

RANCANG BANGUN KONVEYOR PENDORONG TROLLEY SEBERAT 5 TON

Aulia Indriany¹, Jody Setiawan¹, Mochammad Sholeh²

¹Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jalan Prof. Dr. G. A. Siwabessy, Kampus UI, Depok 16425. No Tlp (021) 7270036, Fax (021) 7270036,
auliainddriany@gmail.com, jodysetiawan86@gmail.com

²Program Studi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta

Abstrak

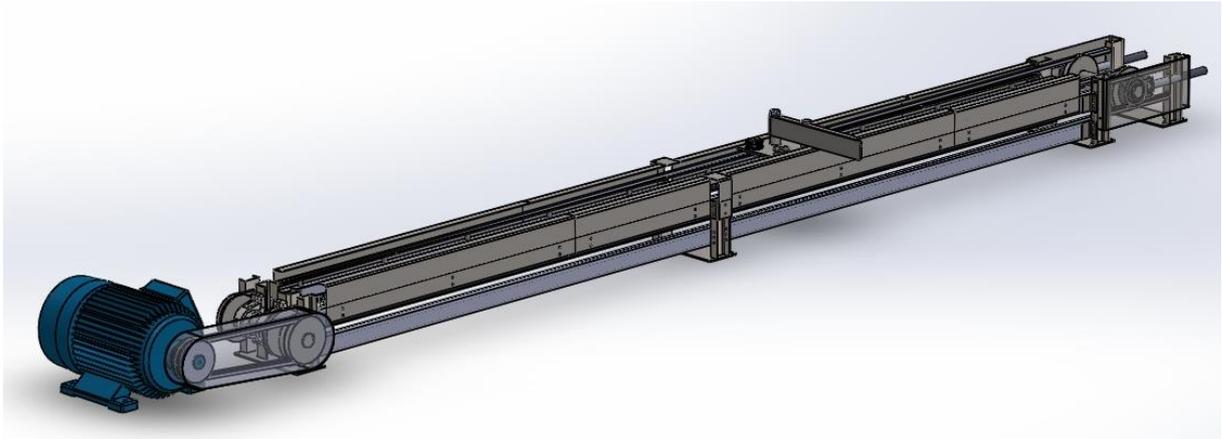
Pada industri manufaktur terdapat berbagai proses produksi yang saling berkaitan antara proses satu dengan yang lainnya. Produk yang dikerjakan harus dipindahkan secara tepat waktu untuk mencapai hasil produksi yang diharapkan. Namun sering ditemukan masalah pada proses pemindahan barang tersebut, karena proses pemindahan barang masih dilakukan secara manual. Berdasarkan permasalahan yang terjadi di PT. X terdapat beberapa hambatan pada proses pemindahan barang dari proses pengecatan menuju proses perakitan yang dilakukan dengan pendorongan trolly secara manual, yaitu membutuhkan 8 orang pekerja dalam 1 shift, waktu pemindahan yang lama mencapai 300 [sekon], dan memiliki resiko kecelakaan kerja yang tinggi. Jarak pemindahan mencapai 45.000 [cm] atau 45 [m] dengan beban maksimal seberat 5 [Ton]. Maka untuk mengurangi jumlah pekerja dan potensi kecelakaan kerja serta mempercepat proses pemindahan barang, diperlukan konveyor yang berfungsi untuk mendorong trolly dari proses pengecatan menuju proses perakitan. Pada pelaksanaannya dilakukan beberapa metode meliputi identifikasi masalah di lapangan, pembuatan konsep desain, analisa dan perhitungan rancangan, fabrikasi dan pengujian alat. Konveyor pendorong tersebut membutuhkan motor listrik dengan daya sebesar 1 [HP] yang dapat menggerakkan konveyor dengan kecepatan 9 [m/menit]. Transmisi yang digunakan berupa rantai dan sprocket yang dipasang pada frame konveyor. Alat bantu pendorong ini dirancang memiliki lengan yang mudah bergerak dan kuat agar dapat mendorong trolly pengangkut barang dan dapat berputar ketika melakukan gerakan kembali agar tidak tertahan oleh trolly yang berada dibelakangnya. Hasil dari rancang bangun ini adalah konveyor pendorong trolly seberat 5 ton yang dapat meningkatkan produktifitas di PT.X dengan proses pemindahan barang yang lebih cepat, aman, dan cukup membutuhkan seorang pekerja dengan bantuan sistem otomasi sederhana.

