

MODIFIKASI *FEEDING CONVEYOR* MENGUNAKAN *DANCING ROLL* DI MESIN EKSTRUSI UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN MESIN

Aldi Darma Gunadi ¹⁾

Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Gajah Tunggal

aldigunadi95@gmail.com

Bibit Hartono, S.T., M.T. ²⁾

Dosen Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Gajah Tunggal

b12thartono@gmail.com

Eko Yuniarto ³⁾

Departmen *Engineering* Divisi I, PT Gajah Tunggal Tbk.

sameuowen@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan dunia industri saat ini menuntut perusahaan untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi dari proses produksi. Hal ini dilakukan guna memenuhi kepuasan pelanggan. Namun kerap kali proses tersebut terhenti akibat adanya gangguan/kerusakan sehingga mengganggu jalannya proses produksi serta menimbulkan potensi kecelakaan kerja.

Salah satu kerusakan mesin yang kerap terjadi adalah patahnya *as feeding conveyor* pada saat proses ekstrusi dalam pembuatan *steel treatment* pada industri manufaktur pembuatan ban. Hal ini diakibatkan oleh putaran *screw* pada mesin ekstrusi yang tidak selaras dengan putaran *feeding conveyor* sehingga menyebabkan *tension* yang tinggi pada *compound* dan memberikan tekanan yang besar pada *as feeding conveyor*.

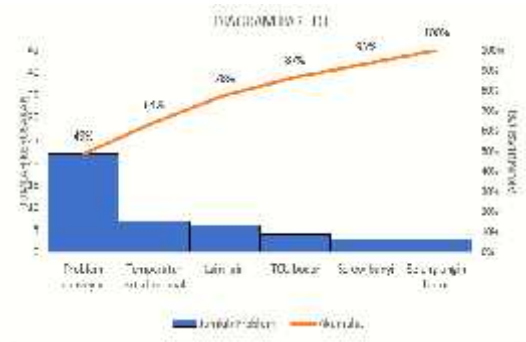
Berdasarkan masalah di atas, dilakukan modifikasi dengan menambahkan *dancing roll* menggunakan sistem pneumatik yang terhubung dengan sensor untuk dapat mengatur kecepatan putaran *feeding conveyor*. Sistem ini akan bekerja ketika *dancing roll* mendapatkan tekanan/gaya 2,51 N akibat adanya *tension* dari *compound* dan menggerakkan silinder pada posisi *instroke* sehingga sensor akan membaca pergerakan silinder untuk mempercepat putaran motor *feeding conveyor* sebesar 2,7 rpm.

Kata kunci : *dancing roll, feeding conveyor, mesin ekstrusi, sistem pneumatik*

I. PENDAHULUAN

Industri manufaktur adalah suatu cabang industri yang mengolah bahan mentah menjadi barang jadi yang mempunyai kenaikan atau pertambahan nilai dengan menggunakan suatu peralatan, mesin, maupun tenaga kerja di mana termasuk salah satunya adalah industri pembuatan ban. Dalam industri pembuatan ban, proses produksi terbagi ke dalam lima bagian besar, diantaranya adalah proses *mixing*, proses material, proses *building (assembly)*, proses *curing*, dan proses *final inspection*. Pada proses material, *compound* yang merupakan hasil proses *mixing* berupa campuran dari berbagai material seperti karet dan bahan kimia lainnya, diolah menjadi berbagai macam produk salah satunya adalah *steel treatment*. *Steel treatment* merupakan hasil proses *steel calender* dimana *steel cord* dilapisi dengan *compound*, diproses ini *steel cord* melewati celah diantara dua *drum calender* yang memiliki jarak tertentu sesuai dengan ketebalan yang dibutuhkan. Pada prosesnya, *compound* harus diolah pada mesin ekstrusi untuk diekstrusi dengan tujuan agar *compound* menjadi lebih homogen.

Terdapat beberapa masalah yang sering terjadi saat proses ekstrusi pada mesin ekstrusi sehingga menyebabkan gangguan pada proses produksi. Ada beberapa faktor penyebab masalah yang terjadi pada mesin ekstrusi. Berikut ini adalah data beberapa masalah yang sering terjadi pada mesin ekstrusi.



