

## Rancang Bangun dan Analisis *Shutter Conveyor Reversible Semi-Otomatis Berbasis PLC* Guna Mengurangi Waktu Proses *Material Handling* pada *Line Assembly Steering Tipe D74* di PT. Akashi Wahana Indonesia

Supandi, Wahyu Isti Nughroho, S.Pd., M.T.,; Iswanocta Candra Yudhistira\*

Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang,  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH Tembalang Kota Semarang  
\*[iswanoctacandra@gmail.com](mailto:iswanoctacandra@gmail.com)

### Abstract

PT Akashi Wahana Indonesia is an automotive manufacturer that specializes in producing steering gear assemblies. The steering gear assembly process involves assembling the components of the steering gear into a single unit. A problem related to cycle time has been identified at a process position on the D74 steering gear assembly line. The cause of this issue is the manual shutter used to transfer assembly results between process positions, which requires manual intervention by operators, resulting in non-value-added time and unnecessary movement. The proposed solution to this problem is to design and development a PLC based semi-automatic reversible shutter conveyor. This shutter conveyor will serve as a material handling tool to change the transfer system between process positions. Operators can initiate the transfer to the next position by simply pressing the start button. The research methodology encompasses problem identification, literature review, design, production, and testing. The analysis includes calculations of stress and strain on the base slider, and percentage comparisons of material handling process time before and after improvement. Testing will be conducted through experiments on material handling process time. The result of this research is the implementation of a PLC-based semi-automatic reversible shutter conveyor in the D74 steering assembly line, which has achieved a 69.1% reduction in material handling process time.

**Keywords:** Material Handling; Shutter Conveyor Reversible; Transfer System

### 1. Pendahuluan

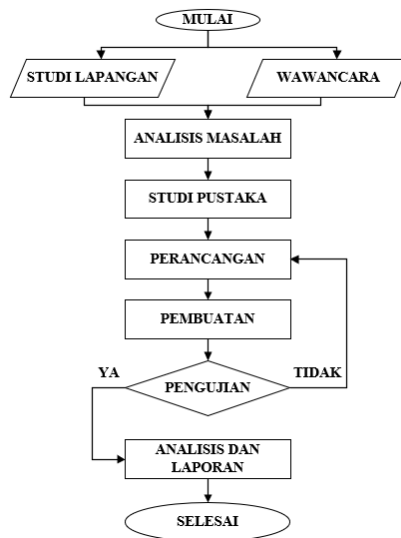
PT. Akashi Wahana Indonesia merupakan produsen otomotif salah satu atau bagian dari otomotif, produknya yaitu *steering gear assy*. Departement *Production Engineering*, Section *Steering Manufacturing* pada PT.Akashi Wahana Indonesia merupakan salah satu *section* dari departemen *Production Engineering* yang bertanggung jawab pada *supporting* semua proses yang ada pada *line steering*, dari proses *machining housing steering*, *machining rack steering*, *machining pinion steering*, hingga proses *assembly steering*. Pada *line assembly steering* tipe D74 terdapat 4 pos proses dengan total 13 proses *sub assembly* dan 1 proses pengecekan visual, diantaranya adalah proses *laser marking* (OP10), *press bushing* (OP20), *press needle bearing* (OP30), *rack greasing* (OP40), *pinion kashime* (OP50), *press seal* (OP60), *plug tightening & caulking* (OP70), *guide rack install* (OP80), *narashi* (OP90), *set back angle & force check* (OP100), *rack boot install* (OP 105), *sub assy IBJ-OBJ* (OP110), *main assy* (OP120), *Inspection + quality gate* (OP130). Pos 1 meliputi OP120, Pos 2 meliputi OP10 sampai OP60, Pos 3 meliputi OP70 sampai OP100, Pos 4 meliputi OP105 dan OP110. Dari keempat pos proses pada *line assembly steering* tipe D74, terdapat pos yang memiliki waktu non produktif paling tinggi dari pos yang lain dengan total 31 detik yang mengakibatkan *cycle time* pada pos tersebut tidak mencapai target perusahaan. Dampak dari waktu non produktif yaitu terganggunya kapasitas produksi serta adanya *muda* gerakan sehingga operator tidak terfokus pada pekerjaan utamanya. Setelah melalui analisa, ditemukan penyebab utamanya yaitu lamanya *cycle time* pada pos 1 karena adanya waktu non produktif saat pengambilan *tamiya shutter* yang didorong manual. *Shutter* tersebut berada pada posisi setelah mesin *set back angle & force check* melewati mesin *rack boot install* serta melewati mesin pemasangan IBJ-OBJ sampai pada *main assy*.