Kata Kunci: Pemindahan Barang, Alat Pendorong, Trolly, Konveyor

Abstract

The manufacturing industry has some various production processes that are interrelated to each other. The product must be moved on time to get the expected result. But often found the problem in the material handling, it caused by some materials handling process are still manually. Based on the problems that occurred at PT. X there is some problem in the material handling from the painting process area to the assembly process area that done by manually, it's done by 8 workers in 1 shift, requiring long moving time to 300 [second], and have the high risk of a work accident. Moving distance of trolley up to 45.000 [cm] or 45 [m] with the maximum load weight 5 [ton]. So, to reduce the number of worker and the potential of accidents, and to increase the accelerate, required conveyor that serves to push trolley from the painting area to the assembly area and has load up to 5 [ton]. In the implementation, some methods are done by problem identification in the workshop, study literature, create concept design, analysis and design calculation, fabrication and tool testing. The conveyor needs an AC electric motors with 1 [HP] of power that can drive a conveyor at 9 [m / min] of speed. The transmissions used are chains and sprockets that mounted on the conveyor frame. The push tool is designed to have a strong flexible arm to push the carry trolley and rotatable, it will swinging when doing the motion back so it is not to hold back by the trolley behind it. The result of the design is a push conveyor for 5 ton trolley that can increase productivity in PT.X faster, safer and requires only one worker with the help of a simple automation system.

Keywords: Material Handling, Push Tools, Trolley, Conveyor.



Gambar.1 Rancangan Konveyor Pendorong

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan di bidang manufaktur semakin ketat dan kompetitif setiap tahunnya, hal itu menyebabkan industri harus terus melakukan inovasi di setiap bagian untuk meningkatkan kualitas dan memenuhi keinginan konsumen. Sebagai usaha untuk meningkatkan kualitas tersebut dapat dilakukan beberapa bentuk *improvement* seperti meningkatkan kemampuan pekerja, meningkatkan kinerja mesin, membuat alat bantu produksi dan mengubah prosedur atau cara dari proses produksi.

Salah satu penerapan *improvement* di PT. X yang bergerak pada bidang manufaktur komponen alat berat adalah membuat rancang bangun sebuah alat untuk proses transportasi troli. Troli adalah alat pengangkut komponen alat berat yang bergerak dengan 4 roda, hanya saja untuk pergerakannya troli tersebut masih membutuhkan bantuan dorongan manual dari pekerja. Rancangan yang akan dibuat ialah berupa alat pendorong troli yang dapat menggantikan proses pendorongan manual troli. Alat ini akan diletakkan pada proses pengembalian troli dari area pengecatan (*painting*) kembali menuju ke area perakitan (*assembly*).

Proses pemindahan troli yang dilakukan secara terus-menerus dengan cara pendorongan manual sangat beresiko, karena beban sebuah troli kosong mencapai 500 [kg] dan beban muatan mencapai 750 [kg]. Selain itu, untuk menghindari antrian troli dilakukan pendorongan yang terdiri dari empat troli yang didorong secara bersamaan. Total maksimal beban yang didorong dapat mencapai 5 [Ton] yang didorong oleh 8 pekerja sekaligus. Waktu kerja untuk pendorongan troli dalam sehari ialah 8 jam/shift. Proses pendorongan manual ini mengharuskan pekerja mendorong troli sejauh 45 [m] menuju area *assembly*, lalu pekerja harus berjalan kembali untuk mengambil lagi troli selanjutnya di area *painting* dan terus berulang. Gerakan pekerja untuk mengambil kembali troli ke area *painting* merupakan gerakan *Non Value Added* yang menyebabkan terjadinya *unavoidable delay* atau keterlambatan yang tidak bisa dihindari.

