

SE22-24

## PERANCANGAN *CONVEYOR BELT* PADA PROSES PLT (*PRODUCT LINE TESTER*) MENGGUNAKAN METODE DIETER UNTUK MENGURANGI *DEFECT VISUAL* KONTAINER BATERAI DI PT GS BATTERY

Ikhwan Rosyid,<sup>1</sup> Danny Wicaksono,<sup>2</sup>

Teknik Produksi dan Proses Manufaktur, Politeknik Manufaktur Astra, Jakarta, Indonesia

E-mail : ikhwanrosyidklaten@gmail.com<sup>1</sup>, danny.wicaksono@polman.astra.ac.id<sup>2</sup>

**Abstrak**--*Material handling* memiliki peran penting dalam menjaga kualitas produk dan memberikan perlindungan terhadap produk selama proses produksi berlangsung. Proses *product line tester* (PLT) area *motorcycle battery* (MCB) *charging* pada saat ini *material handling* yang digunakan yaitu berupa *air cylinder conveyor*. Berdasarkan data yang diperoleh jumlah *reject visual* pada kontainer dan *cover* baterai yang diakibatkan oleh proses *material handling* yang saat ini digunakan sangat tinggi. Diketahui bahwa penyebab dari *reject* pada kontainer baterai diakibatkan oleh benturan dari sirip hiu dengan kontainer baterai. Sedangkan, penyebab dari *reject* pada *cover* baterai diakibatkan oleh *miss position* baterai yang membuat baterai terjepit oleh *pole* alat *tester*. Oleh karena itu, dilakukan usulan rancangan mekanisme *material handling* baru yang bertujuan agar proses produksi dapat berjalan dengan optimal dan *reject visual* kontainer dan *cover* baterai dapat berkurang. Proses perancangan mesin dilakukan dengan tahapan metode *dieter*, yaitu pendefinisian masalah (*define the problem*), pengumpulan informasi (*gathering information*), rancangan konsep (*conceptual design*), perancangan wujud (*embodiment design*), perancangan rinci (*detail design*). Perbaikan ini akan menghasilkan desain baru mesin *conveyor* yang pengoperasiannya dapat berjalan secara semi otomatis dan terintegrasi. Dalam perancangan mesin *conveyor* ini dituntut untuk dapat memenuhi *design requirement* antara lain : proses pemindahan baterai dapat berjalan dengan lancar, proses mampu berjalan secara semi otomatis dan dapat ditempatkan pada area mesin *product line tester* (PLT). Dengan menggunakan metode *dieter* didapatkan hasil rancangan mesin *conveyor belt* yang sesuai dengan *design requirement* yaitu menggunakan konsep *conveyor belt* sebagai alat *material handling* baterai, menggunakan motor *servo* sebagai penggerak, menggunakan *gear reduce* untuk mencapai kecepatan *transfer* yang dibutuhkan, menggunakan *sprocket* sebagai penerus tenaga dari *gearbox reduce*, menggunakan rantai sebagai penerus tenaga serta penghubung antara *sprocket* pada *gear reduce* dengan *sprocket* pada poros *roller*, Dimensi disesuaikan dengan area *space* mesin *product line tester* (PLT).

**Kata Kunci** : *Perancangan, Metode Dieter, Design Requirement, Conveyor Belt, Product Line Tester.*

### I. PENDAHULUAN

Baterai adalah sebuah sumber energi yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik. Salah satu jenis baterai yang umum digunakan untuk kendaraan bermotor adalah baterai *lead acid* atau biasa disebut ACCU. Struktur baterai tersusun dari beberapa komponen penting, salah satunya adalah kontainer. Kontainer baterai berfungsi sebagai wadah dari cairan asam dan *plate* timah yang sekaligus berperan sebagai pelindung kontaminasi dari luar. Kontainer baterai menjadi komponen yang paling sering mengalami kontak fisik selama proses pembuatan baterai berlangsung. Oleh karena itu, diperlukan perangkat *material handling* yang efektif.