*Line assembly steering* tipe D74 sebelumnya sudah dibuatkan *shutter conveyor* manual dengan jenis *roller* dimana *shutter* manual tersebut memiliki kekurangan yaitu, permasalahan yang pertama adalah operator harus mendorong *sliding tamiya* pada *shutter* agar berjalan dari pos 3 sampai ke pos 1, atau lebih tepatnya setelah *part steering* tipe D74 melalui proses *set back angle & force check*. Permasalahan kedua adalah *tamiya* pada *shutter* selalu berhenti sebelum sampai pos terakhir yang mengharuskan *man power* untuk menghampiri *tamiya* tersebut dan mendorong lagi agar sampai pos terakhir.

Permasalahan ketiga yaitu terkait suara yang dihasilkan oleh gesekan antara roller dengan tamiya yang menyebabkan rasa kurang nyaman pada lingkungan kerja. Berdasarkan kondisi di atas, maka penulis menganalisa permasalahan tersebut dan merencanakan pembuatan *shutter conveyor reversible* semi – otomatis berbasis PLC. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memberikan pemecahan masalah (*problem solving*) dan inovasi di PT. Akashi Wahana Indonesia, serta untuk mengurangi waktu proses *material handling* yang terjadi dari pos 3 menuju pos 1.

## 2. Material dan metodologi

Waktu yang digunakan dalam penelitian ini dilaksanakan sejak tanggal 7 November 2022 sampai dengan 20 Januari 2023 untuk observasi dan pengambilan data *before improvement*, serta tanggal 15 Juni 2023 sampai dengan 18 Juni 2023 untuk pengambilan data *after improvement*. Kegiatan observasi dan pengumpulan data dilaksanakan di PT Akashi Wahana Indonesia, pengolahan data serta penyajiannya dilaksanakan di Politeknik Negeri Semarang. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain yaitu *stopwatch* yang digunakan untuk pengujian waktu, meteran yang digunakan untuk mengukur dimensi *shutter conveyor* yang disesuaikan dengan kondisi pada *line assy steering* tipe D74, serta laptop dengan *software solidworks* untuk proses pembuatan desain. Metodologi penelitian rancang bangun *shutter conveyor reversible* semi- otomatis berbasis PLC ini mencakup beberapa urutan proses seperti yang ditunjukkan pada diagram alir berikut ini:



Gambar 1. Diagram Alir Metodologi Penelitian

### 2.1 Studi Lapangan

Studi Lapangan merupakan sebuah kegiatan yang dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi sebuah permasalahan. Studi lapangan terdiri dari melakukan observasi pada proses *assembly steering* tipe D74, dan pengambilan data-data yang tersedia di lapangan berupa ukuran dimensi rancang bangun *shutter conveyor reversible* semi- otomatis berbasis PLC yang akan dibuat nantinya dengan menyesuaikan ketersediaan ruang di *line assembly* tersebut, serta dimensi setiap komponen yang akan digunakan dalam pembuatan *shutter conveyor reversible* semi- otomatis berbasis PLC.

### 2.2 Wawancara

Wawancara merupakan sebuah kegiatan yang dilakukan apabila data yang didapatkan dari hasil kegiatan studi lapangan masih terdapat beberapa kekurangan. Objek wawancara yaitu operator, *section head engineering steering*, dan tim *engineering steering*. Tujuan dilakukannya kegiatan wawancara adalah untuk mendapatkan data-data tambahan yang akan digunakan untuk mencari studi pustaka.