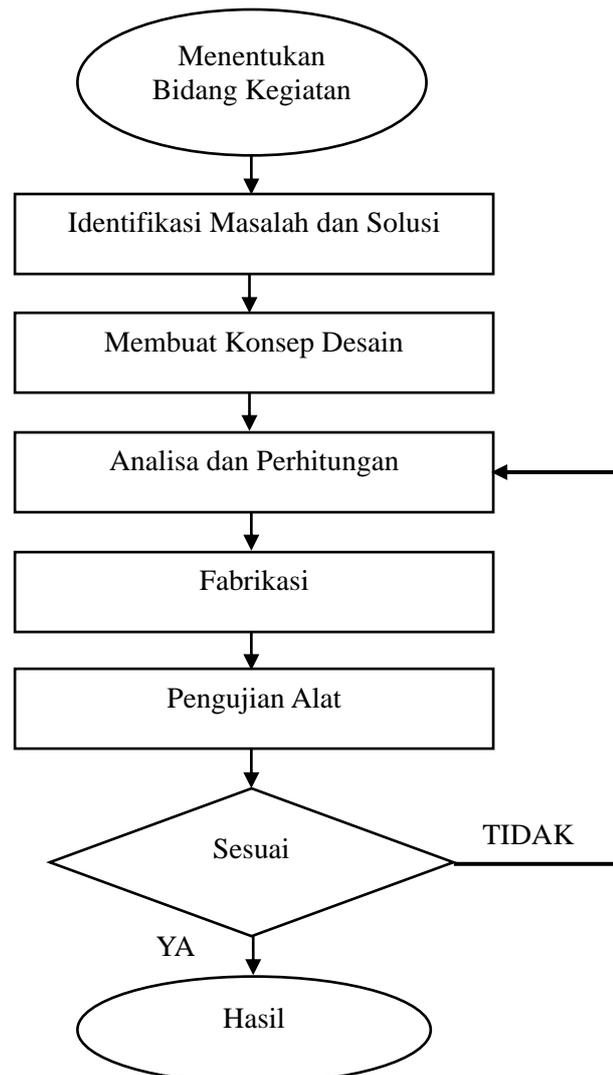
Area kosong yang dapat dimanfaatkan untuk membuat alat sangat terbatas, yaitu memiliki lebar 90 [cm] dan PT. X menghindari dibuatnya alat pendorong yang mengharuskan dilakukannya pembongkaran lantai seperti pada alat yang pernah dibuat oleh Lbm Maschinen Und Anlagenbau GmbH [1]. Selain memerlukan biaya yang tinggi, pembongkaran lantai memerlukan pengerjaan yang lama sehingga akan menghambat produksi yang saat ini bekerja. Konveyor juga tidak bisa dibuat datar atau berbentuk konveyor dengan slat pendorong [2], umumnya konveyor jenis ini digunakan untuk memindahkan objek berbentuk makanan atau benda padat yang diletakkan diatas slat konveyor dan didorong oleh pendorong yang berbentuk seperti sekat yang berada diantara slat. Konveyor yang saat ini dibutuhkan akan digunakan untuk menggerakkan troli beroda, sehingga dibutuhkan bagian pendorong yang akan menggerakkan troli.

Oleh karena itu dibuatlah *improvement* berupa rancang bangun konveyor pendorong *trolley* untuk memenuhi kebutuhan produksi dan meringankan pekerjaan pekerja.

1.2 Tujuan

Tujuan rancang bangun konveyor pendorong ini adalah untuk membantu mengurangi beban dorong pekerja yang harus mendorong beban maksimal seberat 5 [Ton]. Sehingga proses dorong manual dapat digantikan dengan menggunakan konveyor *chain* yang sesuai. Tujuan lain dari alat ini adalah untuk meningkatkan faktor keselamatan pekerja dan mengurangi jumlah *man power* yang dibutuhkan dalam proses dorong troli.

