

## MODIFIKASI PUSH ROLL WIND UP MENGGUNAKAN SISTEM PNEUMATIC PADA MESIN JOINTLESS PT. XYZ

Ajeng Latifah Perdana Putri<sup>1)</sup>

Teknik Mesin-Politeknik Gajah Tunggal  
[ajenglatifah99@gmail.com](mailto:ajenglatifah99@gmail.com)

Dharmanto<sup>2)</sup>

Teknik Mesin-Politeknik Gajah Tunggal  
[dharmanto.mesin@gmail.com](mailto:dharmanto.mesin@gmail.com)

Puguh Elmiawan<sup>3)</sup>

Teknik Mesin-Politeknik Gajah Tunggal  
[elmiawan@gmail.com](mailto:elmiawan@gmail.com)

### Keywords :

Capacity  
 Jointless  
 Pneumatic

### Abstract :

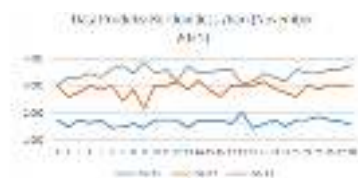
At the PCR plant there are 3 machines that produce jointless, including DSL-JL1, DSL-JL2 and DSL-JL3. However, the DSL-JL1 machine produces fewer products than the DSL-JL2 and DSL-JL3, because the winding process is still done manually by moving the jointless rolls one by one by the operator which can affect the cycle time in the wind up process. Engine modification is one way to increase the capacity of the DSL-JL1 engine. The system in the winding process is changed to semi-automatic, this process can shorten the processing time when winding up. The result of this research is to modify the DSL-JL1 engine by adding a pneumatic system called push roll to the winding process. The jointless rolls that have been wined will be driven by a cylinder attached to each winding, so that the jointless rolls can be moved simultaneously, by changing the manual system to semi-automatic. Before installing the push roll, the average winding time was  $\pm 47$  minutes and after the push roll was installed it dropped to an average of  $\pm 41$  minutes for every 1 time winding process. Thus shortening the wind up time 7 minutes faster than before, DSL-JL 1 experienced an increase in production capacity of roll jointless reaching 11%.

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Penelitian ini, kami melakukan studi lapangan untuk mencari permasalahan yang ada, mengamati setiap proses pembuatan ban *step by step*, terdapat salah satu mesin yang menurut kami kurang efektif dalam kinerja atau produktivitasnya, dan mesin tersebut terdapat pada proses *slitting jointless*, mesin tersebut memproduksi material dengan *output jointless*. Fungsi *jointless* sendiri adalah untuk menahan guncangan yang diakibatkan oleh kontur jalan serta mencegah terjadinya *belt edge separation*, *belt edge separation* adalah terjadinya *tread* terpisah ketika belt di bawah *tread* terlepas, pada saat ini terjadi *tread* tersebut mulai terlepas dari sisa ban. Pada proses *slitting jointless* terdapat 3 mesin *jointless* dengan *asset number machine* DSL-JL1, DSL-JL2, DSL-JL3, dari ketiga mesin tersebut, terdapat satu mesin yang memproduksi *jointless* lebih sedikit dibandingkan mesin lainnya yaitu mesin DSL-JL1. Berdasarkan data hasil produksi *jointless* pada Gambar 1 dan Gambar 2, dapat kita ketahui bahwa kapasitas produksi mesin DSL-JL1 lebih sedikit dibandingkan

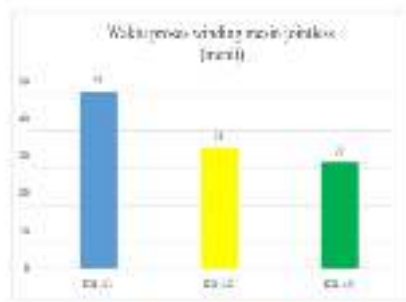
DSL-JL2 dan DSL-JL3, minimnya kapasitas produksi pada DSL-JL1 antara lain adalah waktu proses *winding* yang lebih lama dibandingkan dengan DSL-JL2 dan DSL-JL3. *Winding* merupakan proses penggulangan *strip jointless* dari *mother roll* menjadi gulungan yang lebih kecil yaitu *roll jointless*. Berikut adalah grafik perbedaan waktu



Gambar 1, Grafik Hasil Produksi Roll Jointless (Dibuat 1000) (November)



Gambar 2, Grafik Hasil Produksi Roll Jointless (Dibuat 1000) (Desember)



Gambar 3. Grafik Waktu proses Mesin Jointless

Gambar 3 adalah grafik perbedaan waktu proses pada mesin *jointless* : Ketiga mesin tersebut dijalankan oleh operator yang berkompeten dalam bidangnya maka, operator tidak menjadi penyebab utama mesin DSL-JL1 mengalami minimnya kapasitas. Penyebab minimnya kapasitas terdapat pada waktu proses *winding jointless*. Pada Gambar 3 mesin DSL-JL 1 membutuhkan waktu ± 47 menit dalam sekali proses *winding*, waktu proses mesin DSL-JL1 lebih lama dibandingkan dengan mesin DSL-JL2 dan DSL-JL3 yang bisa disebabkan oleh hal apapun selama proses produksi tersebut, salah satunya adalah pada saat *jointless* telah selesai *winding* akan dilakukan proses *wind up*, proses *wind up* adalah proses pemindahan *roll jointless* setelah proses *winding* ke lori *jointless*. Waktu proses yang lama tersebut dikarenakan operator memindahkan *jointless* tersebut secara manual dengan memindahkan satu persatu *roll jointless* pada lori *booking*.

