



Rancangan Feeder Circlip untuk Meningkatkan Produktivitas Proses Machining pada *Line Swing Arm* di PT. Astra Otoparts Tbk. Divisi Nusametal

Robbi Malik^{1*}, Kris Witono²

¹⁻² Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia

Email: malikrobby04@gmail.com^{1*}

Alamat: Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kukusan, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat, Indonesia, 16424

*Korespondensi Penulis

Abstract. In manufacturing industries, machining processes play a critical role in ensuring product quality, precision, and production efficiency. However, in the production of swing arm parts, the machining process has been identified as a bottleneck due to its non-optimal cycle time. One of the main issues contributing to this inefficiency is the disorganized handling of circlip inner parts. These components are often scattered without a designated placement system, which creates significant difficulties for operators when retrieving and installing circlips onto the swing arm. Such abnormalities disrupt workflow continuity, extend production time, and reduce overall productivity. To address this challenge, a circlip feeder machine was designed as a supporting device to assist operators and streamline the machining process. The design emphasizes efficiency, integration, and systematic operation by utilizing readily available workshop materials. The developed feeder machine is equipped with a robust frame construction and has a storage dimension capable of accommodating up to 200 circlips. In addition, mechanical analysis demonstrates that the feeder structure can withstand a maximum applied force of 31,475 N, ensuring durability and reliability during operation. The introduction of this circlip feeder machine directly impacts the production process by reducing operator workload, minimizing delays caused by disorganized parts, and ensuring faster and more accurate installation of circlips. Consequently, the overall machining cycle time is shortened, thereby improving production flow and enhancing the efficiency of swing arm part manufacturing. Beyond immediate time savings, the use of the feeder machine contributes to better resource utilization, reduced ergonomic strain on operators, and improved consistency in product quality. This study highlights the significance of simple yet effective mechanical innovations in overcoming production bottlenecks and optimizing manufacturing processes in automotive component industries.

Keywords: Circlip; Cycle time; Efficient; Productivity; Swing arm

Abstrak. Proses machining, khususnya dalam pembuatan part swing arm, memiliki *cycle time* proses yang belum maksimal dan menjadi salah satu *bottleneck* dalam keseluruhan proses produksi part swing arm. Hal ini dikarenakan terdapat adanya abnormality yang ada di line machining berupa *innerpart circlip* yang tercecer dan tidak memiliki tempat yang teratur yang menyulitkan operator dalam pengambilan dan pemasangan *innerpart circlip* pada part swing arm. Mesin *feeder circlip* didesain untuk membantu dan mendukung proses machining agar lebih terintegrasi dan sistematis. Rancangan mesin *feeder circlip* yang efisien untuk proses produksi part swing arm dan juga menggunakan bahan material yang tersedia di workshop adalah dengan dimensi rangka yang dapat menampung hingga 200 buah *circlip* dan juga mesin feeder circlip ini juga dapat menampung gaya maksimal hingga 31475 N. Hal ini berdampak pada pengurangan waktu produksi yang mana meningkatkan efisiensi pembuatan part swing arm.

Kata kunci: Circlip; Efisien; Lengan ayun; Produktivitas; Waktu siklus

1. LATAR BELAKANG

Di era globalisasi dan persaingan industri yang semakin ketat, efisiensi operasional menjadi kunci utama untuk meningkatkan daya saing perusahaan manufaktur. PT. Astra Otoparts Tbk. Divisi Nusametal sebagai salah satu perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur, menghadapi tantangan serius dalam mempertahankan produktivitas. Proses

machining, khususnya dalam pembuatan part swing arm, memiliki *cycle time* proses yang tidak maksimal dan menjadi salah satu *bottleneck* dalam keseluruhan proses produksi *part swing arm*. Hal ini dikarenakan terdapat adanya abnormality yang ada di line machining berupa *innerpart circlip* yang tercecer dan tidak memiliki tempat yang teratur yang menyulitkan operator dalam pengambilan dan pemasangan *innerpart circlip* pada *part swing arm*. .



Gambar 1. Area kerja pemasangan circlip

Dalam meningkatkan produktivitas pada proses machining pemasangan *innerpart circlip* perlu juga adanya optimasi *cycle time* pemasangan circlip. Hal ini dikarenakan terdapat perbedaan waktu yang sangat jauh antara tiap prosesnya. Oleh karena itu, pengurangan *cycle time* melalui peningkatan teknologi dan perbaikan proses, seperti pembuatan rancangan special *purpose machine* yaitu feeder circlip, menjadi solusi strategis yang patut dieksplorasi.

