-2A-3B-4A)	5 buah – <i>Straight</i> – 700 mm – <i>Flat Belt</i>
Varian 8 (1B-2A-3A-4B)	5 buah – <i>Straight</i> – 500 mm – <i>Chevron Belt</i>
Varian 9 (1A-2B-3B-4A)	3 buah – <i>Troughed</i> – 700 mm – <i>Flat Belt</i>
Varian 10 (1A-2B-3A-4B)	3 buah – <i>Troughed</i> – 500 mm – <i>Chevron Belt</i>
Varian 11 (1A-2A-3B-4B)	3 buah – <i>Straight</i> – 700 mm – <i>Chevron Belt</i>
Varian 12 (1B-2B-3B-4A)	5 buah – <i>Troughed</i> – 700 mm – <i>Flat Belt</i>
Varian 13 (1B-2B-3A-4B)	5 buah – <i>Troughed</i> – 500 mm – <i>Chevron Belt</i>
Varian 14 (1B-2A-3B-4B)	5 buah – <i>Straight</i> – 700 mm – <i>Chevron Belt</i>
Varian 15 (1A-2B-3B-4B)	3 buah – <i>Troughed</i> – 700 mm – <i>Chevron Belt</i>
Varian 16 (1B-2B-3B-4B)	5 buah – <i>Troughed</i> – 700 mm – <i>Chevron Belt</i>

Setelah penyusunan kombinasi varian pada tabel di atas, terdapat 16 varian *belt conveyor* untuk pengangkut biomassa sebagai campuran batubara pembakaran pada boiler yang harus dipilih salah satu yang terbaik. Varian tersebut kemudian dipilih melalui tabel berikut:

Tabel 3.7 Solusi Varian Terbaik *Belt Conveyor*

Pemilihan Varian Terbaik <i>Belt Conveyor</i>								
V a r i a n	Solusi di evaluasi dengan:						Keputusan	
	(+) Ya (-) Tidak (?) Kurang informasi (!) Tinjau kembali (cek <i>requirements list</i> )						(+) Solusi Dilanjutkan (-) Solusi Ditolak (?) Kumpulkan informasi (!) Tinjau kembali	
- v a r i a n	Daftar Spesifikasi						K e p u t u s a n	
	Kompatibel untuk fungsi keseluruhan							
n	Memenuhi kebutuhan spesifikasi							
	Secara prinsip dapat diwujudkan							
	<i>Safety</i>							
	Lebih sederhana							
	Informasi memadai							
	A	B	C	D	E	F		Keterangan
V1	-	-	-	-	+	?	Rangkanya tidak cukup kuat untuk menahan rangkaian <i>belt conveyor</i> dan tipe <i>belt</i> nya tidak memungkinkan untuk menahan beban serbuk kayu	-
V2	-	-	-	+	-	?	Tipe <i>Belt</i> nya dan tipe <i>belt conveyornya</i> tidak memungkinkan untuk menahan beban serbuk kayu	-
V3	-	-	-	-	-	?	Rangkanya tidak cukup kuat dan tipe <i>belt</i> nya tidak memungkinkan untuk menahan beban serbuk kayu	-