### 2.3 Analisis Masalah

Analisis masalah dilakukan dengan menggunakan metode *SMART*. Proses analisis dilakukan setelah mendapatkan data-data dari permasalahan yang terjadi pada *line assembly steering* tipe D74 setelah data tersebut terkumpul melalui tahap studi lapangan dan wawancara. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui secara jelas masalah yang terjadi. Proses analisis masalah ini menggunakan prinsip-prinsip *SMART*, yaitu *Specific, Measurable, Action oriented, Realistic, dan Time constrained*.

## 2.4 Studi Pustaka

### 2.4.1 Dasar Teori dan Dasar Perhitungan

Dasar teori merupakan sebuah kegiatan yang dimaksudkan untuk mencari materi yang akan digunakan sebagai acuan dasar yang berkaitan dengan pembuatan *shutter conveyor reversible* semi otomatis berbasis PLC. Dasar teori ini didapatkan melalui pencarian jurnal-jurnal penelitian, buku, serta literatur lainnya yang berhubungan dengan topik terkait, seperti halnya teori tentang *chain conveyor*, motor listrik, *sprocket and chain*, inverter, PLC, *pillow block* dan sebagainya. Setelah melalui tahap dasar teori dan didaparkannya dasar-dasar teori yang menunjang dalam pembuatan *shutter conveyor reversible* semi otomatis berbasis PLC, langkah selanjutnya yaitu membuat perhitungan secara garis besar dari alat tersebut. Perhitungan yang dilakukan meliputi:

- a. perhitungan daya motor yang dibutuhkan yaitu:

$$P = f \times v \quad (1.1)$$

Keterangan:

$P$  = Power required. (Watt)

$F$  = Gaya total. (N)

$v$  = Kecepatan *conveyor* (m/s)

(Yulianto, S., dan Saputra, H.,2015)

- b. perhitungan kebutuhan panjang rantai:

$$L = K \cdot p \quad (1.2)$$

Keterangan:

$L$  = panjang rantai

$K$  = jumlah rantai

$p$  = pitch rantai

- c. Menentukan jumlah rantai dapat digunakan rumus:

$$K = \frac{T2+T1}{2} + \frac{2x}{p} + \left[ \frac{T2-T1}{2\pi} \right] \times \frac{p}{x} \quad (1.3)$$

Keterangan:

$T1$  = jumlah gigi pada *sprocket* kecil

$T2$  = jumlah gigi pada *sprocket* besar

$P$  = *pitch*

$x$  = *center distance*

(Khurmi dan Gupta, 2005)

- d. Perhitungan pemilihan diameter poros minimal.

$$ds = \left[ \frac{5.1}{\tau_{a0}} \times Kt \times Cb \times Mp \right]^{1/3} \quad (1.4)$$

Keterangan:

$d_s$  = diameter poros (mm)

$\tau_a$  = tegangan geser yang diizinkan (N/mm<sup>2</sup>)

$K_t$  = faktor koreksi tumbukan, dipilih sebesar 1,0 untuk pembebanan secara halus menurut standar ASME.

$C_b$  = faktor koreksi untuk kemungkinan terjadinya beban lentur, Menurut standar ASME nilainya berkisar 1,2 – 2,3, dan jika tidak terjadi beban lentur maka nilainya 1,0.

$M_p$  = momen puntir yang ditransmisikan (Nm)

(IR. Sularso, MSME & Suga, 2004)

e. Panjang pasak yang diperlukan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$P = \frac{F}{l \times (t_1 \text{ atau } t_2)} \leq Pa \quad (1.5)$$

Keterangan:

$P$  = tekanan permukaan

$Pa$  = tekanan permukaan yang diizinkan, 8 kg/mm<sup>2</sup> untuk poros diameter kecil, 10 kg/mm<sup>2</sup> untuk poros berdiameter besar.