1	Ambil part swing arm after washing		1	
2	Cek visual		5	
3	Pasang Circlip		15	
4	Pasang Bearing		1	
5	Loading unloading MC Assy 1 + Tekan tombol		2	5
6	Cek visual		3	

Gambar 2. Proses pengerjaan swing arm

Mesin feeder circlip didesain untuk membantu dan mendukung proses machining agar lebih terintegrasi dan sistematis. Dengan penambahan mesin support ini, diharapkan proses perpindahan material, setup, dan proses transisi antar siklus produksi dapat dilakukan secara lebih cepat dan efisien. Penerapan teknologi ini tidak hanya akan mendongkrak kecepatan proses machining, namun juga meningkatkan konsistensi kualitas produk.

Selain itu, implementasi mesin feeder circlip untuk optimasi *cycle time* diharapkan memberikan kontribusi akademis dan praktis. Secara akademis, penelitian ini dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan di bidang optimasi proses produksi. Sementara secara praktis, hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai acuan strategi peningkatan efisiensi di industri manufaktur, khususnya dalam era revolusi industri 4.0.

2. KAJIAN TEORITIS

Lean Manufacturing

Lean Manufacturing adalah metode manajemen berbasis *Toyota Production System* (TPS) yang bertujuan memaksimalkan nilai pelanggan dengan menghilangkan pemborosan melalui pemanfaatan sumber daya secara efisien. Prinsip utamanya mencakup pemahaman nilai pelanggan, penghapusan proses tanpa nilai tambah, kelancaran aliran produksi, produksi sesuai permintaan, dan perbaikan berkelanjutan. Penerapannya dilakukan melalui Value Stream Mapping, 5S, Kaizen, *Just-In-Time*, Kanban, dan Poka-Yoke untuk meningkatkan efisiensi, kualitas, dan respons terhadap kebutuhan pasar.

Waste

Pendekatan yang berfokus meningkatkan nilai pelanggan dengan menghilangkan waste, baik yang sementara masih diperlukan (*Type One*) maupun yang bisa langsung dihapus (*Type Two*). Waste mencakup overproduction, transportasi berlebihan, inventori berlebih, proses tidak efisien, waktu tunggu, gerakan berlebihan, cacat, dan kurangnya pemanfaatan ide karyawan. Pencegahannya dilakukan lewat Value Stream Mapping, 5S, *Just-In-Time*, SOP, Kaizen, Kanban, pelatihan, serta teknologi untuk memantau dan memperbaiki proses.

Cycle Time

Durasi dari awal hingga akhir proses produksi atau layanan, yang mencerminkan efisiensi operasional. Pengelolaan *cycle time* yang stabil dan optimal memungkinkan peningkatan kapasitas produksi tanpa biaya tambahan, membantu penjadwalan produksi yang efektif, menjaga kualitas, mengurangi biaya, mempercepat time-to-market, dan meningkatkan manajemen risiko. Dengan mempersingkat *cycle time* melalui perbaikan proses, perusahaan dapat memproduksi lebih banyak dalam waktu yang sama, merespons pasar lebih cepat, dan mempertahankan kualitas tinggi secara konsisten.

Tegangan

Menurut Khurmi (2005), teori tegangan adalah konsep desain mesin yang menggambarkan distribusi gaya internal pada material akibat beban eksternal, dengan tegangan tarik dihitung $\sigma_c = F/A$ dan tegangan izin dihitung $\bar{\sigma} = UTS/SF$. *Safety Factor* (SF) baja di bawah beban kejut berkisar 12–16 untuk menjaga keamanan terhadap kondisi ekstrem, namun wawancara dengan Engineer PT Astra Otoparts Tbk. Divisi Nusametal menunjukkan praktik industri menggunakan SF sebesar 2.

Material Baja ASTM A53

ASTM A53 adalah standar spesifikasi dari ASTM (American Society for Testing and Materials) untuk pipa baja karbon, mencakup tipe seamless dan welded, baik hitam maupun galvanis, yang digunakan pada sistem perpipaan, konstruksi mekanik, dan struktural (ASTM International, 2023). Material ini memiliki kekuatan tarik 415 MPa, kekuatan luluh 240 MPa, modulus elastisitas 200 GPa, densitas $\pm 7.850 \text{ kg/m}^3$, serta komposisi kimia yang mendukung kekuatan dan ketahanan korosi. Kombinasi sifat mekanis, ketersediaan luas, kemudahan pengelasan/pemotongan, dan efisiensi biaya menjadikan ASTM A53 pilihan tepat untuk aplikasi struktural maupun perpipaan.