Gambar 1. Pareto Diagram

Dari hasil Gambar 1, kerusakan mesin akibat problem conveyor termasuk ke dalam penyebab tertinggi. Salah satunya adalah kerusakan pada patahnya as feeding conveyor sebelum memasuki mesin ekstrusi. Terdapat perbedaan kecepatan antara putaran feeding conveyor dengan putaran screw saat proses ekstrusi. Hal ini mengakibatkan pembebanan yang berlebih pada as feeding conveyor akibat tingginya tension pada compound sehingga as feeding conveyor mengalami patahan. Dari kerusakan tersebut dapat berpotensi terjadinya kecelakaan kerja pada operator dan juga kerugian biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan akibat terganggunya proses produksi dan perbaikan yang harus dilakukan. Oleh karena itu, penulis melakukan kajian berupa modifikasi untuk mengatur kecepatan motor feeding conveyor secara otomatis dengan membuat dancing roll menggunakan sistem pneumatik dengan menyesuaikan tension yang terjadi pada compound.

II. LANDASAN TEORI

II.1 Pneumatik

Pneumatik merupakan salah satu cabang dari teori aliran atau mekanika fluida yang menitik beratkan pada aliran udara melalui saluran-saluran seperti:

pipa, selang dan sebagainya serta aksi dan penggunaan udara mampat [1].

a. Kelebihan Sistem Pneumatik

Beberapa keuntungan antara lain [1] :

1. Ketersediaan yang tak terbatas.
2. Mudah disalurkan.
3. Fleksibilitas *temperature*.
4. Aman.
5. Bersih.
6. Mudah dimanfaatkan.

b. Kekurangan Sistem Pneumatik

Beberapa kekurangan antara lain [1] :

1. Memerlukan instalasi peralatan penghasil udara.
2. Mudah terjadi kebocoran.
3. Menimbulkan suara bising.
4. Mudah Mengembun.

II.1.1 Gaya *Outstroke* Silinder

Gaya *outstroke* silinder dapat dihitung dengan [1]:

$$F = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times P \quad (2.1)$$

Keterangan :

F= Gaya silinder efektif (N)

D= Diameter dalam tabung silinder (m)

P= Tekanan udara (bar)

II.2 Massa Benda Ruang

Untuk menentukan massa jenis suatu benda maka dapat dihitung [7] :

$$m = \rho \times v \quad (2.3)$$

Keterangan :

m= Massa (kg)

v = Volume (kg)

ρ = Massa jenis (kg/m^3)

Untuk menentukan berat [7] :

$$W = m \times g \quad (2.4)$$

Keterangan :

W = Berat benda (N)

m = Massa benda (Kg)

g= Gaya gravitasi (m/s^2)

II.3 Baut

Baut merupakan bagian dari komponen permesinan dan banyak digunakan sebagai pengikat atau

penyambung antara dua elemen disamping sambungan las, pateri dan keling [2].

II.3.1 Tegangan Geser pada Baut

Tegangan geser dapat dihitung dengan persamaan [4] :

$$W = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times \tau \times n \quad (2.5)$$

Keterangan :

W= gaya geser yang ditahan (N)

τ = tegangan geser baut (N/mm^2)

dc= diameter *mayor* baut (mm)

n= jumlah baut

II.3.2 Tegangan Tarik pada Baut

Tegangan tarik pada baut adalah gaya yang bekerja segaris dengan sumbu pada baut [5]. Tegangan tarik pada baut dapat dihitung dengan

$$W = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times \sigma_t \quad (2.6)$$

Keterangan :

W= gaya luar yang bekerja (N)

dc= diameter dalam baut (mm)

σ_t = tegangan tarik ijin baut (N/mm^2)

II.4 Sambungan Las

Sambungan las berfungsi untuk menggabungkan dua atau lebih menggunakan bahan besi maupun jenis logam lainnya sebagai media penyambungannya.