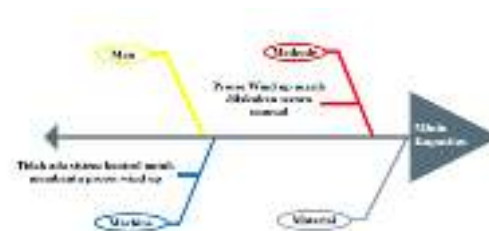


Pada Gambar 4, *wind up* secara manual tersebut merupakan salah satu proses yang dapat mengakibatkan waktu proses *winding* lebih lama. Karena waktu proses yang lebih lama tersebut beorientasi dengan kapasitas pada DSL-JL1 lebih sedikit dibandingkan dengan mesin *jointless* lainnya. Berikut adalah kapasitas dari mesin DSL-JL1

Tabel 1. Kapasitas mesin DSL-JL1

DSL-JL1		
Ava. Cap	14.172	Ban/Hari
Speed Line	100	Meter / menit
Shif/Shift	5.245	Ban /shif

Pada Tabel 1, menunjukkan bahwa DSL-JL1 dapat memproduksi hingga 14.172 ban / hari, dengan rata-rata menghasilkan 324 roll/hari. Untuk mencari sebab-akibat suatu masalah dapat kita analisis menggunakan *fishbone diagram*, metode *fishbone* adalah sebuah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi dan mengatur penyebab yang mungkin timbul dari efek tertentu kemudian dipisahkan akar penyebabnya, berikut adalah *fishbone diagram* :



Gambar 5. Fishbone diagram

Dari Gambar 5, salah satu masalah yang dapat membuat kapasitas mesin DSL-JL1 lebih rendah dibandingkan dengan mesin lainnya adalah permasalahan waktu proses yang diakibatkan oleh proses *wind up* yang belum dilakukan secara otomatis sehingga operator harus memindahkan *roll jointless* secara satu per satu ke lori *booking*. Karena itu penulis ingin memodifikasi mesin DSL-JL1 dengan cara menambahkan *push roll wind up* pada mesin *jointless*. Pengertian *push roll* adalah alat untuk membantu proses *wind up* dengan menggunakan sistem pneumatic. Penambahan *push roll wind up* bertujuan untuk mengurangi waktu proses produksi pada mesin DSL-JL1 dengan memangkas waktu proses *wind up*. Dengan harapan semula waktu yang dibutuhkan saat *winding* adalah ± 47 menit dapat berkurang, sehingga memudahkan operator untuk memindahkan *roll jointless* ke lori *booking*, kemudian dapat meningkatkan kapasitas produksi mesin DSL-JL1.

**1.2 Rumusan Masalah**

Setelah dilakukannya studi lapangan pada area *slitting jointless* maka rumusan masalahnya adalah proses *Wind up* pada mesin DSL-JL1 dilakukan secara satupersatu saat memindahkan *roll jointless* ke lori *booking* yang mengakibatkan waktu proses lebih lama.

**1.3 Batasan Masalah**

1. Tidak membahas komponen ban lainnya selain jointless secara spesifik.
2. Tidak membahas biaya proyek pembuatan alat.
3. Tidak membahas *defect* yang terdapat pada jointless
4. Hanya membahas proses *winding* pada DSL-JL1
5. Tidak membahas ergonomi operator

**1.4 Tujuan Penelitian**

1. Memodifikasi DSL\_JL1 dengan menambahkan *Push Roll wind up* menggunakan *sistem pneumatic* pada proses *winding*.

**1.5 Manfaat Penelitian**

1. Meningkatkan kapasitas pada mesin *jointless* DSL-JL1.
2. Waktu proses *winding* pada saat wind up menjadi lebih cepat.
3. Operator dapat lebih dimudahkan pada proses wind up

**2. TINJAUAN PUSTAKA**

**2.1 Studi Pustaka**

Tabel 2. Kajian sebelumnya

No.	Nama Penulis, Tahun	Judul	Hasil Kajian
1.	DIAH ULFA JUNIARSY AHL, 2018	Perancangan Sistem Pengemasan Pada Produksi Teh Gelas Menggunakan Sistem Penggerak Pneumatic Berbasis Mikrokontroler	Kajian yang telah didapatkan adalah kecepatan Cylinder perlu diperhitungkan agar dapat mengetahui seberapa besar tekanan yang dapat di dorong oleh Cylinder pneumatic.
2.	Fadel Ahmad, Nugroho Eko, Isminda Nuriskasari, 2021	Perancangan Silinder Pneumatik Prototype Mesin Pemutar Box untuk Pemsindahan	Pada perancangan mesin pemutar box, silinder pneumatik

n Skrap	yang
Mengguna	digunakan
kan Sistem	adalah jenis
Dump	silinder
Truck	double
dengan	acting dari
Kemiringa	merk SMC
n Sudut	bertipe
90°	CM2
	dengan
	diameter
	piston 20
	mm dan
	panjang
	langkah
	125 mm.

**2.2 Landasan Teori**

**2.2.1 Pneumatik**

Sistem *pneumatic* ialah suatu pekerjaan yang bergerak dengan menggunakan media udara bertekanan, gerakan tersebut diakibatkan adanya perbedaan tekanan udara (Cesar et al., 2017).