2. METODE PENELITIAN



Gambar.2 Diagram Alir Metode Penelitian

Langkah pertama yang dilakukan adalah menentukan tema atau bidang kegiatan yang akan dilakukan, yaitu bagaimana merancang dan membangun konveyor pendorong troli. Selanjutnya identifikasi masalah yang terjadi, berdasarkan masalah yang ditemukan di PT. X, konveyor pendorong yang akan dirancang bangun harus memenuhi kriteria seperti mengurangi beban pekerja, mengganti proses dorong manual menjadi pendorongan otomatis dan menghindari terjadinya kecelakaan kerja.

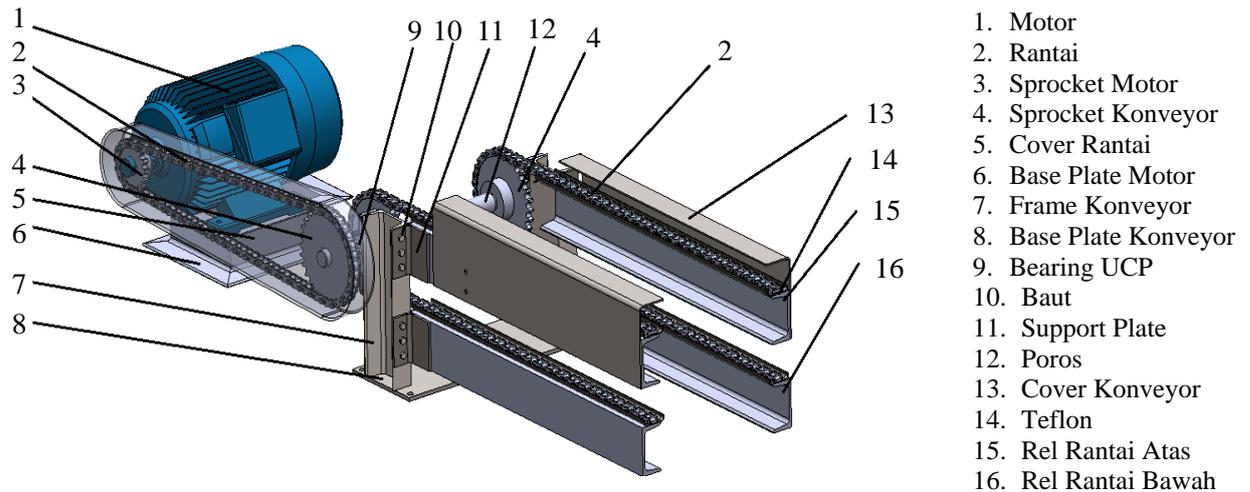
Langkah selanjutnya yang dilakukan ialah menentukan konsep desain yang akan dibuat. Penentuan konsep ini dilakukan dengan membuat 3 konsep alternatif yang memiliki kelebihan masing-masing, diantaranya memiliki struktur frame yang kokoh, memiliki adjuster, dan memiliki desain yang sederhana. Konsep rancangan yang dipilih disesuaikan dengan kriteria yang dibutuhkan oleh PT. X, dan mempertimbangkan ketersediaan komponen di *workshop*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Rancangan Alat

Rancangan Konveyor Pendorong dirancang berdasarkan kebutuhan seperti mengurangi beban pekerja, mengganti proses dorong manual menjadi pendorongan otomatis dan menghindari terjadinya kecelakaan kerja. Desain rancangan konveyor pendorong ini terdiri dari 4 bagian utama, yaitu *driver modul*, *intermediate*, lengan pendorong dan *driven modul* dengan total 8 *frames* yang rinciannya adalah sebagai berikut :