II.4.1 Jenis Sambungan Las

1. Fillet Joint atau Lap Joint



Gambar 1. Jenis Sambungan Las Fillet

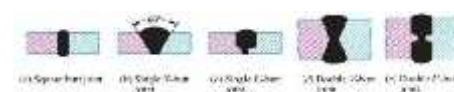
Keterangan :

a) *Single Transverse*

b) *Double Transverse*

c) *Parallel Fillet*

2. Butt Joint



Gambar 2. Sambungan Butt Joint

(Sumber : Khurmi, 2005)

Keterangan :

- a) Square Butt Joint
- b) Single V-Butt Joint
- c) Single U-Butt Joint
- d) Double V-Butt Joint
- e) Double U-Butt Joint

Jenis lain teknik sambungan las terdiri dari berbagai macam [4], seperti pada Gambar 10.



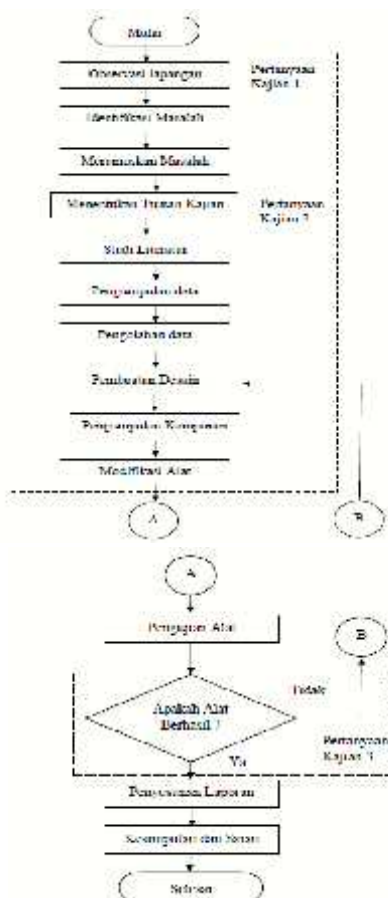
Gambar 3. Jenis Sambungan Las

Keterangan :

- a) Corner Joint
- b) Edge Joint
- c) T- Joint

III. METODE PENELITIAN

III.1 Alur Kajian



Gambar 4. Alur Kajian

III.1 Daftar Alat

Tabel 1. Daftar Alat

No	Alat
1	Jangka sorong
2	Roll meter
3	Mesin perkakas
4	Laptop

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam hal ini penulis melakukan modifikasi dengan menambahkan *dancing roll* untuk dapat mengatur kecepatan *feeding conveyor* secara otomatis.

Sebelum Modifikasi



Gambar 5. Sebelum Modifikasi

Gambaran *feeding conveyor* sebelum dilakukan modifikasi, *compound* menuju *hopper* pada mesin ekstrusi.

Setelah Modifikasi

Setelah dilakukan modifikasi *compound* akan melewati *dancing roll* terlebih dahulu yang akan mengatur kecepatan sesuai dengan *tension* yang diterima dari *compound*.



Gambar 6. Setelah Modifikasi

IV.1 Perhitungan

IV.1.1 Perhitungan Silinder Pneumatik

Beban total silinder berdasarkan persamaan (2.3) dan (2.4)

Beban total silinder = [(w lengan *dancing roll* × 2) + (w as penghubung lengan) + (w roll) + (w *pillow block* 204 × 2) + (w penghubung klevis × 2) + (w baut M12 × 4) + (w mur m12 × 4)]

Beban total silinder = [(37,24 N × 2) + (41,45 N) + (267,54 N) + (4,41 N × 2) + (1,47 N × 2) + (0,66 × 4) + (0,156 × 4)]

Beban total silinder = 398,49 N

Diketahui F = 398,49 N, P = 600.000 N/m², persamaan (2.1).