**2.2.2 Cylinder Pneumatik**

*Cylinder pneumatic* adalah aktuator atau perangkat mekanis yang menggunakan kekuatan udara terkompresi (udara terkompresi) untuk menghasilkan gaya dalam gerakan bolak-balik (keluar) di belakang piston linier. *Cylinder pneumatic* biasa digunakan pada mesin industri otomotif, pengemasan, elektronik, dan berbagai industri lainnya. *Cylinder pneumatic* biasanya digunakan untuk menjepit, mendorong mesin pemotong, mesin pres, peredam getaran, penyortiran pintu, dll. *Cylinder pneumatic* memiliki fungsi dasar yang tidak pernah berubah, fungsinya untuk mengubah tekanan udara atau potensial udara menjadi gerak atau energi kinetik (Ahmad et al., 2021).

**2.2.3 Kebutuhan Cylinder Pneumatik**

Terdapat satu *cylinder* untuk modifikasi *push roll wind up* pada mesin *jointless* DSL-JL 1, untuk menghitung beban yang akan diterima oleh *cylinder pneumatic* dapat kita ketahui melalui persamaan gaya (F), massa (m), dan gravitasi (g) (Ismoyo et al., 2021). Rumus menghitung gaya normal dengan menggunakan gravitasi :

$$F = m \times g \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan :

F = Gaya tekanan press (Newton)

m = Massa tekanan press (Kg)

g = Gaya gravitasi (9,8 m s<sup>2</sup>)

#### 2.2.4 Perancangan Diameter Cylinder

Untuk menghitung diameter cylinder yang efektif dapat menggunakan persamaan :

$$F = (\pi \cdot D^2) \cdot P - R \dots\dots\dots(2.2)$$

Dengan :

F = Gaya piston efektif (N)

P = Tekanan kerja (bar)

R = Gesekan (N) yaitu: 3-20% dari gaya terhitung

D = Diameter piston (mm)

1. Untuk menghitung gaya efektif piston maju dapat menggunakan persamaan :

$$F_{maju} = A_1 \times P \dots\dots\dots(2.3)$$

Dengan :

F = Gaya yang diberikan (N)

A<sub>1</sub> = Luas penampang cylinder tanpa batang torak (m<sup>2</sup>)

P = Tekanan udara (N/m<sup>2</sup>)

2. Dimana Luas penampang tanpa batang torak dapat dicari dengan persamaan :

$$A_1 = 1/4 \cdot \pi \cdot D \cdot D \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan :

A<sub>1</sub> = Luas penampang cylinder tanpa batang torak (m<sup>2</sup>)

D = Diameter piston (mm)

3. Untuk menghitung gaya efektif piston mundur dapat menggunakan persamaan :

$$F_{mundur} = A_2 \times P \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan :

F = Gaya yang diberikan (N)

A<sub>2</sub> = Luas penampang Cylinder dengan batang torak (m<sup>2</sup>)

P = Tekanan udara (N/m<sup>2</sup>)

Dimana luas penampng dengan batang torak bisa dicari dengan persamaan :

$$A_2 = 1/4 \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan :

A<sub>2</sub> = Luas penampang cylinder dengan batang torak (m<sup>2</sup>)

D = Diameter piston (mm)

d = Diameter rod piston (mm)

4. Untuk mencari konsumsi aliran debit kompresor Cylinder pneumatic dapat menggunakan Persamaan (2.7) (Utomo, 2020).

$$Q_s = (\pi/4) \cdot (D)^2 \cdot (V) \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana:

Q<sub>s</sub> = Debit kompresor (liter menit/)

D = Diameter Cylinder (mm)

V = Kecepatan piston (mm/s) 5.

Untuk mencari konsumsi daya kompresor yang digunakan pada cylinder pneumatic dapat menggunakan (Utomo, 2020).

$$N_s = (Q_s) \cdot (\eta_{tot}) \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana: (Utomo, 2020)

N<sub>s</sub> = Daya kompresor (liter menit/)

Q<sub>s</sub> = Debit kompresor (liter detik/)

η<sub>tot</sub> = Efisiensi total (0,8)

#### 2.2.5 Festo Fluidsim Software

*Festo Fluidsim Software* adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat suatu rangkaian pneumatic. Pada sistem rangkaian *elektropneumatic / pneumatic* ini bisa disimulasikan agar mengetahui apakah rangkaian yang dibuat itu berjalan dengan baik atau tidak. Selain itu *software* ini juga bisa memproteksi kesalahan pada rangkaian yang telah dibuat (Isna, 2019).

#### 2.2.6 Katup Solenoida

Katup *solenoida* adalah komponen pneumatic yang beroperasi sebagai respons terhadap tegangan dan arus input. Katup memiliki membran *coil* yang digerakkan oleh sumber listrik melalui *solenoida* dan memiliki fungsi sebagai penggerak piston yang dapat digerakkan oleh arus AC atau DC, dan *katup solenoid pneumatic (valve)* memiliki lubang keluaran, lubang masukan dan saluran air. Prinsip kerja dari *solenoid valve* adalah penggerak yang mengubah coil menjadi medan magnet ketika *coil* mendapat tegangan listrik (PURWADI, 2017).

#### 2.2.7 Pemilihan Material

Alumunium merupakan suatu unsur kimia. Alumunium memiliki lambang AL. Logam yang sering kita jumpai adalah Alumunium, karena jumlahnya yang melimpah. Alumunium tidak termasuk kedalam jenis logam berat, Alumunium merupakan elemen paling berlimpah ketiga yang memiliki jumlah 8% dari permukaan bumi (Wibawa, 2019).