V4	-	-	-	-	-	?	<i>Belt</i> terlalu lebar dan rangkanya tidak cukup kuat untuk menahan rangkaian <i>belt conveyor</i>	-
V5	-	-	-	-	-	?	Rangkanya tidak cukup kuat dan lebar <i>belt</i> nya terlalu lebar untuk mengangkut serbuk kayu dengan kapasitas 16,7 ton/jam	-
V6	+	-	+	+	-	?	Tipe <i>beltnya</i> tidak memungkinkan untuk menahan beban serbuk kayu	-
V7	-	-	-	+	-	?	Tipe <i>Beltnya</i> , tipe <i>belt conveyornya</i> tidak memungkinkan untuk menahan beban serbuk kayu dan lebar <i>belt</i> nya terlalu lebar untuk mengangkut serbuk kayu dengan kapasitas 16,7 ton/jam	-
V8	-	-	-	+	-	?	Tipe <i>belt conveyornya</i> tidak memungkinkan untuk menahan beban serbuk kayu	-
V9	+	-	-	+	-	+	Rangkanya tidak cukup kuat untuk menahan rangkaian <i>belt conveyor</i> , lebar <i>belt</i> nya terlalu lebar untuk mengangkut serbuk kayu dengan kapasitas 16,7 ton/jam dan tipe <i>beltnya</i> tidak memungkinkan untuk menahan beban serbuk kayu	-
V10	+	-	-	+	+	?	Rangkanya tidak cukup kuat untuk menahan rangkaian <i>belt conveyor</i>	-
V11	-	-	-	-	-	?	Rangkanya tidak cukup kuat untuk menahan rangkaian <i>belt conveyor</i> , lebar <i>belt</i> nya terlalu lebar untuk mengangkut serbuk kayu dengan kapasitas 16,7 ton/jam dan tipe <i>belt conveyornya</i> tidak memungkinkan untuk menahan beban serbuk kayu	-

V12	+	-	+	+	-	?	Lebar <i>belt</i> nya terlalu lebar untuk mengangkut serbuk kayu dengan kapasitas 16,7 ton/jam dan tipe <i>beltnya</i> tidak memungkinkan untuk menahan beban serbuk kayu	-
V13	+	+	+	+	+	+	Varian yang dipilih	+
V14	-	-	+	+	-	?	Tipe <i>belt conveyornya</i> tidak memungkinkan untuk menahan beban serbuk kayu dan lebar <i>beltnya</i> terlalu lebar untuk mengangkut serbuk kayu dengan kapasitas 16,7 ton/jam	-
V15	+	+	-	-	-	+	Rangkanya tidak cukup kuat untuk menahan rangkaian <i>belt conveyor</i> dan lebar <i>beltnya</i> terlalu lebar untuk mengangkut serbuk kayu dengan kapasitas 16,7 ton/jam	-
V16	+	+	+	+	+	?	Lebar <i>belt</i> nya terlalu lebar untuk mengangkut serbuk kayu dengan kapasitas 16,7 ton/jam	-

### 3.10 Perancangan *Belt conveyor* untuk pengangkut Biomassa sebagai Campuran Batubara

Setelah dipilih satu varian terbaik dari 16 varian-varian lainnya, dan ditentukan juga spesifikasinya maka akan dilakukan proses perhitungan dari berbagai komponen *belt conveyor* agar komponen dapat dirancang dan tentunya berjalan sesuai dengan fungsinya. Komponen utama pada rangkaian *belt conveyor* ini adalah *belt*, *bearing*, poros, rangka, *pulley*, motor penggerak beserta transmisinya dan *roller*.

### 3.11 Pembuatan Gambar Detail

Perancangan *Belt conveyor* untuk pengangkut Biomassa sebagai Campuran Batubara yang dilakukan dengan menggunakan *software* CAD

apabila sudah sesuai dengan spesifikasi *belt conveyor* maka didapatkan hasil perancangan didokumentasikan dalam bentuk gambar detail *belt conveyor*, lalu digunakan sebagai dasar untuk membuat gambar *as-built drawing* dan akan berada dilampiran.

### **3.12 Simulasi dan Pengujian *Belt conveyor* untuk pengangkut Biomassa sebagai Campuran Batubara**

*Belt conveyor* yang sudah dirancang dan di *assembly* sedemikian rupa selanjutnya akan dilakukan simulasi *stress*, *displacement*, *strain* dan *safety factor*, kemudian diberikan beban dan *belt conveyornya* dijalankan berupa serbuk kayu dengan kapasitas 16,7 ton/jam. Kemudian, dilakukan juga simulasi pada poros dengan menjalankan motor penggerak sebesar 1500 rpm.