Material Baja ST37

ST37 adalah baja karbon rendah standar DIN 17100 Jerman dengan kekuatan tarik 370–510 MPa, modulus elastisitas 210 GPa, dan densitas 7.850 kg/m^3 (DIN Deutsches Institut für Normung, 1980). Bersifat lunak, mudah dibentuk, dan sangat baik untuk pengelasan, ST37 banyak digunakan pada struktur ringan seperti rangka bangunan dan jembatan karena kuat, mudah difabrikasi, tersedia luas, dan ekonomis.

Efektif dan Efisien

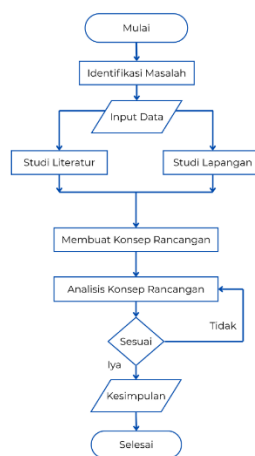
Efektif dan efisien adalah dua konsep utama yang sangat penting dalam perencanaan dan pelaksanaan suatu proses, baik dalam bidang teknik, manajemen, maupun produksi. Efektif berarti suatu kegiatan atau sistem mampu mencapai tujuan atau hasil yang telah ditetapkan, tanpa memandang besar kecilnya sumber daya yang digunakan (Sutrisno, 2016). Sementara itu, efisien mengacu pada kemampuan suatu kegiatan dalam menggunakan sumber daya secara optimal, yaitu seminimal mungkin namun tetap menghasilkan output yang diharapkan (Sutrisno, 2016), dengan kata lain, efektivitas berkaitan dengan pencapaian tujuan, sedangkan efisiensi berkaitan dengan cara terbaik atau paling hemat dalam mencapai tujuan tersebut.

3. METODE PENELITIAN

Langkah kerja penyusunan tugas akhir ini disusun sistematis untuk memudahkan analisis permasalahan dan perancangan mesin feeder circlip. Tahapannya meliputi identifikasi masalah dengan kriteria rancangan yang sederhana, hemat ruang, mudah dipahami, dan menggunakan material yang tersedia di workshop PT. Astra Otoparts Tbk. Divisi Nusametal. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan data dari kondisi aktual, studi literatur dan studi lapangan terkait mekanisme pneumatik dan special purpose machine, serta perbandingan dengan mesin

feeder yang sudah ada. Berdasarkan hasil kajian, dibuat konsep rancangan yang mempertimbangkan identifikasi masalah, perbandingan desain sebelumnya, dan pemilihan konsep terbaik, kemudian dilakukan analisis meliputi kebutuhan rancangan, kekuatan pneumatik, material, ergonomi, dan kemudahan perawatan.

Tahap akhir meliputi penyusunan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil analisis serta rekomendasi teknis bagi perusahaan. Metode pemecahan masalah dilakukan dengan mempelajari teori dari berbagai sumber literatur tentang *special purpose machine*, membuat desain 3D rangka mesin feeder circlip menggunakan *Solidworks*, menghitung besaran gaya yang bekerja pada rangka, serta menganalisis dampak rancangan terhadap produktivitas proses machining *part swing arm*.



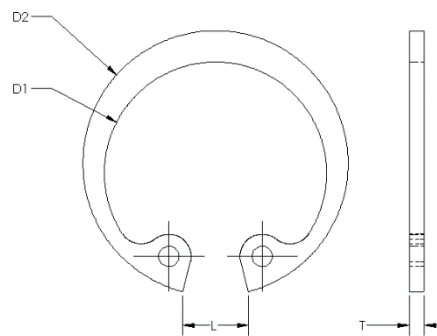
Gambar 3. Diagram Alir

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsep Desain

Identifikasi Kebutuhan Berdasarkan hasil dari observasi yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa poin kebutuhan yang dapat disimpulkan, yaitu : (a) (Diameter dari mesin feeder circlip harus menyesuaikan dengan dimensi dari circlip yang digunakan dalam proses produksi swing arm. (b) Memiliki desain yang simple agar memudahkan saat proses fabrikasinya. (c) Tidak Mempersulit Operator pada saat proses pengerjaan pemasangan circlip. (d) Menggunakan bahan material yang tersedia di workshop PT. Astra Otoparts Tbk. Divisi Nusametal.