$F$  = Gaya tangensial (kg)

$l$  = panjang pasak (mm)

$t_1$  = Kedalaman alur pasak pada poros (mm)

$t_2$  = Kedalaman alur pasak pada naf (mm)

(IR. Sularso, MSME & Suga, 2004)

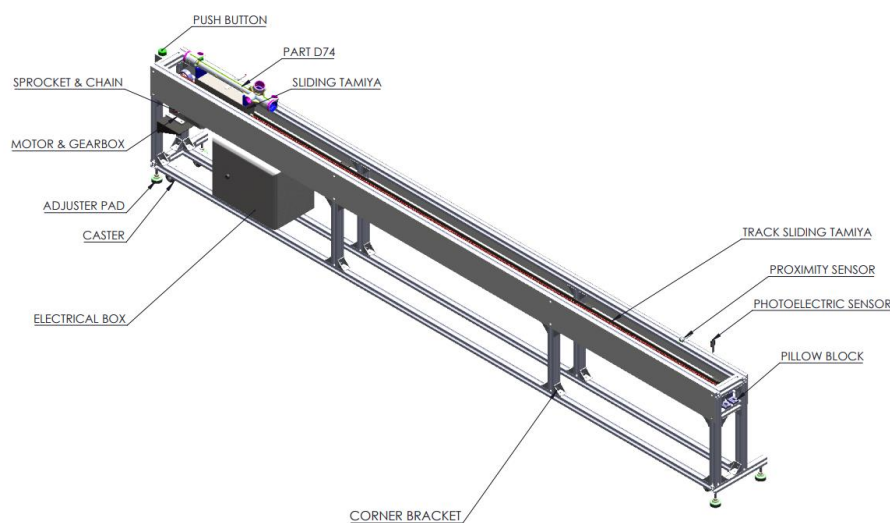
f. Persentase penurunan waktu

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Cycle time sebelum} - \text{Cycle time sesudah}}{\text{Cycle time sebelum}} \times 100 \quad (1.6)$$

(Ferdizal dan Nur, 2017)

## 2.5 Perancangan

Proses perancangan menggunakan *flowchart*/diagram alir yang bertujuan untuk menganalisis proses perancangan *shutter conveyor reversible* semi otomatis berbasis PLC yang dimulai dari tahap konsep desain hingga tahap presentasi desain kepada vendor.



**Gambar 2.** Final Design Shutter Conveyor Reversible

## 2.6 Pembuatan

Pembuatan alat dan perakitannya dilakukan oleh vendor yang telah bekerja sama dengan pihak industri.

## 2.7 Pengujian

Pengujian waktu proses *material handling* bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan dalam proses pemindahan *part* pada pos 1 dari setelah melalui proses *set back angle & force check* sampai pada proses *main assy* setelah adanya *shutter conveyor reversible* semi-otomatis.

### Pengujian Waktu Proses *Material Handling* Sebelum *Improvement*

Data pengujian waktu proses *material handling* yang dilakukan pada pos 3 menuju pos 1 merupakan data aktual yang diperoleh melalui penelitian secara langsung di lapangan. Waktu proses *material handling* adalah waktu yang dibutuhkan dalam proses pemindahan *part* dari setelah melalui proses *set back angle & force check* sampai pada proses *main assy* dalam satuan detik(s). Data yang diperoleh disajikan kedalam bentuk tabel seperti berikut:

**Tabel 1.** Data Waktu Proses *Material Handling* Sebelum *Improvement*

Pengambilan data Ke-	Hari 1	Hari 2	Hari 3
1	26.16	24.49	24.54
2	24.34	25.14	26.62
3	27.05	19.68	24.87
4	24.57	22.08	22.16
5	19.87	24.89	24.34
6	24.78	23.91	22.09
7	25.48	26.64	18.86
8	20.51	24.76	24.48
9	26.02	19.31	27.42
10	23.41	26.41	25.78
<b>Rata-Rata (s)</b>	<b>24.022</b>		

Berdasarkan data hasil pengujian waktu proses *material handling* yang terjadi pada pos 3 menuju pos 1 *line aseembly steering* tipe D74 di atas, bisa diketahui bahwa waktu proses *material handling* tertinggi sebesar 27.42 [detik], waktu proses *material handling* terendah sebesar 18.86 [detik], dan rata-rata waktu proses *material handling* adalah 24 [detik].