*Material handling* memiliki peran penting dalam menjaga kualitas produk dan memberikan perlindungan terhadap produk selama proses produksi berlangsung [1]. Divisi *Production Engineering* yang bertanggung jawab untuk mengelola dan meningkatkan efisiensi produksi ditugaskan untuk membuat rancangan mesin mekanisme perpindahan baterai pada proses *product line tester* (PLT). *Improvement* pada

*project* ini terletak pada mekanisme perpindahan baterai. Berdasarkan data yang diperoleh jumlah *reject visual* pada kontainer dan *cover* baterai yang diakibatkan oleh proses *material handling* yang saat ini digunakan sangat tinggi dengan jumlah rata – rata 559 pcs per bulan. Diketahui bahwa penyebab dari *reject* pada kontainer baterai diakibatkan oleh benturan dari sirip hiu dengan kontainer baterai. Sedangkan, penyebab dari *reject* pada *cover* baterai diakibatkan oleh *miss position* baterai yang membuat baterai terjepit dengan *pole* alat *tester*.

Berdasarkan kondisi yang telah dibahas diatas maka diputuskan untuk dilakukan *improvement* dengan membuat rancangan mekanisme perpindahan baterai yang baru berbasis *conveyor*, dengan harapan pada saat penggunaan mekanisme *conveyor* potensi *defect visual* kontainer baterai dapat dikurangi.

### II. METODOLOGI PENELITIAN

Berdasarkan metode *dieter*, tahapan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pendefinisian masalah,

pengumpulan informasi, perancangan konsep, perancangan wujud, dan perancangan rinci [2].

**Pendefinisian masalah**

Line produksi area finishing proses product line tester (PLT) pada saat ini alur proses perpindahan baterai berjalan secara semi otomatis dengan menggunakan mekanisme air cylinder. Air cylinder berfungsi sebagai pemberi daya dorong terhadap perpindahan baterai. Daya dorong dari air cylinder diteruskan melalui tuas pendorong berupa sirip hiu, dan sirip hiu yang akan kontak langsung dengan bagian sisi samping (rib) kontainer baterai sehingga terjadilah perpindahan pada baterai. Efek dari kontak sirip hiu dengan kontainer baterai dapat berpotensi mengakibatkan defect visual kontainer baterai.



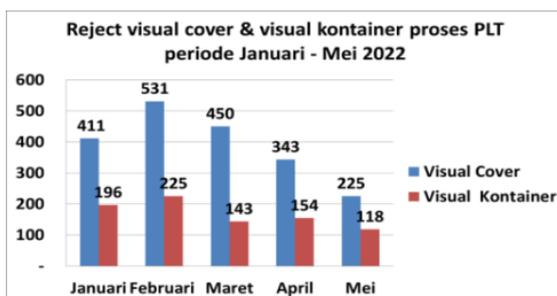
Gambar 2.1 Defect kontainer baterai

Gambar 2.1 menunjukkan defect pada bagian sisi kontainer (rib) baterai yang kontak langsung dengan sirip hiu. Selain itu distribusi baterai pada proses product line tester (PLT) ditemukan sering terjadinya miss position baterai. Akibat dari miss position baterai dapat membuat baterai terjepit oleh pole alat tester dan menyebabkan timbulnya defect visual pada cover.



Gambar 2.2 Defect cover baterai

Gambar 2.2 menunjukkan area yang sering terjadi defect pada bagian cover baterai akibat dari miss position baterai.



Gambar 2.3 Data jumlah reject

Gambar 2.3 menunjukkan fluktuasi jumlah rejection baterai. Rata – rata jumlah reject per bulan pada visual cover dan visual container adalah 392 pcs

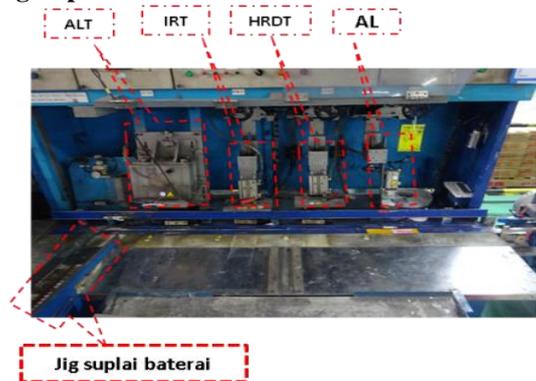
dan 167 pcs. Berdasarkan kondisi yang telah dibahas diatas diputuskan untuk melakukan improvement berupa rancangan mekanisme perpindahan baterai yang baru berbasis conveyor, dengan harapan pada saat penggunaan mekanisme conveyor potensi defect visual kontainer dan cover baterai dapat dihilangkan.