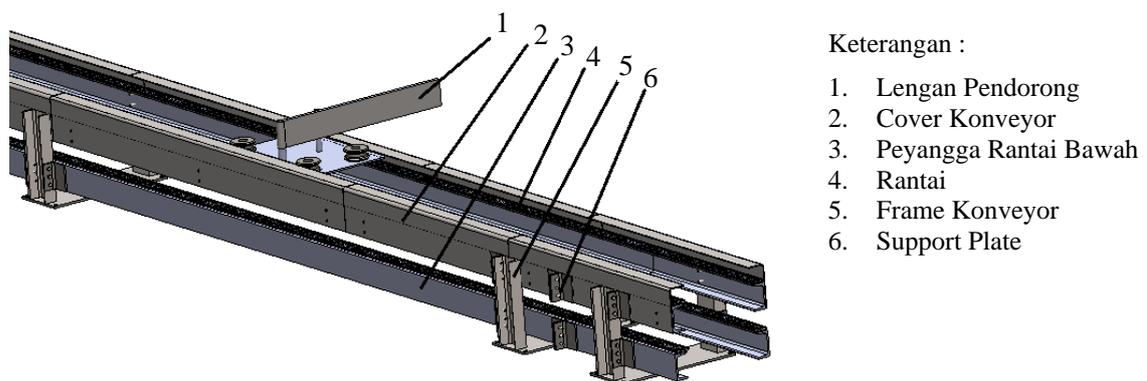
3.1.1. Driver Modul



Gambar.3 Gambar Detail *Driver Modul*

Driver Modul seperti terlihat pada Gambar.3 ini berfungsi sebagai penggerak conveyor dan ditopang oleh satu bagian *frame* tunggal. Poros yang ada pada *driver modul* digerakkan oleh *chain* yang langsung terhubung dengan motor listrik dan selanjutnya *sprocket* akan ikut berputar dan menggerakkan dua *chain* lainnya.

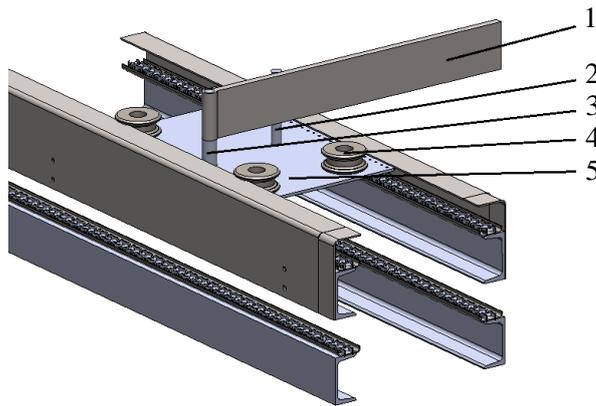
3.1.2. Intermediate



Gambar.4 Gambar Detail *Intermediate Modul*

Intermediate modul seperti terlihat pada Gambar.4 ini terdiri atas 6 buah frames yang disusun secara teratur dan menghubungkan frame *driver modul* dan *driven modul* serta berfungsi sebagai bagian penerus conveyor sebagai jalur pendorongan trolis dari *driven modul* menuju *driver modul*.

3.1.3. Push Arm



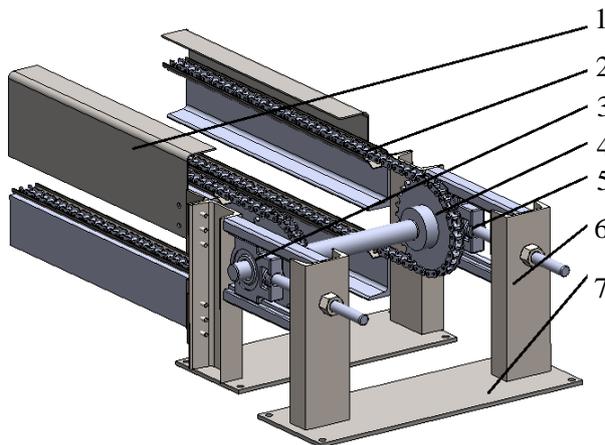
Keterangan :