Circlip



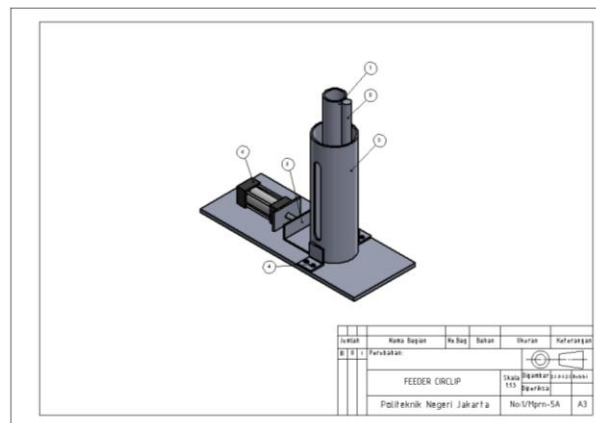
Gambar 4. Circlip

Dimensi Circlip :

- D1 = \varnothing 36 mm
- D2 = \varnothing 42 mm
- L = 11,5 mm
- T = 2 mm
- Massa = 5 gram

Konsep Rancangan

Konsep Pertama



Gambar 5. Konsep Rancangan 1

Tabel 1. Nama Bagian Konsep 1

No.	Nama Bagian	Jumlah
1	<i>As Cylinder</i>	1
2	<i>Support As</i>	1
3	<i>Cover As</i>	1
4	<i>Base Foot</i>	1
5	<i>Slider</i>	1
6	<i>Festo Compact Cylinder ADN 20-50</i>	1

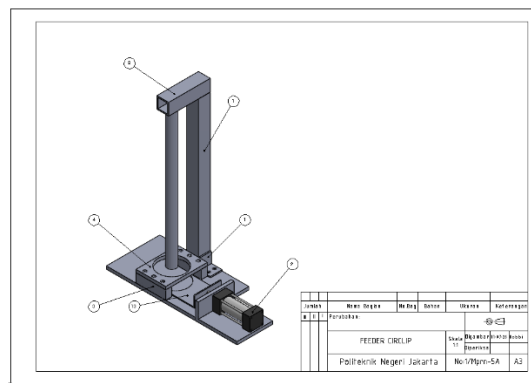
a. Kelebihan

- Mempunyai desain yang simple
- Memudahkan operator dalam pengisian
- Tidak memakan banyak ruang

b. Kekurangan

- Kurangnya mobilitas untuk dibongkar pasang tiap part nya
- Memiliki daya tampung yang sedikit

Konsep Kedua



Gambar 6. Konsep Rancangan 2

Tabel 2. Nama Bagian Konsep 2

No.	Nama Bagian	Jumlah
1	<i>Pole</i>	1
2	<i>As Cylinder</i>	1
3	<i>Base Foot</i>	1
4	<i>Upper Plate</i>	1
5	<i>Side Plate</i>	2
6	<i>Slider</i>	1
7	<i>Festo Compact Cylinder ADN 20-50</i>	1

a. Kelebihan

- Mobilitasnya yang tinggi dikarenakan dapat dibongkar pasang tanpa pengelasan
- Rangka yang lebih kokoh
- Dapat menampung lebih banyak innerparts

b. Kekurangan

- Mempunyai ukuran yang jauh lebih besar
- Sulit dalam pengisian ulang innerparts
- Membutuhkan lebih banyak bahan material yang digunakan
- Tidak cocok dipasang pada mesin/area kerja yang menimbulkan banyak getaran

Penentuan Konsep Rancangan

Berdasarkan kelebihan dan kekurangan yang disajikan diantara kedua desain yang ada, keduanya memiliki keunggulannya masing-masing. Konsep desain pertama dapat dipilih dikarenakan memudahkan operator dalam melakukan pengisian ulang, tidak memerlukan banyak ruang yang digunakan, dan juga menggunakan bahan material yang lebih sedikit dibandingkan dengan konsep kedua. Maka, Penulis memilih untuk melanjutkan penelitian dengan konsep desain pertama.