#### 2.2.8 FOS (Factor Of Safety)

FOS atau nama lain dari faktor keselamatan adalah landasan perancangan teknik untuk mengantisipasi kecelakaan yang terjadi akibat kegagalan konstruksi atau kerja mesin. FOS biasa diterapkan dalam perancangan manufaktur yang meliputi tegangan dan regangan sehingga dapat diketahui material terbaik dan rancangan konstruksi yang baik. FOS sendiri memiliki sistem kerja dimana setelah didapati nilai tertinggi / ultimate maka akan dihitung nilai izin dimana nilai izin adalah angka nilai tertinggi dibagi nilai FOS. (Istiqalayah, 2021).

### 2.2.9 Software Solidwork

Software solidwork ialah suatu aplikasi yang digunakan untuk mendesain suatu alat yang berbentuk 3D. Seseorang dapat menentukan ukuran sesuai yang diinginkan dan dapat memilih jenis bahan apa yang akan dipakai, dan juga software solidwork dapat untuk menguji tegangan, regangan, *factor of safety* pada alat yang telah dibuat (Kristanto et al., 2019).

### 2.2.10 Poros Pendorong

Poros pendorong berguna untuk meneruskan gerakan ke bagian yang dituju, kemudian as pendorong menerima gaya tekan dari gaya batang sehingga dapat menghasilkan gerakan bolak balik (Hendrawan, 2019).

### 2.2.11 Bracket

Bracket merupakan alat yang digunakan sebagai penopang struktur guna menahan beban dari suatu jenis alat (Nurul Amri & Sumbodo, 2018)

### 2.2.12 Linier Bearing

Linier bearing ialah suatu part yang digunakan untuk mempermudah mesin pada saat dijalankan, karena Linier bearing memiliki fungsi untuk mengurangi gesekan, membuat putaran mesin menjadi stabil (Yudha et al., 2018).

### 2.2.13 Pelat Pendorong

Pelat pendorong merupakan suatu pelat yang digunakan sebagai sarana pendorong media (Robban, 2021).

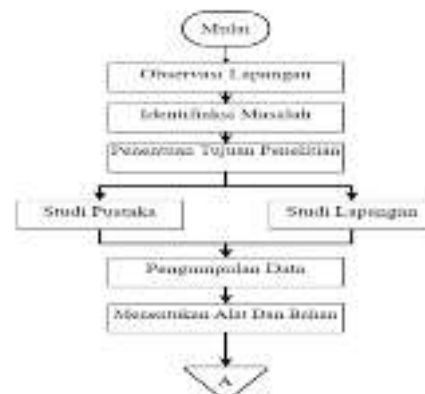
### 2.2.14 Frame Sliding Bearing

Frame sliding bearing merupakan komponen pada bearing yang tidak boleh ketinggalan, karena untuk mencegah kotoran masuk ke dalam bearing jika dibiarkan kotoran masuk ke dalam bearing maka menyebabkan bearing cepat mengalami keausan (Yudha et al., 2018).

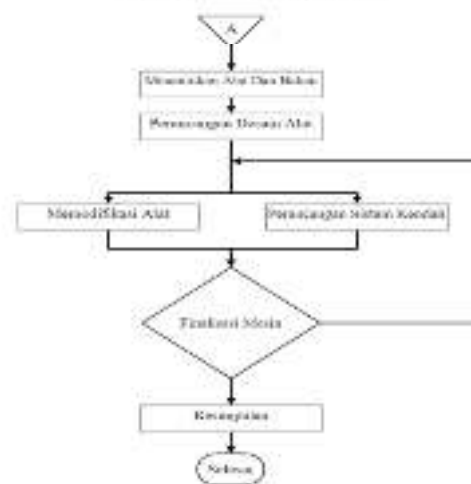
Berdasarkan kedua perbandingan antara *cost* dan *material properties* dari kedua material maka dipilih hollow *galvanized* sebagai material utama dalam pembuatan rangka meja kerja karna dalam segi kekuatan dirasa cukup memenuhi kebutuhan serta *cost* yang dikeluarkan tidak sebesar material *carbon steel*

## 3. METODOLOGI KAJIAN

### 3.1 Alur Penelitian



Gambar 6. Alur penelitian



Gambar 7. Lanjutan

### 3.2 Detail Alur Penelitian

#### 3.2.1 Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan di area Divisi *Engineering Plant PCR*, khusus nya di lingkup Departemen *Extruder*. Ada banyak bagian didalam Departemen *Extruder*, salah satunya adalah *slitting jointless*, *slitting jointless* adalah proses untuk menahan guncangan yang diakibatkan oleh kontur jalan serta mencegah terjadinya *belt edge separation*. Terdapat salah satu mesin yang membedakan dengan mesin *jointless* lainnya yaitu pada mesin DSL-JL 1, mesin tersebut ternyata memproduksi di bawah produksi mesin mesin DSL-JL 2 dan mesin DSL-JL 3.

**3.2.2 Identifikasi Masalah**

Pada proses identifikasi masalah dilakukan pengamatan pada bagian *winding* khususnya pada saat proses *wind up* menuju *lori booking*

**3.2.3 Penentuan Tujuan Dan Penelitian**

Pada tahap ini penulis menentukan tujuan penelitiannya, yaitu: “MODIFIKASI MESIN *JOINTLESS* DENGAN PENAMBAHAN *PUSH ROLL* BERBASIS KONTROL *PNEUMATIC PLC ALLEN BRADLEY* PADA MESIN *DSL-JL1 PLANT PCR PT. XYZ*”.