1. Lengan Pendorong
2. Penahan Lengan Pendorong
3. Pin Penyangga Lengan Pendorong
4. Roller
5. Base Plate

Gambar.5 Gambar Detail Push Arm

Seperti terlihat pada Gambar.5, lengan pendorong atau *Push Arm* terdiri dari *base plate arm*, lengan konveyor, batang penahan lengan konveyor (*stoper shaft arm*) dan *roller*. Push arm berfungsi sebagai media pendorong troli yang dimensinya disesuaikan dengan beban maksimal yang akan didorong, yaitu seberat 5 [Ton]. *Base plate* pada *push arm* dihubungkan oleh *attachment* pada rantai konveyor, sehingga *push arm* akan ikut bergerak ketika *driver modul* sudah mulai bergerak.

3.1.4. Driven Modul



Keterangan :

1. Cover Konveyor
2. Rantai
3. Bearing Take Up Screw
4. Sprocket
5. Adjuster
6. Frame Konveyor
7. Base Plate Konveyor

Gambar.6 Gambar Detail Driven Modul

Driven modul seperti terlihat pada Gambar.6 berfungsi sebagai bagian yang digerakkan oleh *driver modul* dan ditopang oleh satu bagian *frame* tunggal. Pada *driven modul* ini terdapat sebuah poros lengkap dengan *sprocket*-nya untuk mengarahkan *roller* dan *chain* agar berputar sesuai dengan gerakan dari *driver modul*. Bagian ini merupakan bagian terakhir pergerakan lengan pendorong, dengan bantuan sensor pada bagian automasi konveyor akan berjalan mundur untuk menjemput kembali troli yang ada di belakang.

3.2. Prinsip Kerja Alat

Konveyor yang akan dirancang merupakan alat bantu dorong dalam proses pemindahan troli yang harus bergerak sejauh 45 [m] dengan beban maksimal seberat 5 [ton]. Jenis konveyor yang dirancang adalah menggunakan *shuttle traction* yang berfungsi sebagai penopang lengan pendorong dan menggunakan rantai sebagai transmisi pemindah gaya dari *sprocket* untuk menggerakkan lengan pendorong yang terdapat pada *base plate* sehingga troli bisa dipindahkan.

3.3. Hasil Pengujian

3.3.1. Hasil Perhitungan

3.3.1.1. Beban Pada Lengan Pendorong

Beban yang harus didorong oleh lengan terdiri dari berat troli dan beban muatan troli tersebut. Jika beban satu rangkaian troli mencapai 500 [kg] dan beban muatannya 750 [kg], maka beban untuk satu rangkaian troli terdapat 1.250 [kg], sehingga untuk beban maksimal yaitu 5 [ton] lengan dapat mendorong 4 rangkaian troli dalam satu kali pendorongan. Troli ini dilengkapi oleh 4 roda penggerak yang bergerak diatas rel khusus untuk memudahkan proses pemindahan troli. Oleh karena itu, beban yang diterima oleh lengan tidak akan mencapai 5 [ton] atau 5.000 [kg]. Berikut analisis beban yang diterima oleh tiap roda troli.

$$W = m \times g \quad [3] \quad \text{[Persamaan.1]}$$

$$W = 1.250 [kg] \times 9,81 [m/s^2]$$

$$W = 12.262,5 [N]$$

Maka, gaya reaksi pada roda adalah

$$R_{roda} = \frac{W}{n} \quad \text{[Persamaan.2]}$$

$$R_{roda} = \frac{12.262,5 [N]}{4}$$

$$R_{roda} = 3.065,625 [N]$$

Mencari moment torsi yang terjadi pada roda.

$$M_t = F \left(f + \mu_r \times \frac{d}{2} \right) \quad [4] \quad \text{[Persamaan.3]}$$

$$M_t = 3.065,625 \left(0,5 + 0,002 \times \frac{50}{2} \right)$$

$$M_t = 1.686,0937 [Nmm]$$

Berat beban pada satu roda.

$$M_t = W \times \frac{D}{2} \quad [4] \quad \text{[Persamaan.4]}$$

$$1.686,0937 [Nmm] = W \times \frac{200 [mm]}{2}$$

$$W = \frac{1.686,09375 [Nmm] \times 2}{200 [mm]}$$

$$W = 16,8609 [N] \approx 1,7187 [kg]$$

Maka, beban total yang diterima oleh lengan.

$$W_{total} = 16,8609 [N] \times 16 \text{ roda} \quad \text{[Persamaan.5]}$$

$$W_{total} = 269,7744 [N] \approx 27,4999 [kg]$$

Beban dibulatkan menjadi 30 [kg].