Perhitungan Rangka

As Cylinder

a) Diketahui

- Material ASTM A53
- $N = 100$
- $D1 = \varnothing 36 \text{ mm}$
- $D2 = \varnothing 42 \text{ mm}$
- $L = 11,5 \text{ mm}$
- $T = 2 \text{ mm}$

b) Menentukan Dimensi

$$P = N \times T = 100 \times 2 \text{ mm} = 200 \text{ mm}$$

Jadi, Panjang yang diperlukan untuk membuat as cylinder adalah minimal 200 **mm**, dan untuk besar diameternya harus lebih kecil daripada D1. Maka, dengan mempertimbangkan hasil pengukuran dan ketersediaan bahan material yang ada di *workshop*, besar untuk diameter dari *as cylinder* adalah **pipa berdiameter $\varnothing 25 \text{ mm}$ dengan tebal 2 mm.**

c) Menentukan Massa

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Menurut Khurmi (2005) untuk menentukan massa dari pipanya dapat menggunakan rumus dari densitas. Maka, volume dari pipa akan dicari terlebih dahulu

$$V = \left(\pi \times \frac{d_1^2}{4} \times t \right) - \left(\pi \times \frac{d_2^2}{4} \times t \right)$$

$$V = \left(\pi \times \frac{25,4^2}{4} \times 200 \right) - \left(\pi \times \frac{21,4^2}{4} \times 200 \right)$$

$$V = 29930,4 \text{ mm}^3 = 0.0000299304 \text{ m}^3$$

Apabila telah didapatkan besar dari volumenya, maka:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V = 7800 \text{ kg/m}^3 \times 0.0000299304 \text{ m}^3$$

$$m = 0.23345712 \text{ kg} \approx 0.23 \text{ kg}$$

$$W = m \times g = 0.23 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 2.25 \text{ N}$$

Support As

a) Diketahui

- Material ST37
- N = 100
- D1 = \varnothing 36 mm
- D2 = \varnothing 42 mm
- L = 11,5 mm
- T = 2 mm

b) Menentukan Dimensi

$$P = N \times T = 100 \times 2 \text{ mm} = 200 \text{ mm}$$

Jadi, Panjang yang diperlukan untuk membuat *Support As* adalah **minimal 200 mm**, dan untuk besar diameternya harus lebih kecil daripada L. Maka, dengan mempertimbangkan hasil pengukuran dan ketersediaan bahan material yang ada di *workshop* besar untuk diameter dari *Support As* adalah **baja ST37 berdiameter \varnothing 10 mm**.

c) Menentukan Massa

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Menurut Khurmi (2005) untuk menentukan massa dari baja ST37 dapat menggunakan rumus dari densitas. Maka, volume dari baja ST37 akan dicari terlebih dahulu

$$V = \pi \times \frac{d^2}{4} \times 200$$

$$V = \pi \times \frac{10^2}{4} \times 200$$

$$V = 15700 \text{ mm}^3 = 0.0000157 \text{ m}^3$$

Apabila telah didapatkan besar dari volumenya, maka:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V = 7850 \text{ kg/m}^3 \times 0.0000157 \text{ m}^3$$

$$m = 0.123245 \text{ kg} \approx 0.12 \text{ kg}$$

$$W = m \times g = 0.12 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 1.17 \text{ N}$$

Cover As

d) Diketahui

- Material ASTM A53
- N = 100
- D1 = \varnothing 36 mm
- D2 = \varnothing 42 mm
- L = 11,5 mm
- T = 2 mm

e) Menentukan Dimensi

$$P = N \times T = 100 \times 2 \text{ mm} = 200 \text{ mm}$$

Jadi, Panjang yang diperlukan untuk membuat Cover As adalah minimal 200 mm. Namun, demi kemudahan operator untuk melakukan pengisian ulang *circlip* ke *as cylinder* maka panjang Cover As dibuat menjadi **150 mm** dan untuk besar diameternya harus lebih kecil daripada L. Maka, dengan mempertimbangkan hasil pengukuran dan ketersediaan bahan material yang ada di *workshop*, besar untuk diameter dari Cover As adalah **pipa** berdiameter \varnothing 50 mm dengan tebal 2 mm.