$$F = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times P - R$$

$$F = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times P - (10\% \times F)$$

$$398,49 \text{ N} = 0,785 \times d^2 \times 600.000 \text{ N/m}^2 - (10\% \times 398,49 \text{ N})$$

$$398,49 \text{ N} = 471.000 \text{ N/m}^2 \times d^2 - (39,84 \text{ N})$$

$$398,49 \text{ N} + 39,84 \text{ N} = 471.000 \text{ N/m}^2 \times d^2$$

$$d^2 = \frac{438,33 \text{ N}}{471.000}$$

$$d = \sqrt{0,0009}$$

$$d = 0,03 \text{ m}$$

$$d = 30 \text{ mm}$$

IV.1.2 Menentukan Gaya Dorong

Dalam menentukan gaya dorong silinder dapat menggunakan persamaan (2.1) sebagai berikut:

Sebelum itu, diperlukan dalam mencari nilai A_1 terlebih dahulu

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

$$A_1 = 0,785 \times (30^2)$$

$$A_1 = 706,50 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = 0,000706 \text{ m}^2$$

Setelah nilai A_1 diketahui, maka :

$$F = A_1 \times P$$

$$F = 0,000706 \text{ m}^2 \times 628.185,71 \text{ N/m}^2$$

$$F = 443,4 \text{ N}$$

IV.1.3 Kekuatan Sambungan Las

Komponen ini bertujuan untuk menggabungkan antara komponen *dancing roll* dengan rangka mesin. Pengelasan menggunakan jenis elektroda dengan tipe 6013, tegangan tarik sebesar 62 ksi atau 427,425 N/mm² dan *factor safety* 8.

Diketahui

1. Dimensi Komponen Plat

$$l = 150 \text{ mm}$$

$$l = 60 \text{ mm}$$

$$t = 17 \text{ mm}$$

Plat yang akan dilakukan pengelasan mempunyai ketebalan sebesar 17 mm, sehingga pengelasan dilakukan dengan ketebalan 8 mm sesuai dengan yang direkomendasikan.

2. Menghitung Tegangan Tarik Izin

Untuk mencari nilai tegangan tarik yang diizinkan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_{li} = \frac{\sigma_t}{F}$$

$$\sigma_{li} = \frac{427,425 \text{ N/mm}^2}{12}$$

$$\sigma_{li} = 35,62 \text{ mm}^2$$

Dari hasil perhitungan diatas maka dapat diketahui bahwa nilai tegangan tarik yang diizinkan adalah 35,62 N/mm².

3. Menghitung Tegangan Geser Izin

Untuk mencari nilai tegangan geser izin digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\tau = 0,18 \times \sigma_u$$

$$\tau = 0,18 \times 427,425 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 427,425 \text{ N/mm}^2.$$

4. Menghitung Beban Maksimal yang

Diterima oleh Dudukan *Dancing Roll*

Berikut ini merupakan beban total maksimal yang diterima oleh sambungan las pada plat pengikat :

Beban total Las =

[(w lengan *dancing roll* × 2) + (w as penghubung lengan) + (w roll) + (w

pillow block 204 × 2) + (w penghubung klevis × 2) + (w baut M12 × 8) + (w mur M12 × 8) + (w dudukan *pillow block* UCFL 205 × 2) + (w *pillow block* UCFL 205 × 2) + (w pengikat ulir × 2) + (w baut M14 × 4) + (w *mounting* × 2)]

Beban total Las = 476,49 N.

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa beban maksimal yang diterima adalah sebesar 476,49 N.

5. Beban Maksimal Pengelasan

Untuk mengetahui nilai dari beban maksimal pengelasan, maka digunakan persamaan sebagai berikut:

$$P_{12} = 1,414 \times s \times l_1 \times \sigma_t + 1,414 \times s \times l_2 \times \tau$$

$$P_{12} = 1,414 \times 10 \times 150 \times 35,62 + 1,414 \times 10 \times 60 \times 427,425$$

$$P_{12} = 60.440 + 290.101,89$$

$$P_{12} = 350.541,89 \text{ N}$$

IV.1.4 Perhitungan Baut

Material AISI 304, tegangan tarik (σ_t) material 505 Mpa atau setara 505 N/mm². *Factor of safety* 8. Tegangan izin dari material :

$$F = \frac{\sigma_m}{\sigma_a}$$

$$8 = \frac{505 \text{ N/mm}^2}{\sigma_a}$$

$$\sigma_a = \frac{505 \text{ N/mm}^2}{8}$$

$$\sigma_a = 63,125 \text{ N/mm}^2$$

Berdasarkan spesifikasi material, tegangan geser yang diijinkan (τ) diambil 30% dari batas elastis tarik (σ_e), tetapi tidak boleh melebihi 18% tegangan tarik ultimate (σ_u).