**3.2.4 Studi Pustaka**

Pada tahap ini penulis melakukan studi pustaka dengan mencari literatur terkait apa yang akan diteliti.

**3.2.5 Studi Lapangan**

Pada tahap ini penulis melakukan studi pada mesin *DSL-JL 1*, menyesuaikan dengan keadaan lapangan (aktual) dan menyesuaikan pengaplikasian *Push roll* Terhadap mesin *DSL-JL1* beserta sistem kontrol untuk *Push roll* itu sendiri.

**3.2.6 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan berguna sebagai landasan untuk mengetahui waktu proses yang dibutuhkan saat proses *wind up* pada mesin *DSL-JL 1*.

**3.2.7 Menentukan Alat Dan Bahan**

Pada tahap ini dilakukan penentuan alat dan bahan yang akan digunakan untuk menunjang keberhasilan modifikasi pada mesin *DSL-JL 1*.

**3.2.8 Perancangan Desain Alat**

Pada tahap ini penulis merancang desain alat *jointless*



Gambar 8. Desain Alat *Push Roll*

**3.2.9 Memodifikasi Alat**

Pada tahap ini dilakukan modifikasi pada mesin untuk dipasangkan *push roll* beserta dengan meng-upload program yang telah dimodifikasi sebagai sistem kontrol untuk *push roll* pada mesin *DSL-JL 1*. Berikut adalah cara kerja dari sistem kontrol *push roll* pada Gambar:



Gambar 9. Sistem Kontrol *Push Roll*

**3.2.10 Finalisasi Mesin**

Pada tahap ini dilakukan finalisasi terhadap sistem kerja pada *Push roll* itu sendiri, mulai dari *input* untuk *push roll* hingga *output push roll* yaitu menggerakkan *cylinder* untuk mendorong *roll jointless* pada mesin *DSL-JL1*, finalisasi mesin ini berfungsi sebagai pengecekan dan penyesuaian terhadap mesin yang baru saja dimodifikasi sebelum mesin beroperasi kembali secara normal.

**3.2.11 Kesimpulan**

Pada tahap ini, penulis akan mengambil kesimpulan efek apa yang ditimbulkan setelah mesin *DSL-JL1* dimodifikasi dengan pemasangan *jointless*.

**3.3 Jadwal Penelitian**

Tabel 3. Jadwal Kegiatan PKL Dan Magang

No.	Kegiatan	Bulan				
		Jan	Feb	Mar	Apr	Mei
1	Observasi	■				
2	Identifikasi Masalah	■				
3	Menentukan Tujuan Penelitian	■				
4	Pengumpulan Data	■				
5	Studi Pustaka dan Studi Lapangan		■			
6	Desain Modifikasi		■			
7	Modifikasi Alat		■	■		
8	Uji Coba Alat			■	■	
9	Analisa Hasil Penelitian				■	■
10	Kesimpulan dan Saran				■	■
11	Penyusunan Laporan				■	■

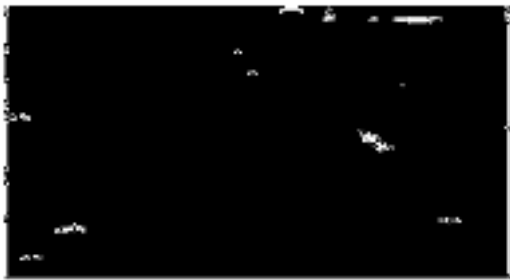
4. HASIL KAJIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Alat Sebelum Dimodifikasi



Gambar 10. DSL-JL1 Sebelum Dimodifikasi

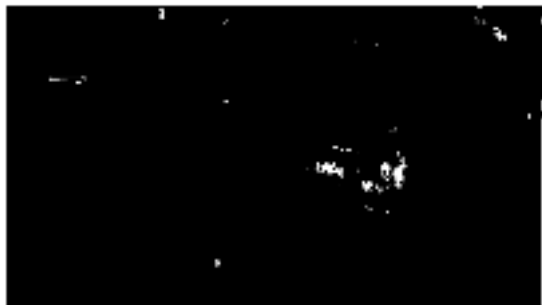
Pada gambar 10 merupakan kondisi awal *winding* pada DSL-JL1 yang belum dipasangkan dengan *jointless* karena DSL-JL1 memiliki 12 *winding* yang terdapat dalam satu *body*, oleh karena itu *silinder* yang dibutuhkan untuk membuat *jointless* berjumlah 12. Berikut adalah pengaplikasian *jointless* pada DSLJL1:



Gambar 11. DSL-JL1 Setelah Dimodifikasi

Pada gambar 10 dan 11 merupakan gambaran posisi *jointless* dari depan yang kemudian akan dipasang disamping motor *winding*. Pemasangan tersebut dengan cara melubangi *body* pada DSL-JL1. Kemudian lubang tersebut akan dipasangkan dengan *jointless* dengan cara dibuat

4.2 Gambaran Alat Setelah Dimodifikasi



Gambar 12. DSL-JL1 Setelah Dimodifikasi



Gambar 13. Pengaplikasian Jointless pada DSL-JL1

4.3 PEMBAHASAN HASIL

4.3.1 Perhitungan Diameter

Dengan dilakukannya perhitungan pada diameter *cylinder* memiliki tujuan mengetahui ukuran yang sesuai dengan keperluannya di lapangan. Dengan beban 25 kg, tekanan yang tersedia 4 bar = 0,4 N/mm<sup>2</sup>, maka untuk menentukan besar diameter *cylinder* menggunakan persamaan (2.1) sebagai berikut,