f) Menentukan Massa

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Menurut Khurmi (2005) untuk menentukan massa dari pipanya dapat menggunakan rumus dari densitas. Maka, volume dari pipa akan dicari terlebih dahulu

$$V = \left(\pi \times \frac{d_1^2}{4} \times t \right) - \left(\pi \times \frac{d_2^2}{4} \times t \right)$$

$$V = \left(\pi \times \frac{50.8^2}{4} \times 150 \right) - \left(\pi \times \frac{46.8^2}{4} \times 150 \right)$$

$$V = 45969.6 \text{ mm}^3 = 0.0000459696 \text{ m}^3$$

Apabila telah didapatkan besar dari volumenya, maka:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho \times V = 7800 \text{ kg/m}^3 \times 0.0000459696 \text{ m}^3$$

$$m = 0.35856288 \text{ kg} \approx 0.36 \text{ kg}$$

$$W = m \times g = 0.36 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 3.53 \text{ N}$$

Perhitungan Pengelasan

Tegangan geser izin Pada *Base Foot*

Pengelasan pada *base foot* menggunakan metode pengelasan *double lap joint* yang berarti menurut Khurmi (2005) perhitungan tegangan geser izin pengelasan dapat dilakukan sebagai berikut:

$$P = 2 \times 0.707 \times s \times l \times \tau$$

$$7 \text{ N} = 2 \times 0.707 \times 3 \text{ mm} \times 18 \times \tau$$

$$\tau = 0.1 \text{ MPa}$$

Tegangan Tarik

Pengelasan pada *base foot* menggunakan metode pengelasan *double lap joint* yang berarti menurut Khurmi (2005) perhitungan tegangan tarik pengelasan dapat dilakukan sebagai berikut:

$$\sigma_t = \frac{0.345P}{s \cdot l}$$

$$\sigma_t = \frac{0.345 \times 7 \text{ N}}{0.03 \text{ m} \times 0.18 \text{ m}}$$

$$\sigma_t = 447.2 \text{ Pa}$$

Perhitungan Baut

Baut yang akan digunakan penulis adalah baut L dengan ukuran M6 x 1 dengan material yang digunakan yaitu *material grade 8.8*. Maka, untuk perhitungannya adalah:

- a) Jumlah baut (n) = 4
- b) Diameter Baut = 6 mm
- c) *Safety Factor* (sf) = 2

Kekuatan Tarik *Material Grade 8.8* (σ_{UTS}) = 880 N/mm²

Tabel 3. Tabel Ulir M6

Penamaan	Pitch mm	Diameter utama atau nominal mur dan baut ($d = D$) mm	Diameter efektif atau pitch mur dan baut (d_p) mm	Diameter minor atau inti (d_c) mm		Kedalaman ulir (baut) mm	Luas tegangan mm ²
				Baut	Mur		
M 6	1	6.000	5.350	4.773	4.918	0.613	20.1

Penulis tahu bahwa tegangan izin ($\bar{\sigma}$) dari baut L M6 Grade 8.8,

$$\bar{\sigma} = \frac{\sigma_{UTS}}{SF}$$

$$\bar{\sigma} = \frac{880 \text{ N/mm}^2}{2} = 440 \text{ N/mm}^2$$

Gaya tarik maskimal yang bisa diterima 10 baut L,

$$F_{max} = \frac{\pi}{4} \times (d_c)^2 \times \bar{\sigma} \times n$$

$$F_{max} = \frac{\pi}{4} \times (4.773 \text{ mm})^2 \times 440 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 4 = 31475 \text{ N}$$

$$m = \frac{F_{max}}{g} = \frac{31475}{9.81} = 3208.04 \text{ Kg} = 3.2 \text{ Ton}$$

Dengan menggunakan 4 baut L (M6), *punch plate* dapat menahan beban tarik maksimal sebesar 31475 N atau setara dengan menahan beban sebesar 3.2 Ton. Nilai ini telah memperhitungkan *Safety factor* sebesar 200% untuk memastikan keamanan struktur.

Analisa Hasil Rancangan

Before					After				
1	Ambil part swing arm after washing		1		1	Ambil part swing arm after washing		1	
2	Cek visual		5		2	Cek visual		5	
3	Pasang Circlip		15		3	Pasang Circlip		4	
4	Pasang Bearing		1		4	Pasang Bearing		1	
5	Loading unloading MC Assy 1 + Tekan tombol		2	5	5	Loading unloading MC Assy 1 + Tekan tombol		2	5
6	Cek visual		3		6	Cek visual		3	
a) Adanya bottleneck yang menyebabkan proses dari pengerjaan swing arm menjadi tidak optimal b) Area kerja pemansangan circlip berantakan dan ada beberapa circlip yang berjatuhan di lantai					c) Waktu pengerjaan circlip menjadi optimal dan tidak menjadi bottleneck proses d) Waktu target per satu proses tercapai dan meminimalisir adanya overtime e) Area kerja circlip tertata dan juga rapih tanpa adanya circlip yang berjatuhan				