3.3.1.2. Analisis Kebutuhan Daya

Analisis terhadap rancangan alat dilakukan dengan menggunakan data kebutuhan yaitu untuk mendorong troli seberat **30 [kg]** dan dimulai dari perhitungan terhadap jumlah beban yang akan ditanggung oleh daya sebagai berikut :

$$W_{total} = W_{Rantai} + W_{Arm} + W_{muatan} \quad \text{[Persamaan.6]}$$

$$W_{total} = 276,2759 [kg] + 35 [kg] + 30 [kg]$$

$$W_{total} = 341,2759 [kg]$$

Maka, dapat dihitung besar daya aktual.

$$P_{Aktual} = W \times v \quad \text{[Persamaan.7]}$$

$$P_{Aktual} = 341,2759 [kg] \times 9,81 [m/s] \times 0,15 [m/s]$$

$$P_{Aktual} = 502,1875 [watt]$$

Pada kenyataannya daya aktual tidak dapat kita gunakan sebagai referensi untuk menentukan daya karena terdapat beberapa hal yang dapat menambah beban pada daya, seperti gesekan antara rantai dengan teflon, gesekan rantai dengan sprocket, dan beban yang dipengaruhi oleh $\cos \phi$ motor. Oleh karena itu, dihitung daya efektif yang dibutuhkan dari motor.

$$P_{Efektif} = \frac{P_{Aktual}}{(\eta_1 \times \eta_2 \times \eta_3) \cos \phi} \times f_c \quad \text{[Persamaan.8]}$$

$$P_{Efektif} = \frac{502,1875 [watt]}{(80\% \times 85\% \times 80\%) 85,5\%} \times 1,3$$

$$P_{Efektif} = 701,8014 [watt]$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diperoleh bahwa daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan konveyor adalah sebesar 701,8014 [watt] atau setara dengan 0,9538 [HP].

3.3.1.3. Analisa Bearing

Bearing yang digunakan pada rancangan conveyor ini berjumlah 4 (empat) buah, masing-masing 2 (dua) buah pada *driver modul* dan *driven modul*. Jenis *bearing* yang digunakan yaitu *Pillow block bearing* dan *take-up screw bearing* [5]. *Pillow block bearing* digunakan pada bagian *driver modul* karena posisi poros pada *driver modul* tetap, sedangkan *take-up screw bearing* digunakan pada *driven modul* karena posisi poros pada *driver modul* dapat berubah untuk mengatur kekencangan dan kendur pada rantai. Umur setiap *bearing* perlu dihitung agar diketahui spesifikasi maksimum yang dapat dihasilkan *bearing* pada rancangan.

Untuk mengetahui umur *bearing*, dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan.9 dan Persamaan.10 seperti berikut.

$$F_e = (X_R \cdot V \cdot F_R + Y_A \cdot F_A) K_s [6] \quad \text{[Persamaan.9]}$$

$$F_e = (0,6 \times 1 \times 300,6657 [N] + 0,5 \times 0) \times 1,5$$

$$F_e = 270,5840 [N]$$

$$L = \frac{10^6 \cdot C^3}{60 \cdot n \cdot F_e^3} [G] \quad \text{[Persamaan.10]}$$

$$L = \frac{10^6 \times 25.500 [N]^3}{60 \times 32 [rpm] \times 270,5840 [N]^3}$$

$$L = 435.926.203 [jam]$$

Maka, diketahui bahwa *bearing* yang digunakan dapat bekerja selama 435.926.203 [jam].