Tabel 2.1 Why – why analisis

WHY-WHY ANALYSIS				
FACTOR	PROBLEM	WHY	WHY	WHY
Method	Terdapatnya defect visual kontainer baterai pada proses product line tester.	Adanya benturan pada permukaan container baterai	Adanya gaya impact pada saat proses perpindahan baterai yang menyebabkan kontak fisik sirip hiu dengan kontainer baterai	Mekanisme distribusi baterai dengan menggunakan air cylinder dan sirip hiu tidak ideal.
Method	Terdapatnya defect visual Cover baterai pada proses product line tester.	Adanya benturan pada permukaan cover baterai	Miss position baterai.	Mekanisme distribusi baterai dengan menggunakan air cylinder tidak ideal.

Analisa dilakukan dengan menggunakan why – why analisis ditunjukkan tabel 2.1 untuk menemukan akar masalah.

**Pengumpulan Informasi**



Gambar 2.4 Kondisi mesin PLT

Berdasarkan gambar 2.4 dapat dilihat pada mesin product line tester. Terdapat 3 tahap pengujian dan 1 proses labeling antara lain: air leak tester (ALT), internal resitant test (IRT), high rate discharge (HRDT) dan proses auto labeling (AL).

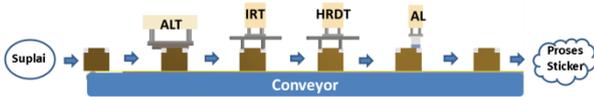
Tabel 2.2 Design requirement

No	Aspek	D/W	Keterangan
1	Fungsi	D	Mampu mendistribusikan baterai ke proses selanjutnya dengan lancar
		D	Mampu melakukan proses secara otomatis
2	Geometri	D	Dapat ditempatkan pada area mesin PLT
3	Kualitas	D	Baterai yang didistribusikan tidak mengalami cacat
4	Safety	D	Terdapat Pengaman pengaman pada mesin
5	Proses Manufaktur	D	Part - part manufaktur dalam rancangan dapat diproses manufaktur (dapat dikerjakan dengan mesin konvensional)
		D	Menggunakan standart part
6	Maintenance	W	Mudah dalam perawatannya
7	Estetika	W	Memiliki bentuk yang bagus (Hasil machining dan welding rapi)

Tabel 2.2 menunjukkan data – data hasil observasi yang dikumpulkan, didapatkanlah data *design requirements* yang diinginkan *user* sebagai acuan untuk pembuatan *conveyor*.

Perancangan Konsep

Konsep perancangan *conveyor* ditentukan berdasarkan latar belakang dan tuntutan dari *design requirement*, gambar konsep perancangan sebagai berikut :



Gambar 2.5 Konsep mekanisme conveyor

Dari konsep mekanisme *conveyor* pada gambar 2.5 dapat diuraikan prinsip kerja *conveyor* sebagai berikut

- Baterai dari *jig* suplai naik ke atas *belt conveyor*.
- Conveyor on* untuk memindahkan baterai dari ujung *conveyor* ke proses testing.
- Conveyor off* selama proses testing berlangsung.
- Setelah proses testing selesai *conveyor on* baterai berpindah ke proses testing berikutnya.
- Siklus perpindahan baterai terus berlanjut hingga proses *testing* terakhir.

Langkah selanjutnya adalah mencari solusi untuk *conveyor* yang dapat digunakan pada proses *product line tester* (PLT). Untuk solusi seluruh sub fungsi pada *design requirements* akan disajikan dengan tabel matriks morfologi ditunjukkan tabel 2.3.