$$\tau = 0,18 \sigma_u$$

$$\tau = 0,18 \times 505 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau = 90,9 \text{ N/mm}^2$$

Beban Total Baut =

[(w lengan *dancing roll* × 2) + (w as

penghubung lengan) + (w *roll*) + (w *pillow block* UCFL 204 × 2) + (w penghubung klevis × 2) + (w baut M12 × 8) + (w mur m12 × 8) + (w dudukan *pillow block* UCFL 205 × 2) + (w *pillow block* UCFL 205 × 2)]

Beban total Baut = [(37,24 N × 2) + (41,45 N) + (267,54 N) + (4,41 N × 2) + (1,47 N × 2) + (0,66 × 8) + (0,156 × 8) + (15,09 × 2) + (6,174 × 2)]

Beban total Baut = 444,286 N

Jadi beban total yang diterima baut adalah sebesar 444,286 Newton. Maka tegangan geser yang terjadi dapat dihitung menggunakan persamaan (2.5) sebagai berikut :

$$W = \frac{\pi}{4} \times d_c^2 \times \tau \times n$$

$$444,286 \text{ N} = \frac{3,1}{4} \times 10^2 \times \tau \times 4 \text{ baut}$$

$$\tau = 1,41 \text{ N/mm}^2$$

Dari hasil di atas kita dapat mengetahui tegangan geser yang diterima tiap baut sebagai berikut:

$$\tau \text{ baut} = \tau / \text{jumlah baut}$$

$$\tau \text{ baut} = (1,41 \text{ N/mm}^2) / 4 \text{ baut}$$

$$\tau \text{ baut} = 0,35 \text{ N/mm}^2$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diketahui bahwa nilai tegangan geser yang diterima oleh setiap baut adalah sebesar 0,35 N/mm². Untuk perhitungan tegangan tarik pada baut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.6) sebagai berikut:

$$W = \frac{\pi}{4} \times d_c^2 \times \sigma_t$$

$$446,442 \text{ N} = \frac{3,1}{4} \times 10^2 \times \sigma_t$$

$$446,442 \text{ N} = 0,785 \times 100 \times \sigma_t$$

$$446,442 \text{ N} = 78,5 \times \sigma_t$$

$$\sigma_t = 446,442 \text{ N} / 78,5$$

$$\sigma_t = 5,68 \text{ N/mm}^2$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui bahwa nilai dari tegangan tarik pada baut adalah sebesar 5,68 N/mm².

IV.2 Pembahasan

IV.2.1 Analisa Perencanaan Silinder

Dari hasil perhitungan yang dilakukan dengan pembebanan pada silinder sebesar 398,134 N, maka diameter *bore* yang dibutuhkan minimal sebesar 32 mm. Namun karena mengikuti ketersediaan di pabrik, penulis menggunakan silinder pneumatik berdiameter *bore* sebesar 63 mm dan panjang *stroke* sebesar 175 mm. Dengan spesifikasi silinder tersebut dihasilkan tekanan yang ideal pada silinder sebesar 1,4 bar dan gaya dorong silinder yang dihasilkan sebesar 439,32 N.

IV.2.2 Analisa Sambungan Las

Berdasarkan hasil analisa perhitungan serta perancangan yang telah dilakukan, didapatkan hasil tegangan geser dan tegangan tarik yang diizinkan lebih besar dari tegangan geser dan tegangan tarik aktual sehingga dapat dinyatakan aman.

IV.2.3 Analisa Kekuatan Baut

Berdasarkan hasil analisa perhitungan serta perancangan yang telah dilakukan, didapatkan hasil tegangan geser dan tegangan tarik yang diizinkan lebih besar dari tegangan geser dan tegangan tarik aktual sehingga dapat dinyatakan aman.