Diketahui :

$$F = m \times g$$

$$F = 25 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 245 \text{ N}$$

$$R = 5\% \times F = 5\% \times 245 = 12,25$$

$$P = 400000 \text{ N/m}^3$$

$$\text{Maka : } F = (\pi / 4 \cdot D^2) \cdot P - R$$

$$245 \text{ N} = \frac{3,14}{4} \cdot D^2 \cdot 400.000 \text{ N/m}^2 - (5\% \times 245)$$

$$245 \text{ N} = 0,785 D^2 \times 400.000 \text{ N/m}^2 - 12,25 \text{ N}$$

$$245 \text{ N} + 12,25 \text{ N} = 314.000 D^2$$

$$D^2 = \frac{257,25}{314,000}$$

$$D = \sqrt{0,0008192}$$

$$D = 0,028 \text{ m}$$

$$D = 28 \text{ mm}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dari diameter *cylinder* dihasilkan besarnya yaitu 28 mm, dengan memperhitungkan *factor of safety* untuk *push roll* pada mesin *jointless* DSL-JL, peneliti menggunakan *cylinder pneumatic* dengan diameter 40 mm.

### 4.3.2 Gaya Efektif Piston Maju

Berdasarkan penggunaan *cylinder pneumatic* dengan diameter 40 mm *cylinder* apabila sudah diketahui diameter piston dan tekanan yang diberikan maka terlebih dahulu mencari luas penampang tanpa batang torak menggunakan persamaan (2.4).

$$A_1 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$$

$$A_1 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 40^2 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 1600 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = 1256 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = 0,001256 \text{ m}^2$$

Maka gaya maju *cylinder*:

$$F_{\text{maju}} = A_1 \times P$$

$$F_{\text{maju}} = 0,001256 \times 0,4 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{\text{maju}} = 502,4 \text{ N}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan tekanan 4 bar dan diameter *cylinder* 40 mm, maka gaya efektif *piston push roll* pada saat *cylinder* maju adalah sebesar 502,4 N.

### 4.3.3 Gaya Efektif Piston Mundur

Berdasarkan penggunaan *cylinder pneumatic* dengan diameter 40 mm maka dapat ditemukan gaya mundur *cylinder* dengan menggunakan persamaan (2.5).

$$F_{\text{mundur}} = A_2 \times P$$

Untuk mencari gaya mundur pada *cylinder* apabila sudah diketahui diameter piston dan tekanan yang diberikan maka terlebih dahulu mencari luas penampang dengan batang torak menggunakan persamaan (2.6).

$$A_2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2)$$

$$A_2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (40^2 - 10^2)$$

$$A_2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (1500 \text{ mm}^2)$$

$$A_2 = 1.177,5 \text{ mm}^2$$

Maka gaya mundur *cylinder* sesuai dengan persamaan (2.5).

$$F_{\text{mundur}} = A_2 \times P$$

$$F_{\text{mundur}} = 1.177,5 \text{ mm}^2 \times 0,4 \text{ N/mm}^2$$

$$F_{\text{mundur}} = 471 \text{ N}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dengan tekanan 4 bar dan diameter *cylinder* 40 mm, maka gaya efektif *piston* mundur pada *push roll jointless* yang digunakan saat *cylinder* mundur adalah sebesar 471 N.

### 4.3.4 Menghitung Aliran Debit Kompresor

Untuk mencari konsumsi aliran debit kompresor *cylinder pneumatic* dengan diameter 40 mm, panjang langkah (*stroke*) 20 mm menggunakan persamaan (2.7).

$$Q_s = \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot (D)^2 \cdot (V)$$

$$Q_s = \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot (40)^2 \cdot 20 \text{ mm}^3/\text{s}$$

$$Q_s = 0,785 \cdot 1600 \cdot 20 \text{ mm}^3/\text{s}$$

$$Q_s = 25120 \text{ mm}^3/\text{s}$$

$$Q_s = 1,507 \text{ liter/menit}$$

Jadi aliran debit kompresor yang dihasilkan untuk menggerakkan *cylinder pneumatic* sebesar 1,507 liter/menit.

### 4.3.5 Menghitung Daya Kompresor

Setelah mendapatkan hasil perhitungan aliran debit kompresor, maka daya kompresor yang digunakan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.8).

$$N_s = (Q_s) \cdot (\eta_{\text{tot}})$$

$$N_s = 1,507 \cdot 0,8$$

$$N_s = 1,206 \text{ kW}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, maka daya kompresor yang digunakan saat sistem bekerja adalah sebesar 1,206 kW.

### 4.3.6 Kekuatan Sambungan Baut

Baut yang digunakan adalah baut tanam dengan ukuran M8 X 30 dan bahan baut yang digunakan yaitu ASTM A36 dengan besarnya nilai  $\sigma_t = 550 \text{ Mpa} = 550 \text{ N/mm}^2$ .

