

ALAT BANTU PENGANGKAT MATERIAL OTOMATIS UNTUK MESIN TRUPUNCH**Jody Rizki Arifianto^{1*}, Mikhael Ryan Indra Hertomo², Rafael Talenta Adnan Pradana³,
Yohanes Agung Susilo Indrajaya⁴, Al. Novi Misgi PA⁵**^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknologi Manufaktur Politeknik ATMI Surakarta

Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: novi.misgi@atmi.ac.id

Abstrak

PT. ATMI SOLO merupakan salah satu industri yang bergerak di bidang manufaktur, serta memiliki beberapa cabang divisi seperti WF. Divisi WF bergerak dibidang fabrication yang salah satu unit produksinya adalah punch. Untuk meningkatkan tingkat efisiensi dari proses produksi terutama pada unit punch. Berdasarkan rencana tersebut, memerlukan alat bantu pengangkat material otomatis untuk proses pengambilan material dari tumpukan pelat menuju meja mesin. Perancangan Pembuatan Alat Bantu Pengangkat Material Otomatis untuk Mesin TruPunch dilakukan berdasarkan penelitian di unit kerja WF. Data tersebut meliputi urutan proses dan waktu yang dibutuhkan selama proses. Tujuan utama dari desain yang dibuat adalah untuk memenuhi kriteria sebagai alat bantu pengangkat sesuai dengan ketentuan. Hasil dari rancangan tugas akhir akan dibuat menjadi sebuah alat bantu pengangkatan material dengan kapasitas 1.5 ton yang mampu untuk meringankan kerja operator dan mempersingkat waktu proses loading material yaitu memangkas waktu ± 3 menit, dan hanya membutuhkan 1 operator. Alat ini memiliki dimensi panjang = 2810 mm, lebar 2810 mm, tinggi = 1885 mm.

Kata kunci: Fabrication , Unit, Punch, Efisiensi.

1. PENDAHULUAN

Proses *punch* di PT. ATMI menggunakan banyak mesin, salah satunya adalah mesin *TruPunch 1000*. Mesin *TruPunch 1000* merupakan mesin *punch* yang diproduksi oleh perusahaan *TRUMPF* yang berasal dari Jerman. Mesin *TruPunch* memiliki meja sebagai tempat material berupa pelat yang akan diproses *punch*. Dimensi maksimal pelat yang dapat dikerjakan di mesin *TruPunch 1000* adalah 1220 mm x 3000 mm x 4 mm. Pelat yang akan dikerjakan ditumpuk di sebelah kiri mesin untuk mempermudah pemindahan lembaran pelat ke atas meja mesin.

Proses pemindahan pelat hingga berada di tumpukan di sebelah mesin lalu pindah ke atas meja mesin menggunakan alat bantu. Pelat memiliki bentuk awal berupa gulungan yang kemudian dipotong di mesin potong. Pemotongan material disesuaikan dengan kebutuhan dengan ukuran maksimal 1220 mm x 3000 mm x 4 mm. Untuk memindahkan material setelah dipotong ke tumpukan di sebelah mesin menggunakan bantuan forklift. Sedangkan untuk memindahkan material dari tumpukan material ke atas meja mesin menggunakan tenaga manusia dan alat bantu pengungkit untuk mempermudah memindahkan pelat dari tumpukan ke atas meja mesin.

Alat bantu yang digunakan kurang efisien dalam pemindahan material dari bagian potong ke tumpukan mesin dan kurang efektif dalam teknik mengangkat material ke meja mesin. Hal tersebut dikarenakan dalam proses pemindahan material masih menggunakan pengungkit untuk memudahkan pengambilan material dan membutuhkan 2 orang operator untuk memindahkan material, serta alat bantu lain berupa forklift untuk memindahkan material dari mesin potong ke mesin *punch*.

Oleh karena itu, dibuatlah alat bantu yang dapat berfungsi untuk memindahkan material dari bagian potong ke tumpukan material sekaligus dapat memindahkan material dari tumpukan ke atas meja mesin. Alat bantu yang akan dibuat dapat berpindah dari bagian potong ke bagian bending dengan bantuan motor untuk menggerakkan roda. Saat di bagian bending alat akan dapat bergerak naik turun menyesuaikan tinggi meja mesin. Setelah tinggi

meja alat bantu sesuai, akan ada mekanisme untuk mengangkat pelat kemudian dipindahkan sedikit untuk mempermudah operator dalam memindahkan material ke meja mesin.