## 2.8 Analisis dan Laporan

Tahapan akhir dari penelitian yang dilakukan yaitu tahap analisis dan penyusunan laporan. Proses analisis dampak dari pengurangan waktu proses *material handling* setelah adanya alat *shutter conveyor reversible* semi-otomatis berbasis PLC.

### 3. Hasil dan pembahasan

- a. Daya motor yang dibutuhkan:

Diketahui gaya total yang bekerja pada konveyor sebesar 94,67 N, dan kecepatan konveyor 0,4278m/s maka:

$$P = f \times v$$

$$P = 116,9 \times 0,4278$$

$$P = 50 \text{ Watt}$$

$$P = 0,06 \text{ HP}$$

- b. Kebutuhan jumlah rantai

$$K = \frac{T2 + T1}{2} + \frac{2x}{p} + \left[ \frac{T2 - T1}{2\pi} \right]^2 \times \frac{p}{x}$$

$$K = \frac{21+21}{2} + \frac{2 \times 3000}{12,7} + \left[ \frac{21-21}{2 \times 3,14} \right]^2 \times \frac{12}{3000}$$

$$K = 493,4$$

$$K = 494$$

c. Panjang rantai yang dibutuhkan:

$$L = K \times p$$

$$L = 494 \times 12,7 \text{ mm}$$

$$L = 6.273,8 \text{ mm}$$

$$L = 6,2738 \text{ m}$$

d. Diameter poros minimal

Pada perencanaan ini nilai Cb diambil 1,2 karena beban lentur yang terjadi kemungkinan kecil karena poros relatif pendek. Momen puntir yang terjadi Mp=11,593 Nm, maka diameter poros minimum:

$$ds = \left[ \frac{5,1}{57,16 \text{ N/mm}^2} \times 1 \times 1,2 \times 11,593 \text{ Nm} \right]^{1/3}$$

$$ds = \left[ \frac{5,1}{57,16 \text{ N/mm}^2} \times 1 \times 1,2 \times 11,593 \text{ Nm} \times 1000 \right]^{1/3}$$

$$ds = 10,75 \text{ mm}$$

diameter poros yang digunakan sebesar 19 mm dengan menyesuaikan lubang pada *pillow block bearing* yang digunakan.

e. Panjang pasak yang diperlukan

Dengan standar ukuran pasak untuk diameter poros 19 mm, maka didapatkan dimensi pasak sebagai berikut:

Lebar pasak (b) = 6 mm  
 Tinggi pasak (h) = 6 mm  
 Kedalaman alur pasak pada poros (t1) = 3,5 mm  
 Kedalaman alur pasak pada naf (t2) = 2,8 mm  
 Maka panjang pasak minimal yaitu:

$$P = \frac{124,4 \text{ (kg)}}{l \times 3,5 \text{ (mm)}} \leq 8,0 \text{ kg}$$

$$l \geq 4,44 \text{ mm}$$

Jadi panjang pasak minimal 4,44 mm, karena pada tabel ukuran standar pasak yang digunakan pada poros berdiameter 19 panjang berkisar 14-70 mm, maka pemilihan pasak menggunakan panjang 14 mm.