Gaya geser baut dapat diketahui melalui persamaan (2.10):

$$F = (M_{\text{bracket}} \times 9,8) + (M_{\text{jointless}} \times 9,8)$$

$$= (0,441 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m s}^{-2}) + (25 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m s}^{-2})$$



$$= 249,3 \text{ N}$$

Terdapat 4 buah baut yang digunakan sebagai pengikat, dengan menggunakan persamaan (2.11) maka tegangan geser yang bekerja adalah sebagai berikut.

$$F = \pi \times d \times \tau \times n$$

$$249,3 \text{ N} = 0,785 \times 8 \text{ mm} \times \tau \times 4$$

$$\tau = \frac{249,3 \text{ N}}{201 \text{ mm}^2}$$

Dengan memperhitungkan *safety factor* yang ada, penulis menggunakan nilai *safety factor* 4 maka tegangan yang diijinkan sebesar :

$$F_s = \frac{T_{max}}{\sigma_{ijin}}$$

$$4 = \frac{T_{max}}{1,24 \text{ N/mm}^2}$$

$$\sigma_{max} = 4,96 \text{ N/mm}^2$$

#### 4.3.7 Hasil Desain Solidwork



Gambar 14. Desain Alat *Push roll*

Perancangan *push roll* menggunakan *software solidwork* dengan material aluminium.

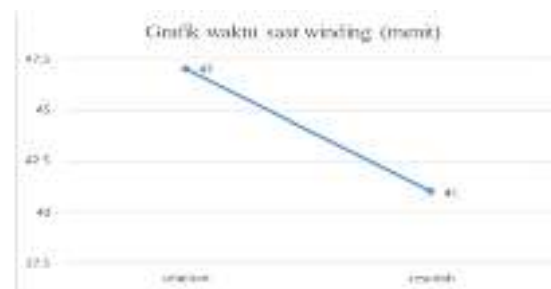
#### 4.4 Pembahasan Hasil

Seperti yang sudah diketahui bahwa DSL-JL1 memiliki 12 *winding* yang dimana 1 *push roll jointless* dipasangkan pada 1 bagian *winding* yang terdapat pada mesin DSL-JL1.



Gambar 15. Operator sedang melakukan *wind up roll jointless* menggunakan *push roll*

Pada Gambar operator sedang melakukan *wind up roll jointless* menggunakan *push roll*, operator akan mensajajarkan lori *booking* pada *winding DSL-JL1* dengan mensajajarkan *as winding* dengan *as lori booking*. Saat operator memindah posisi *selector switch* maka, *cylinder push roll* akan mendorong *roll jointless* ke lori *booking*, sedangkan operator akan sedikit menahan dorongan tersebut saat *roll jointless* mulai masuk pada *as lori booking*, maka operator tidak akan menggunakan tenaga ekstra untuk memindahkan *roll jointless* secara manual dengan cara diangkat satu-persatu dari proses *winding*. Dengan penambahan *push roll* maka waktu *wind up* menjadi lebih cepat dibandingkan sebelumnya yang membuat waktu proses *winding* menjadi lebih cepat.



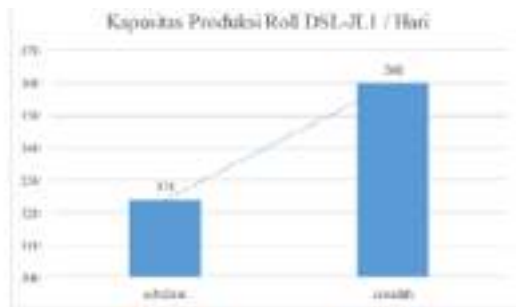
Gambar 16. Perubahan waktu proses DSL-JL1 setelah dimodifikasi

Pada Gambar 16 dapat dilihat penurunan waktu saat proses *winding* dikarenakan pemangkasan waktu saat *wind up* dari sebelum dipasangnya *push roll* membutuhkan rata-rata waktu *winding*  $\pm 47$  menit dan setelah dipasangnya *push roll jointless* turun menjadi rata-rata  $\pm 41$  menit untuk setiap 1 kali proses *winding*. Karena pemangkasan waktu *wind up*, dimana hal tersebut menunjukkan bahwa dengan dipasangnya *push roll* proses *wind up* dapat dipercepat sehingga waktu proses *winding* turun hingga 41 menit, yang memberikan efek perubahan.

Name	Before	After
Jumlah Winding / Hari	27x	30x
Jumlah Roll / Hari	324 Roll	360 Roll
Cycle Time dalam 1x proses Winding	47 menit	41 menit
Total panjang Jointless / Hari	70.632 Meter	78.480 Meter
Jumlah Ban / Hari	15.696 Ban	17.439 Ban

Gambar 17. Rata-Rata Kenaikan Produksi *Jointless* Setelah Modifikasi

Sebelum penambahan *push roll* hasil produksi DSLJL1 menghasilkan rata-rata 17.349 ban dalam 1 hari, setelah dimodifikasi dengan penambahan *push roll* yang dapat memangkas waktu wind up hingga 7 menit lebih cepat dibandingkan sebelumnya, DSL-JL1 dapat mengalami peningkatan kapasitas produksi *roll jointless* mencapai 11% dibandingkan sebelumnya. Untuk mempermudah pembacaan perbandingan data diatas dapat dilihat pada Gambar 46.



Gambar 18. Rata-Rata Kenaikan Produksi *Jointless* Setelah Modifikasi

Pada Gambar 18 menunjukkan perubahan kapasitas produksi pada mesin DSL-JL1 setelah dipasangkan *Push roll*, faktor utama pada peningkatan produksi pada DSL-JL1 disebabkan oleh pemasangan *push roll*. Pemasangan *push roll* membuat pemindahan *roll jointless (wind up)* pada proses winding ke *lori booking* dapat dipangkas secara signifikan, sehingga waktu produksi menjadi lebih efisien.