3.4. Pengujian *Trial and Error*

Selanjutnya dilakukan pengujian untuk rancangan yang bertujuan untuk mengetahui kinerja dan kekuatan rancangan konveyor. Pengujian tersebut dilakukan dengan metode *Trial and Error* seperti berikut :

Tabel.1 Pengujian Kekuatan Lengan dengan pelat 4.5 [mm]

No	Trial	Percobaan										Keterangan
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Trial 1	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	Pada awal pendorongan, terjadi lendutan pada lengan. Namun setelah pengujian selesai, bentuk lengan tidak berubah (tetap lurus).
2	Trial 2	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	Pada awal pendorongan, terjadi lendutan pada lengan. Namun setelah pengujian selesai, bentuk lengan tidak berubah (tetap lurus).
3	Trial 3	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	Pada awal pendorongan, terjadi lendutan pada lengan. Setelah pengujian selesai, bentuk lengan mulai berubah membentuk bengkokan sekitar 1°.
4	Trial 4	√	√	x	x	x	x	x	x	x	x	setelah pengujian ke-2, terjadi kesalahan teknis sehingga pengujian dihentikan.
5	Trial 5	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	Lengan diganti oleh bahan yang lebih aman. Tidak terjadi lendutan pada lengan, dan setelah pengujian selesai bentuk lengan tidak berubah (tetap lurus).

Keterangan : √ = Pengujian berjalan dengan baik

x = Pengujian gagal

Pada pengujian tersebut terlihat mulai terjadi perubahan kondisi lengan pendorong pada Trial 3, yaitu lengan pendorong mengalami sedikit pembengkokan. Selanjutnya terjadi kegagalan uji pada pelaksanaan Trial 4 di percobaan ke 3. Kegagalan tersebut disebabkan karena tidak berfungsinya sensor yang menghentikan gerakan motor, sehingga konveyor tetap mendorong troli dan menyebabkan lengan pendorong bengkok. Penggunaan material yang jauh dari kondisi aman juga mengakibatkan lengan mengalami pembengkokan. Kejadian tersebut menunjukkan bahwa walaupun pada Trial 1 dan 2 lengan pendorong masih dalam kondisi yang baik, namun jika lengan pendorong terus menerus digunakan dan terjadi kenaikan beban pada lengan pendorong maka pembengkokan lengan pasti dapat terjadi. Oleh karena itu, dipilih ketebalan lengan pendorong sesuai dengan hasil perhitungan yang lebih aman.

4. KESIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil dari rancang bangun konveyor ini adalah sebagai berikut :

1. Beban yang diterima oleh lengan pendorong dari beban maksimal 5 [ton] ternyata mencapai 30 [kg], dan daya yang dibutuhkan untuk mendorong troli ialah sebesar 1 [Hp]
2. Konveyor yang dibutuhkan untuk mendorong troli memiliki rantai dengan tipe RS60

3. Pekerja yang dibutuhkan untuk menjalankan konveyor berjumlah 1 orang untuk mengatur dan mengawasi jalannya konveyor.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. M. U. A. Gmbh, "Conveying Device with a Substantially Horizontal Conveyor Track". German Patent DE102012010089, 2015.
- [2] W. Peter J. Ensich and M. b. o. W. Dennis A. Woyach, "CONVEYOR CHAIN FOR CARRYING OBJECTS". 1995.
- [3] L. K. J.L. Meriam, *Mekanika Teknik, Statika*, 2 ed., vol. 1, Jakarta: Erlangga, 1987.
- [4] I. D. & E. A. (IDEA), "Crane Wheel," in *DIN 15070*, 2010, p. 11.
- [5] Tsubaki, *The Complete Guide to Chain*, Japan: Sachio Shimura, 1997.
- [6] J. G. R.. Khurmi, *A Text Book of Machine Design*, New Delhi: Eurasia Publishing House (PVT.) LTD, 2005.