Tabel 2.3 Matriks morfologi 1

No	Sub Fungsi	Simbol	Solusi			
			1	2	3	4
1	Sumber energi	A	Motor Listrik	Pneumatik	Pump Hidrolik	-
2	Merubah energi menjadi energi gerak	B	Silinder Pneumatik	Silinder Hidrolik	Gear/Sprocket	Pulley
3	Dapat mendistribusikan baterai	C	Conveyor Roller	Conveyor Belt	Conveyor Tubular	-
4	Dapat melakukan proses secara otomatis	D	Chain	Belt	Chain & Gearbox Reduce	Belt Gearbox & Reduce

Selanjutnya untuk mempermudah dalam pembuatan varian konsep, maka solusi - solusi dari setiap sub fungsi tersebut disimbolkan. Seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Matriks morfologi 2

No	Sub Fungsi	Simbol	Solusi			
			1	2	3	4
1	Sumber energi	A	A1	A2	A3	A4
2	Merubah energi menjadi energi gerak	B	B1	B2	B3	B4
3	Dapat mendistribusikan baterai	C	C1	C2	C3	C4
4	Dapat melakukan proses secara otomatis	D	D1	D2	D3	D4

Tahap selanjutnya dalam pembuatan konsep dengan metode morfologi adalah mengkombinasikan solusi – solusi sub fungsi menjadi beberapa varian konsep desain fungsi keseluruhan yang mungkin untuk direalisasikan. Kombinasi sub fungsi untuk masing-masing varian dapat dilihat pada tabel 2.5.

Tabel 2. 1 Kombinasi matriks morfologi

No	Sub Fungsi	Simbol	Solusi			
			1	2	3	4
1	Sumber energi	A	A1	A2	A3	A4
2	Merubah energi menjadi energi gerak	B	B1	B2	B3	B4
3	Dapat mendistribusikan baterai	C	C1	C2	C3	C4
4	Dapat melakukan proses secara otomatis	D	D1	D2	D3	D4

Keterangan :

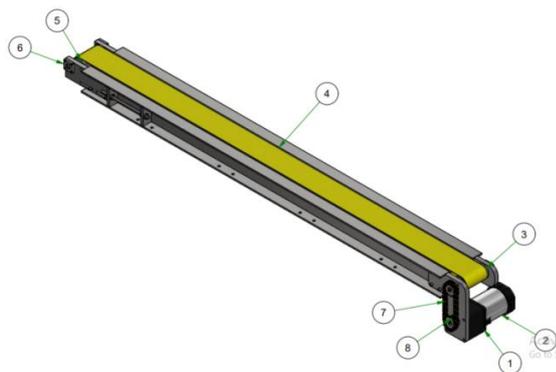
- ——— Varian konsep 1 (A1 + B3 + C1 + D1)
- ——— Varian konsep 2 (A1 + B3 + C2 + D3)
- ——— Varian konsep 3 (A1 + B4 + C2 + D2)
- ——— Varian konsep 4 (A1 + B4 + C3 + D4)

Langkah selanjutnya pemilihan konsep *conveyor* dengan menggunakan metode pembobotan:

Tabel 2.6 Matriks keputusan

No	Kriteria	Bobot (A)	Konsep							
			Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3		Konsep 4	
			b	A x b	b	A x b	b	A x b	b	A x b
1	Fungsi	0,2	6	1,2	8	1,6	6	1,2	6	1,2
2	Geometri	0,15	7	1,05	7	1,05	7	1,05	7	1,05
3	Kualitas	0,2	5	1	7	1,4	7	1,4	6	1,2
4	Safety	0,2	7	1	7	1,4	7	1,4	7	1,4
5	Maintenance	0,1	5	0,5	7	0,7	6	0,6	6	0,6
6	Proses Manufaktur	0,1	6	0,6	7	0,7	7	0,7	7	0,7
7	Estetika	0,05	7	0,35	7	0,35	7	0,35	7	0,35
Total		1	6,1		7,2		6,7		6,5	

Berdasarkan hasil evaluasi pada tabel 2.6 dapat diketahui bahwa varian konsep yang memiliki rating paling tinggi adalah varian konsep 2 memperoleh rating 7.2. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa varian konsep yang akan dikembangkan menjadi rancangan yang dapat direalisasikan adalah varian konsep 2.