IV.2.4 Analisa Hasil Modifikasi

Dari hasil modifikasi dengan menambahkan *dancing roll* diketahui bahwa alat dapat bekerja dengan baik yaitu apabila *compound* yang memasuki mesin ekstrusi yang memiliki *tension* cukup tinggi, maka *compound* akan menekan *dancing roll* sehingga silinder pada *dancing roll* akan bergerak *instroke* dan sensor akan membaca pergerakan tersebut dan memberikan sinyal tegangan ke *inverter* untuk dapat mempercepat laju *conveyor*. Adapun pembebanan terhadap *dancing roll* dapat dilihat pada grafik di bawah ini :



Gambar 7. Grafik kerja *dancing roll*
(Sumber : Hasil kajian penulis, 2020)

Dapat dilihat pada gambar grafik di atas bahwa *stroke* silinder akan bergerak menuju ke dalam atau *instroke* per satu milimeter setelah menerima beban dari *tension* sebesar 2,51 N. Hal ini juga berbanding lurus dengan pertambahan kecepatan motor *feeding conveyor* ketika beban dari *tension* bertambah, sehingga beban yang diterima oleh *as feeding conveyor* dapat berkurang.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil modifikasi *feeding conveyor* dengan menggunakan *dancing roll*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan menggunakan *fishbone diagram*, penyebab perbedaan kecepatan putaran *feeding conveyor* dengan putaran *screw* adalah tidak adanya otomasi pada putaran *feeding conveyor* yang dapat mengikuti kecepatan putaran *screw* dalam melakukan proses ekstrusi
2. Modifikasi *feeding conveyor* dengan menambahkan *dancing roll* dapat mengatur kecepatan putaran motor *feeding conveyor* secara otomatis melalui pergerakan silinder *dancing roll* ketika menerima *tension* dari

compound yang terhubung dengan sensor untuk dapat mempercepat putaran motor *feeding conveyor*.

3. Dari hasil analisa yang telah dibuat, *dancing roll* akan bekerja ketika menerima beban 2,51 N dan putaran motor akan mengalami percepatan putaran sebesar 2,7 rpm sehingga dapat mengurangi beban yang diterima oleh *as feeding conveyor* yang menyebabkan terjadinya kerusakan patahnya *as feeding conveyor* dan berpotensi mengakibatkan kecelakaan kerja.

V.2 SARAN

1. Diperlukan adanya *cover* atau pelindung pada area sensor agar kinerja sensor tidak terganggu atau terhalang apapun saat proses produksi.
2. Diperlukan adanya *roll* penahan agar *compound* pada *conveyor* tetap pada jalur *dancing roll* yang telah dibuat.
3. Diperlukan adanya *visual warning system* sebagai *safety*/pengaman pada saat sensor mengalami *malfunction*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Didactic, Festo. *Pneumatik : Tingkat Dasar P101*. PT Nusantara Cybernetik Eka Persada. 1996.
- [2] Handra, Nofriady, and Brazi Brazi. 2012 "Pengaruh Posisi Baut Galvanis Dan Stainless Steel Ditinjau Dari Fracture Surface Pada Sambungan Plat". *Jurnal Teknik Mesin (JTM)* 2.2
- [3] Hendi Saryanto, Darwin Sebayang. 2015. "Proses Desain Elemen Mesin Menggunakan Solidwork". Penerbit Andi. Yogyakarta.
- [4] R.S. Khurmi dan J.K. Gupta. A textbook of machine design. Eurasia

Publishing House (PPVT) Ltd. New Delhi 2005

- [5] Robert L Mott. *Elemen – Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis*. Buku Penerbit Andi. 2004.
- [6] Schodek, Daniel L., Djadja Subagdja, and Bambang Suryoatmono. "Struktur". Erlangga, 1999.
- [7] Sularso dan Kiyokatsu Suga. Dasar Perencanaan dan Penelitian Elemen Mesin. *Pradnya* Paramitha. 1991.