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil rancangan dan juga Analisa terhadap dampak yang diberikan, maka dapat disimpulkan bahwa :

Rancangan mesin feeder circlip yang efisien untuk proses produksi part swing arm dan juga menggunakan bahan material yang tersedia di workshop adalah dengan dimensi rangka yang dapat menampung hingga 200 buah circlip yang mana menggunakan pipa yang tekah tersedia di workshop dan juga memakai silinder pneumatic dengan seri Festo Compact Cylinder ADN 20-50. Rangka dari mesin feeder circlip ini juga dapat menampung gaya maksimal hingga 31475 N atau setara dengan beban sebesar 3.2 Ton dengan menggunakan faktor keselamatan sebesar 200%

Dampak yang ditimbulkan dari mesin feeder circlip terhadap produktivitas dari proses produksi part swing arm di line machining adalah waktu pengerjaan circlip menjadi sangat optimal yang sebelumnya memerlukan waktu sebanyak 15 detik kini menjadi 4 detik saja, yang berarti akan mendapatkan target waktu per satu proses. Hal ini dapat meminimalisir danya cost yang berlebih pada saat overtime

Saran

Berdasarkan hasil dari penelitian yang dilakukan ada beberapa hal yang harus dipertimbangkan seperti kenyamanan dari operator, area dari pemasangan mesin feeder circlip, dan juga waktu pada saat penginstalasiannya. Rancangan dari mesin feeder circlip ini juga diharapkan dapat dimodifikasi atauoun penyesuaian untuk diterapkan pda line produksi yag lainnya.

DAFTAR REFERENSI

- ASTM International. (2023). ASTM A53/A53M - Standard specification for pipe, steel, black and hot-dipped, zinc-coated, welded and seamless. ASTM International. https://doi.org/10.1520/A0053_A0053M-20
- Badan Standardisasi Nasional. (2006). SNI 07-1709-2006: Baja karbon untuk aplikasi mesin - ST37. BSN.
- Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2014). Lean manufacturing: Literature review and research issues. *International Journal of Operations & Production Management*, 34(7), 876-940. Emerald. <https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2012-0315>
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). *Materials science and engineering: An introduction* (10th ed.). Wiley.

- DIN Deutsches Institut für Normung. (1980). DIN 17100: Structural steel grades. Beuth Verlag.
- Dowling, N. E. (2012). Mechanical behavior of materials (4th ed.). Prentice Hall.
- Fernando, S. (2005). Mechanisms and prevention of vibration loosening in bolted joints. Australian Journal of Mechanical Engineering, 2(2), 73-92. <https://doi.org/10.1080/14484846.2005.11464333>
- Jaquin, C., Rozak, A., & Purba, H. H. (2020). Case study in increasing overall equipment effectiveness on progressive press machine using plan-do-check-act cycle. International Journal of Engineering, 33(11), 2245-2251. <https://doi.org/10.5829/ije.2020.33.11b.01>
- Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2005). A textbook of machine design. Eurasia Publishing House.
- Palange, A., & Dhatrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. Materials Today: Proceedings, 46, 7299-7303. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.680>
- Perka Tata Steel, A., Singh, K. K., Verma, S., Khatri, P., & Abhishek. (2023). Effect of process parameters on weld bead shape and fatigue behavior of GMAW lap joint in JSH270 and JSH590 steel sheets. Materials Today: Proceedings, 80, 1947-1953. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.03.298>
- Shofa, M. J., Moeis, A. O., & Restiana, N. (2018). Effective production planning for purchased part under long lead time and uncertain demand: MRP vs demand-driven MRP. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 337(1), 012060. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/337/1/012060>
- Silalahi, E. B. (2021). Sambungan baut dan mur. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, 9(1), 12-18. <https://doi.org/10.24853/jtm.9.1.12-18>
- Singh, J., & Singh, H. (2020). Application of lean manufacturing in automotive manufacturing unit. International Journal of Lean Six Sigma, 11(3), 555-587. Emerald. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-04-2018-0045>
- Sutrisno, E. (2016). Manajemen sumber daya manusia. Kencana Prenadamedia Group.
- Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: A review. Engineering, 3(5), 616-630. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>