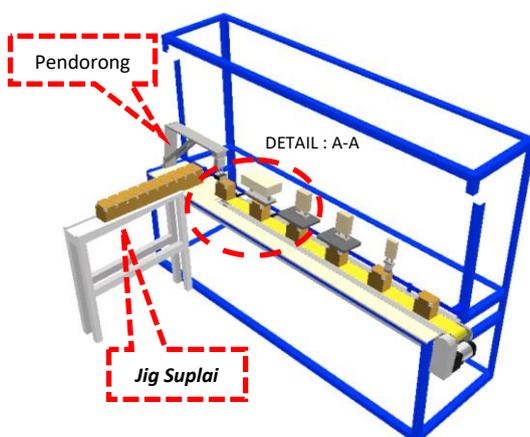


Gambar 2.6 Conveyor belt

Gambar 2.6 Menunjukkan varian konsep 2 Pada varian konsep 2 menggunakan motor listrik sebagai sumber energi (ditunjuk oleh nomor 2). Terdapat penambahan gearbox reduce (ditunjuk oleh nomor 1) sebagai penghubung putaran antara motor listrik dengan shaft roller yang berfungsi sebagai reducer putaran dari motor listrik.. Pada bagian ujung shaft roller di pasang gear yang dihubungkan dengan chain (ditunjuk oleh nomor 7 & 8) sehingga putaran dari gearbox reduce dapat di transmisikan ke drive shaft roller. Pada bagian ujung shaft roller dipasangkan bearing (ditunjuk oleh nomor 6) untuk mengurangi gesekan pada shaft roller. Drive shaft roller terhubung dengan secondary shaft roller menggunakan belt sebagai media transfer (ditunjuk oleh nomor 3, 4 & 5). Jenis conveyor yang digunakan adalah conveyor belt.

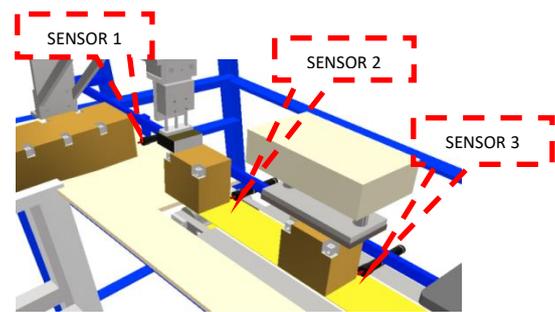
### Perancangan Wujud

Setelah konsep design yang akan direalisasikan telah ditentukan maka dilanjutkan dengan pembuatan design untuk mesin tersebut, berikut ini gambar dari design conveyor belt.



Gambar 2.7 Mesin PLT

Gambar 2.7 Menunjukkan susunan perangkat mekanisme conveyor belt yang di assembly dengan frame machine product line tester.



Gambar 2. 1 Detail gambar A-A

Gambar 2.7 Menunjukkan posisi sensor proximity. Sensor proximity digunakan sebagai bagian input yang akan diteruskan ke bagian proses. Sensor 1 terletak pada area jig suplai, sensor 2 terletak pada ujung conveyor belt, dan sensor 3 terletak pada awal proses testing yaitu auto leak test (ALT).

Selanjutnya membuat alur kerja perpindahan baterai yang baru berdasarkan dari mekanisme conveyor belt berikut adalah alur kerja perpindahan baterai:

- Peletakan baterai pada jig suplai yang dilakukan secara manual oleh operator .
- Setelah baterai tersusun pada jig suplai operator menekan tombol start untuk mengaktifkan kontrol listrik.
- Sensor 1 mendeteksi terdapat baterai pada area jig suplai
- Sensor 2 mendeteksi tidak terdapatnya baterai pada ujung conveyor belt.
- Sistem pendorong aktif mendorong baterai dari area jig suplai ke ujung conveyor belt. Syarat utama sistem pendorong aktif adalah sensor 1 mendeteksi terdapat baterai dan sensor 2 mendeteksi tidak terdapat baterai.
- Baterai berpindah dari jig suplai ke ujung conveyor belt . Sensor 2 mendeteksi terdapat baterai .
- Sensor 3 mendeteksi tidak terdapat baterai.
- Motor listrik aktif. Syarat utama motor listrik aktif adalah sensor 2 mendeteksi terdapatnya baterai dan sensor 3 mendeteksi tidak terdapatnya baterai.
- Baterai berpindah dari ujung conveyor belt ke area proses auto leak test (ALT), sensor 3 mendeteksi terdapatnya baterai.
- Motor listrik nonaktif.
- Sensor 3 mengaktifkan Timer on dan proses testing mulia berjalan.
- Timer on menghitung mundur selama 7 detik. Setelah timer 0 detik motor listrik aktif.
- Baterai berpindah dari area ALT ke IRT dan baterai dari ujung conveyor bergerak ke area ALT . Siklus akan berjalan secara terus menerus hingga proses testing terakhir.