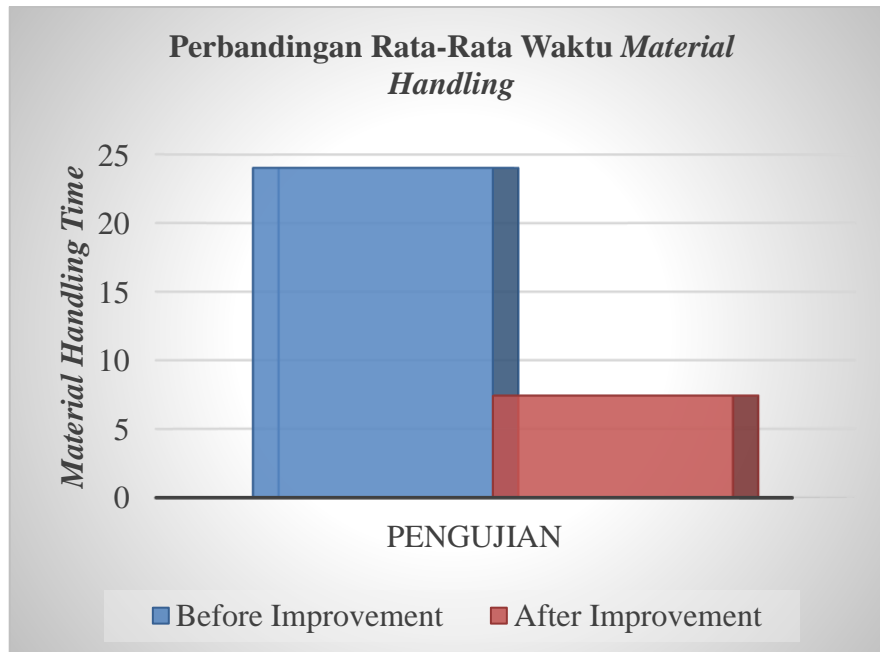
### 3.1. Hasil Pengujian Waktu Proses *Material Handling After Improvement*

**Tabel 2.** Data Pengujian Waktu Proses *Material Handling* Setelah *Improvement*

Pengambilan data ke-	Hari 1	Hari 2	Hari 3
1	7.47	7.42	7.38
2	7.46	7.46	7.46
3	7.44	7.38	7.43
4	7.4	7.45	7.45
5	7.4	7.39	7.45
6	7.43	7.42	7.4
7	7.44	7.46	7.47
8	7.38	7.39	7.38
9	7.42	7.44	7.42
10	7.43	7.47	7.4
<b>Rata-Rata [s]</b>		7.42	

Berdasarkan data hasil pengujian waktu proses *material handling* setelah dilakukannya rancang bangun *shutter conveyor reversible* semi-otomatis berbasis PLC, bisa diketahui bahwa waktu proses *material handling* tertinggi sebesar 7.47

[detik], waktu proses *material handling* terendah sebesar 7.38 [detik], dan rata-rata waktu proses *material handling* adalah 7.42 [detik]. Berdasarkan data hasil pengujian pada **Tabel 1.** dan **Tabel 2.** diperoleh rata-rata waktu proses *material handling* dan kemudian disajikan dalam bentuk grafik perbandingan rata-rata waktu proses *material handling* antara sebelum dilakukannya *improvement* dan sesudah dilakukannya *improvement* seperti dibawah ini.



**Gambar 3.** Grafik perbandingan waktu rata-rata proses *material handling*

**Gambar 3.** diatas menunjukkan grafik perbandingan rata- rata waktu proses *material handling* dari pos 3 menuju pos 1 sebelum dilakukannya *improvement* dan sesudah dilakukannya *improvement*. Berdasarkan data rata-rata waktu proses *material handling* yang didapatkan saat pengujian, maka persentase penurunan waktu proses *material handling* dapat dihitung:

$$\text{Persentase penurunan waktu } MH = \frac{24,022 \text{ detik} - 7,42 \text{ detik}}{24,022 \text{ detik}} \times 100$$
$$\text{Persentase penurunan waktu } MH = 69,1\%$$

Jadi dengan adanya *shutter conveyor reversible* semi-otomatis berbasis PLC dapat menurunkan waktu proses material handling sebesar 69,1%.

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil membuat rancang bangun *shutter conveyor reversible* semi-otomatis berbasis PLC yang diimplementasikan di *line assy steering* tipe D74 dan dapat mengatasi permasalahan yang ada pada *line* tersebut. Pengujian dilakukan sebanyak 10 kali per hari, dilakukan selama 3 hari dengan total pengujian 30 kali. Dengan adanya *shutter conveyor reversible* semi-otomatis berbasis PLC ini dapat menurunkan waktu proses *material handling* dari rata-rata waktu 24,022 detik menjadi 7,42 detik dengan persentase penurunan waktu proses *material handling* sebesar 69,1%.