Tabel 4. Tabel QCDMS

Kategori	Benefit	Keterangan
Quality	Peningkatan jumlah produksi <i>roll jointless</i> pada DSL-JL1 dibandingkan sebelum dilakukan modifikasi.	Dapat meningkatkan hasil produksi <i>roll jointless</i> yang semula 324 <i>roll</i> / hari menjadi 360 <i>roll</i> / hari dengan kualitas baik.

Cost	Peningkatan jumlah ban yang memberikan benefit bagi perusahaan.	Dapat meningkatkan pendapatan yang semula Rp 6.278.400.000 menjadi Rp 6.939.600.000.
Delivery	Penambahan kapasitas mesin DSL-JL1 mampu menghasilkan produksi lebih banyak.	Dapat meningkatkan output produksi dengan pengiriman dalam jumlah lebih banyak.
Management	-	-
Safety	Operator dimudahkan saat proses <i>wind up</i> .	Adanya alat bantu sehingga operator tidak mengangkat satu persatu <i>roll jointless</i> yang dapat mengakibatkan cedera pada operator.

Pada Tabel 4 ialah tabel penjelasan dari aspek QCDMS.

## 5. KESIMPULAN

Modifikasi pada mesin DSL-JL1 bertujuan untuk meningkatkan kapasitas pada mesin DSL-JL1, penyebab kurangnya kapasitas tersebut adalah waktu proses saat *wind up* pada proses winding mesin *jointless* telah selesai masih dilakukan secara manual. Mesin DSL-JL1 nantinya akan dimodifikasi agar dapat meningkatkan kapasitas dengan cara menambahkan sistem *pneumatic* pada proses winding atau disebut *push roll jointless*. Dengan penambahan *push roll* pada proses winding maka operator tidak akan memindahkan *roll jointless* secara manual dengan mengangkat satu persatu *roll jointless* menuju *lori booking*, *push roll* tersebut akan memindahkan *roll jointless* menuju *lori booking* secara bersamaan.

## DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, F., Eko, N., & Nuriskasari, I. (2021). Perancangan Cylinder Pneumatic Prototype Mesin Pemutar Box untuk Pemindahan Skrap Menggunakan Sistem Dump Truck dengan Kemiringan Sudut 90°. 562–570.

- Cesar, D., Mardiyanto, R., & Taspiran. (2017). Pengembangan Lengan Robot Menggunakan Pneumatic Unt .uk Mengambil Benda Sistem. 1–74
- Hendrawan, A. (2019). Jurnal Saintara Vol 4 No. 1 September 2019 ANALISA PENGEBAK KEAUSAN vPOROS BALING BALING KAPAL. Jurnal Saintara, 4(1), 1–8.
- Isna, R. (2019). Penerapan Simulasi Festo Fluidsim untuk Meningkatkan Keterampilan Peserta Didik pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik di Kelas XI SMK N 2 Banda.
- Ismoyo, B., Irawan, M. A. G., & Rezaputra, M. D. D. (2021). Modifikasi Press Tread Pada Mesin BMC 02.03 Assembly Green Tire Plant B. Jurnal Instrumentasi dan Teknologi Informatika (JITI), 3(1), 39-54.
- Istiqlalayah, H. (2021). Perancangan Rangka Mesin Pembuat Keripik Umbi Dengan Aplikasi Sistem Pneumatic. Jurnal Mesin Nusantara, 3(2), 112–121. <https://doi.org/10.29407/jmn.v3i2.15575>
- Kristanto, M. D., Suyadi, S., & Tjahjono, B. (2019). Optimasi Waktu Pemotongan Gate Master Cylinder Front Kvyg Dengan Simulasi Desain Fixture Menggunakan Solidworks Motion Analysis. Jurnal Rekayasa Mesin, 14(2), 35. <https://doi.org/10.32497/rm.v14i2.1511>
- Mesin, T., Mesin, J. T., & Teknik, F. (2020). Finite Element Analysis Software Catia V5R19.
- Nurul Amri, A. A., & Sumbodo, W. (2018). Perancangan 3D Printer Tipe Core XY Berbasis Fused Deposition Modeling (FDM) Menggunakan Software Autodesk Inventor 2015. Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin, 3(2), 110–115. <https://doi.org/10.21831/dinamika.v3i2.21407>
- PURWADI, P. (2017). Modifikasi Sistem Pengoperasian Katup Selenoid. Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir, 15, 1–9.
- Robban, M. K. (2021). PERANCANGAN PROTOTIPE BRACKET SENJATA FN 240 PADA SEPEDA MOTOR ZID BARHAN DI PT X. 021, 21–22.
- Wibawa, L. A. N. (2019). Pengaruh Pemilihan Material Terhadap Kekuatan Rangka Main Landing Gear Untuk Pesawat UAV. Jurnal Teknologi Dan Terapan Bisnis, 2(1), 48–52.
- Yudha, V., Nugroho, N., Nurul Amri, A. A., Sumbodo, W., & Siwabessy. (2018). Perancangan Sistem Penyimpanan Dan Pengambilan Barang Otomatis Menggunakan Arduino Berbasis Web Database. Quantum Teknika: Jurnal Teknik Mesin Terapan, 3(1), 25–36. <https://doi.org/10.18196/jqt.020118>.