### III. ANALIS

#### Perancangan detail

Perancangan detail merupakan tahap penentuan ukuran dan komponen yang digunakan. Ukuran dan komponen yang akan digunakan pada alat yang dirancang ditentukan dengan menggunakan perhitungan mekanika dan elemen mesin.

#### 3.1. Kecepatan Transfer baterai

Kecepatan transfer baterai diketahui pada mekanisme yang sebelumnya menggunakan *air cylinder* sirip pendorong adalah 300 mm/s dan diameter *roller* yang direncanakan adalah 50mm maka kecepatan rotasi roller dapat diketahui menggunakan persamaan 1 [3].

$$N = \frac{60 \times v}{\pi D} \quad (1)$$

Maka didapatkan nilai kecepatan rotasi *roller* per menit yang dibutuhkan untuk mendapatkan kecepatan berdasarkan persamaan 1 adalah sebesar 114 rpm.

#### 3.2. Panjang Belt

Perhitungan panjang *belt* dilakukan untuk mengetahui berapa kebutuhan panjang belt yang akan digunakan. Panjang *belt* dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2 [4].

$$L = \left[ \pi(r_1 + r_2) + 2 \cdot x + \frac{(r_1 + r_2)^2}{x} \right] \quad (2)$$

$$L = 3.448,5 \text{ mm atau } 3,5 \text{ m}$$

Berdasarkan persamaan 2 diperoleh panjang *belt* adalah 3.448,5 mm atau 3,5 m

#### 3.3. Berat Belt

Berat *belt* dapat diketahui menggunakan persamaan 3 [4].

$$qb = 1,1 \cdot \beta[(\delta \cdot l) + \delta_1 + \delta_2] \text{ kg/m} \quad (3)$$

$$qb = 0.165 \text{ kg/m}$$

#### 3.4. Gaya Beban

Gaya beban yang dimaksud adalah gaya yang diperlukan untuk mentransfer baterai. Besarnya gaya dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut:

$$F = \text{Gaya beban}$$

$$F_A = \text{Gaya external}$$

$$m = \text{Berat beban}$$

$$g = \text{Kecepatan gravitasi}$$

$$\theta = \text{Sudut kemiringan conveyor}$$

$$\mu = \text{Koefisien gesek belt dengan penyangga}$$

Gaya beban dipengaruhi oleh massa dari baterai dan massa *belt* maka diperoleh berat beban menggunakan persamaan 4.

$$m = \text{Berat baterai} + \text{berat belt} \quad (4)$$

$$m = 18,6 \text{ kg}$$

Selanjutnya substitusi nilai nilai yang diketahui kedalam persamaan 5 sebagai berikut:

$$F = F_A + (m \cdot g)(\sin\theta + \mu \cdot \cos\theta) \quad (5)$$

$$F = 18,23 \text{ N}$$

#### 3.5. Torsi yang direncanakan

Perhitungan torsi yang direncanakan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya motor yang dibutuhkan untuk mentransfer baterai. Besarnya torsi yang direncanakan ini dapat diketahui dengan persamaan 6 [3].

$$T = \frac{F \times D_p}{2 \times \text{EFISIENSI} \times 0.01} \times D_{P1} \times D_{P2} \times \text{safety faktor} \quad (6)$$

$$T = 0,51 \text{ N.M}$$

#### 3.6. Daya Rencana

Setelah mengetahui torsi yang direncanakan maka daya rencana dapat diketahui dengan persamaan 7 [3].