#### Ucapan terima kasih

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, rahmat, dan hidayahNya penulis dapat menyelesaikan jurnal yang berjudul “Rancang Bangun *Shutter Conveyor Reversible* Semi-Otomatis Berbasis PLC Guna Mengurangi Waktu Proses *Material Handling* pada *Line Assembly Steering* Tipe D74 di PT Akashi Wahana Indonesia” hingga selesai. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan doa, semangat, dan dukungan;

2. Bapak Prof. Dr. Totok Prasetyo, B.Eng(Hons), M.T., I.PU, ACPE., Direktur Politeknik Negeri Semarang;
3. Bapak Abdul Syukur Alfauzi, S.T., M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Semarang;
4. Bapak Dr. Ampala Khoryanton, S.T., M.T., kaprodi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan;
5. Bapak Drs. Supandi, M.M., Pembimbing I;
6. Bapak Wahyu Isti Nugroho, S.Pd., M.T., Pembimbing II;
7. Mr. Noburu Matsumoto, Presiden Direktur PT. Akashi Wahana Indonesia;
8. Bapak Ragil Seputro, *Head Department* Produksi PT. Akashi Wahana Indonesia;
9. Bapak Dedy Marista Putro, *Head Department Engineering* PT. Akashi Wahana Indonesia;
10. Bapak Brian Aditya, *Section Head Departemen Engineering Steering* PT. Akashi Wahana Indonesia;
11. Seluruh Staff, dan Karyawan di Departemen Produksi dan Departemen *Engineering*;

#### Daftar Pustaka

- [1] Sularso, Kiyokatsu Suga. (1978). Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin, Cetakan kedua belas. Jakarta: PT. Kresna Prima Persada.
- [2] R.S. Khurmi, J.K. Gupta, 1982, A Textbook Of Machine Design, New Delhi-110 055
- [3] Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2011). Mechanical Engineering Design. Dalam *Shigley's Mechanical Engineering Design Ninth Edition* (hal. 5-6). New York: McGraw-Hill.
- [4] Apriowo, C. B., Adhiguna, M. H., Adriyanto, F., & Maghfiroh, H. (2020). Performance Analysis of Three Phase Induction Motor based on ATV12HU15M2 Inverter for Control System Practicum Module. *Journal of Electrical, Electronic, Information, and Communication Technology (JEEICT) Vol. 2 No. 1*, 9-13.
- [5] Hoshimov, A., & Rustamov, A. (2018). Acta of Turin Polytechnic Univeristy in Tashkent. *Industrial Conveyors' Taxonomy and Its Applications*, 60-62.
- [6] Yulianto, S., & Saputra, H. (n.d.). Optimalisasi Perancangan Konveyor pada Proses Buffing.
- [7] Shinde, S., & Kulkarni, S. (2017). International Journal of Computational Intelligence Research. *Transmission Test Bench*, 1557-1561.
- [8] Irawan, A. P. (2009). *Diktat Elemen Mesin*. Jakarta.
- [9] Hoshimov, A., & Rustamov, A. (2018). Acta of Turin Polytechnic Univeristy in Tashkent. *Industrial Conveyors' Taxonomy and Its Applications*, 60-62.
- [10] Hikamuddin, M. (2022). PERENCANAAN ALAT CHAIN CONVEYOR UNTUK FEEDING BAJU HASIL SABLON GUNA MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS INDUSTRI RUMAHAN SABLON - KAOS.
- [11] Gaikwad, A., Raut, Y., Desale, J., Palhe, A., Shelar, G., & Pawar, P. (2021). Design and Development of Automated Conveyor System for Material Handling . *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering*, 31-34.
- [12] fauzi, M. N. (2018). Sistem Transmisi Rantai pada Purwarupa Kursi Roda Lincah UNS.
- [13] Apple, J. M. (1977). *Plant Layout and Material Handling*. New York: Wiley.
- [14] Ramadhan, M. S., Manggala, L. K., & Samhuddin. (2018). PERANCANGAN DAN SIMULASI FRAME MOBIL GOKART. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin Vol 3*, 2502 - 8944.
- [15] Surdia, T., & Saito, S. (1992). Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: P.T Pradnya Paramitha