$$\text{Daya Motor (w)} = \frac{2 \times \pi \times N \times T}{60} \quad (7)$$

$$\text{Daya Motor (w)} = 8,007 \text{ w}$$

$$\text{Daya Motor (kw)} = 0.008 \text{ kw}$$

Daya yang ditransmisikan merupakan daya rata-rata yang diperlukan sehingga faktor koreksi yang dipakai adalah 1,5 dan Daya yang dibutuhkan sebesar 0,008 kw. Perhitungan daya rencana sebagai berikut.

$$Pd = P \times fc \quad (8)$$

$$Pd = 0,012 \text{ kw}$$

#### 3.7. Spesifikasi motor dan gearbox

Motor yang digunakan adalah tipe 5IK90GU-UW2 dengan daya sebesar 90 w atau 0,09 kw. Torsi yang dihasilkan torsi 850 N.m dengan kecepatan rotasi rata-rata 1500 rpm sedangkan kecepatan rotasi yang diperlukan sekitar 100rpm untuk itu perlu ditambahkan *gearbox reducer* dengan perbandingan 1:15. *Gearbox* yang digunakan adalah *gearbox* tipe 5GE15KBF.

$$Pd = P \times fc \quad (9)$$

$$Pd = 0,135 \text{ kw}$$

$$\text{Perbandingan rasio gear motor dengan gearbox} = \frac{1}{15}$$

$$N_M = 15 N_R$$

$$N_R = \frac{N_M}{15}$$

$$N_R = 100 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{9,74 \times Pd \times 10^5}{N} \quad (10)$$

$$T = 1314,9 \text{ kgf.mm}$$

Berdasarkan persamaan 10 didapatkan besarnya torsi yang dihasilkan oleh kombinasi motor dan *gearbox* adalah sebesar 1314,9 kgf.mm.

#### 3.8. Diameter Poros

Untuk menentukan diameter poros yang akan digunakan menggunakan persamaan 11 [3].

$$D = \left( \frac{5,1}{\tau_\alpha} \cdot Kt \cdot Cb \cdot T \right)^{\frac{1}{3}} \quad (11)$$

$$D = 14,87 \text{ mm}$$

Maka diameter poros yang akan digunakan adalah sebesar 15mm.

### 3.9. Tegangan Belt

Perhitungan tegangan *belt* menggunakan persamaan 12 dilakukan untuk mengetahui spesifikasi *belt* yang dibutuhkan [5].

Diketahui :

Daya (P) = 90 w

koefisien gesek *belt* ( $\mu$ ) = 0,1

Sudut kontak *belt* dengan *roller* ( $\theta$ ) = 180°

kecepatan *belt* (v) = 0,3m/s

$\beta$  : Lebar *belt* (mm)

$\delta$  : Tebal lapisan *belt* (mm)

$$\theta = 180 \times \frac{\pi}{180}$$

$$\theta = 3,14 \text{ rad}$$

$$2,3 \log \frac{T_1}{T_2} = \mu \cdot \theta \quad (12)$$

Diketahui tegangan pada *belt* paling besar terjadi pada  $T_1 = 599,63 \text{ N}$  maka dapat dikatan  $T_1 = T_{max}$  Perhitungan regangan maksimal yang terjadi pada *belt* dapat dilakukan dengan persamaan 13

$$\sigma = \frac{T_{max}}{\beta \cdot \delta} \quad (13)$$

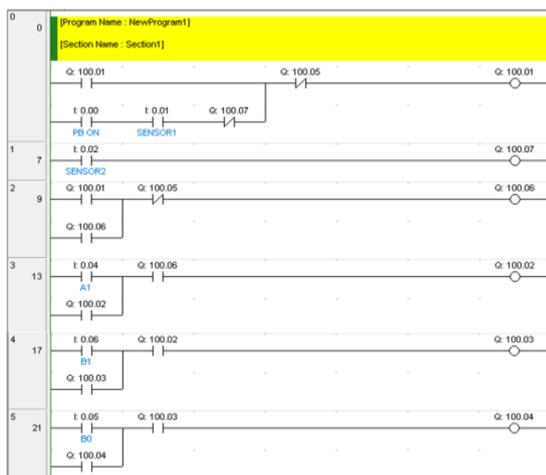
$$\sigma = 1.99 \text{ N/mm}^2$$

Maka diputuskan *belt* yang akan digunakan dengan spesifikasi lebar 100mm, tebal 1,5mm dan regangan maksimal 4 N/mm<sup>2</sup>.

### 3.10. Perancangan Sistem Control

Sistem *control* terdiri dari beberapa aspek yaitu: *input*, *output*, sistem dan *process*. *Input* adalah sebuah perangkat yang digunakan sebagai pemberi signal atau pemicu kepada sistem kendali. *Output* adalah sebuah perangkat keras yang digunakan untuk merubah sinyal keluaran menjadi sebuah kondisi sesuai dengan keinginan pengguna [6].

Pembuatan program *conveyor belt* mengacu kepada perancangan alur kerja yang telah dibahas. Program *conveyor belt* terdiri dari sistem kontrol *pneumatic* yang terintegrasi dengan servo motor yang dikendalikan oleh *programmable logic controller* (PLC) seperti yang ditunjukkan gambar 3.1.



Gambar 3.1 Potongan program PLC conveyor

## IV. KESIMPULAN

Dengan adanya alat *material handling* yang baru berbasis *conveyor belt* ini dapat digunakan untuk menggantikan mekanisme *air cylinder* dan sirip hiu. Mekanisme dari *conveyor belt* ini dapat menghilangkan kontak fisik pada sisi kontainer baterai (rib) dengan alat *material handling* saat proses perpindahan baterai berlangsung, sehingga baterai dapat terhindar dari benturan. Selain itu, *conveyor belt* ini dalam pengoperasiannya menggunakan *sensor proximity* sebagai pemberi sinyal *stop & run* pada motor *servo* sehingga dapat menghilangkan terjadinya *miss position* baterai dan potensi baterai terjepit oleh *pole* alat *tester* dapat dihilangkan. Hilangnya benturan dan baterai terjepit akan berdampak pada hilangnya *reject* visual kontainer dan *cover* baterai yang diakibatkan dari proses perpindahan baterai. Maka perusahaan dapat memperoleh keuntungan dari *saving cost rejection* baterai kisaran sebesar Rp.55.000.000,00 per bulan. Hasil rancangan mesin *conveyor belt* yang dibuat sudah memenuhi *design requirements* dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Evaluasi *design requirement*

No	Aspek	D/W	Keterangan	Status
1	Fungsi	D	Mampu mendistribusikan baterai ke proses selanjutnya dengan lancar	OK
		D	Mampu melakukan proses secara otomatis	OK
2	Geometri	D	Dapat ditempatkan pada area mesin PLT	OK
3	Safety	D	Terdapat Pengaman pengaman pada mesin	OK
4	Proses Manufaktur	D	Part - part manufaktur dalam rancangan dapat diproses manufaktur (dapat dikerjakan dengan mesin konvensional)	OK
		D	Menggunakan standart part	OK
5	Maintenance	W	Mudah dalam perawatannya	OK
6	Estetika	W	Memiliki bentuk yang bagus (Hasil machining dan welding rapi)	OK

## V. KUTIPAN DAN DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rochman, T., Astuti, R., & Patriansyah, R. (2018). Peningkatan Produktivitas Kerja Operator melalui Perbaikan Alat Material Handling dengan Pendekatan Ergonomi. *Performa*, 9(1), 1–10.
- [2] Dieter, G. E., & Schmidt, L. C. (2013). *Engineering Design 5th Edition* (Vol. 5).
- [3] Suga, S. d. (2004). *DASAR PERENCANAAN DAN PEMILIHAN ELEMEN MESIN*. Jakarta: PT.Pradnya Paramita.
- [4] Zulfikar, D. F., Hakam, M., & Bisono, F. (2021). Perancangan Conveyor untuk Memindahkan C Purlin. *Proceeding 5th Conference on Design and Manufacture Engineering and Its Application*, 2654, 10–15.
- [5] Khurmi, R. d. (2005). *Theory of Machine 14th*. Eurasia: S Chand & CO Ltd.
- [6] Muhamad Ali, M. (2012). *Modul kuliah sistem kendali terdistribusi* ". 0–7.