2. METODOLOGI

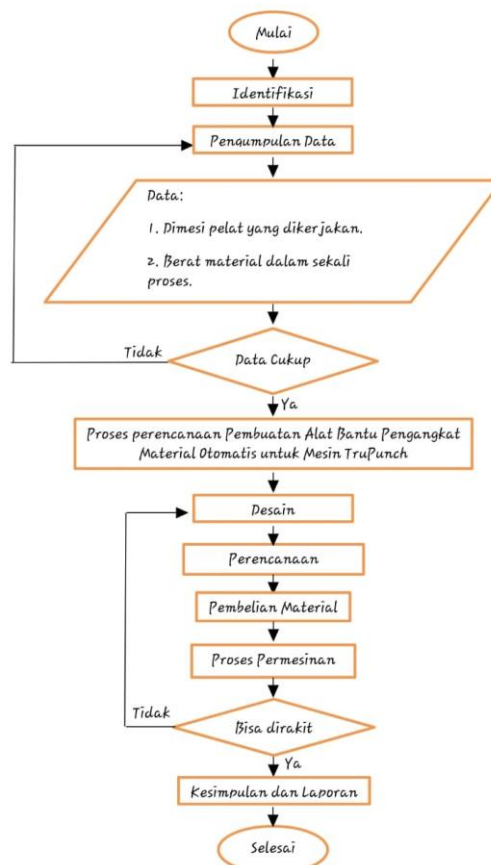
Proses perancangan ini memerlukan beberapa bahan dan peralatan sebagai perlengkapan dalam proses perancangan serta beberapa metode pengumpulan data dan perumusan masalah.

2.1. Metode Perancangan

Metode yang dipergunakan dalam perancangan alat bantu ini jika dilihat dari jenis data dan analisisnya adalah kombinasi metode penelitian kuantitatif yang didahului dengan metode penelitian kualitatif. Alur pengerjaan mempertimbangkan unsur-unsur penelitian yang dibahas secara kualitatif untuk kemudian diubah menjadi kuantitatif dengan melibatkan scoring pada morfologi desain. Apabila dilihat dari tujuannya, maka akan meningkatkan efisiensi produksi pada unit kerja punch di PT. ATMI SOLO, meningkatkan efisiensi proses pemindahan material dari palet ke mesin, dan meningkatkan kesehatan kerja operator mesin TruPunch saat memindahkan material ke meja mesin.

2.2. Proses Penelitian

Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* di gambar 1.



Gambar 1 *Flowchart* Proses Perancangan

2.2.1. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan beberapa metode sebagai berikut,

1. Studi Lapangan

Penulis melakukan observasi terkait alat bantu untuk memperoleh data sebagai tolok ukur perancangan Tugas Akhir penulis.

2. Wawancara

Merupakan metode untuk mendapatkan data dengan cara melakukan wawancara dengan pihak –pihak yang dianggap berkompeten dengan bidang yang dibicarakan.

3. Analisis

Penulis memperoleh data yang dibutuhkan dalam perancangan berdasarkan analisis perhitungan teoritis yang dilakukan

4. Studi Pustaka

Penulis melakukan studi pustaka untuk memperoleh data mengenai penelitian yang pernah dilakukan untuk mendapatkan data yang diperlukan untuk melakukan perancangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan konsep Alat bantu pengangkat material otomatis untuk mesin *TruPunch* dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu pembuatan desain morfologi, deskripsi konsep, kriteria pembobotan, kriteria penilaian, dan penilaian ketiga buah konsep untuk mendapatkan sebuah konsep pemenang yang sesuai dengan kebutuhan industri sheetmetal.

3.1. Pembuatan desain morfologi

Pembuatan desain morfologi dilakukan untuk mencari alternatif rancangan alat bantu pengangkat material otomatis untuk mesin *TruPunch*. Desain morfologi alat bantu pengangkat material otomatis untuk mesin *TruPunch* meliputi jenis motor pada masing-masing unit, material rangka pada masing-masing unit, transmisi penggerak pada masing-masing unit. Desain morfologi dapat di jelaskan dengan tabel 1, berikut ini:

Tabel 1. Morfologi Desain

No	Sub Fungsi	Variasi A	Variasi B	Variasi C	Variasi D
1	Sumber Daya	Listrik 1 Phase	Listrik 3 Phase	<i>Accumulator</i>	Generator
2	Sistem Penggerak	Roda depan, kemudi belakang	Roda belakang, kemudi depan	Roda depan, kemudi belakang	<i>All Wheel Drive</i>
3	Transmisi Penggerak	Transmisi <i>Pulley</i>	Transmisi Roda gigi	Transmisi <i>Sprocket</i>	Transmisi Gardan
4	Sistem Pembawa	<i>Ball Bearing</i>	<i>Rail</i>	<i>Conveyor</i>	<i>Shaft</i>
5	Transmisi Pembawa	Transmisi <i>Pulley</i>	Transmisi Roda gigi	Transmisi <i>Sprocket</i>	Transmisi <i>Pulley</i>
6	Sistem Pengangkat	<i>Magnet</i>	Ulir Daya	Vakum	<i>Cam Shaft</i>
7	Struktur Pengangkat	<i>Cylinder Pneumatic</i>	<i>Pantograph</i>	<i>Hoist Crane</i>	<i>Timing Gear</i>
8	Penggerak Pengangkat	Sistem <i>Pneumatic</i>	Motor Listrik	Motor Sling	Motor Listrik
9	Rangka utama	Besi Profil	Besi Block	Besi <i>Hollow</i>	Besi Pipa

3.2 Deskripsi Konsep

Varian 1 : Pada varian 1 menggunakan sumber daya listrik dari listrik 1 phase. Sistem penggerak menggunakan penggerak roda depan dengan kemudi belakang. Transmisi dari penggerak menggunakan sabuk dan puli. Sistem pembawa menggunakan ball bearing. Transmisi pembawa menggunakan transmisi pulley. Sistem pengangkat menggunakan magnet. Struktur pengangkat menggunakan *cylinder pneumatic*. Penggerak pengangkat menggunakan system *pneumatic* Rangka utama menggunakan besi profil.

Varian 2 : Pada varian 2 menggunakan sumber daya listrik dari listrik 3 phase. Sistem penggerak menggunakan penggerak roda belakang dengan kemudi depan. Transmisi dari penggerak menggunakan roda gigi. Sistem pembawa menggunakan rail. Transmisi pembawa menggunakan roda gigi. Sistem pengangkat menggunakan ulir daya. Struktur pengangkat menggunakan pantograf. Rangka utama menggunakan besi blok.

Varian 3 : Pada varian 3 menggunakan sumber daya listrik dari *Accumulator*. Sistem penggerak menggunakan penggerak roda depan dengan kemudi belakang. Transmisi dari penggerak menggunakan *sprocket* dan *gearbox*. Sistem pembawa menggunakan conveyor. Transmisi pembawa menggunakan *sprocket*. Sistem pengangkat menggunakan vacuum.

Struktur pengangkat menggunakan hoist crane. Penggerak pengangkat menggunakan motor sling Rangka utama menggunakan *hollow bar*

Varian 4 : Pada varian 4 menggunakan sumber daya listrik dari Generator. Sistem penggerak menggunakan *all wheel drive*. Transmisi dari penggerak menggunakan gardan. Sistem pembawa menggunakan *shaft*. Transmisi pembawa menggunakan pulley. Sistem pengangkat menggunakan *camshaft*. Struktur pengangkat menggunakan *timing gear*. Penggerak pengangkat menggunakan motor sling Rangka utama menggunakan besi pipa.

3.3. Perhitungan

3.3.1 Perhitungan Motor pada Trolley

Perhitungan ini dihitung berdasarkan beban yang di teruskan oleh motor yang dapat menghasilkan gaya yang harus diteruskan dengan beban total 3 ton Berikut hasil pengukuran yang harus diteruskan oleh motor.

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Vlinier} &= 1,8 \\ &= 30 \end{aligned}$$

Rasio Transmisi : 1:4:1:4

$$\begin{aligned} m &= 1500 \text{ Kg} \\ g &= 9,8 \text{ m/s} \\ \eta &= 0,2 \\ F &= m \times g \times \eta \\ &= \mathbf{2940 \text{ N}} \end{aligned}$$

Dari data yang telah di ketahui, maka keliling roda dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} D &= 0,2 \text{ m} \\ \text{Kroda} &= \pi \times D \text{ m} \\ &= \mathbf{0,628571429 \text{ m}} \end{aligned}$$

Maka keliling roda **0,63 m**

Dari hasil perhitungan keliling roda, maka putaran roda dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} n &= \text{Vlinier} / \text{Kroda} \\ &= \mathbf{47,72727273 \text{ Rpm}} \end{aligned}$$

Maka putaran roda **47,73 rpm**

Berdasarkan data yang di ketahui, maka torsi yang di dihasilkan dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} r &= 0,1 \text{ m} \\ F &= 2940 \text{ N} \\ \text{TL} &= r \times F \\ &= \mathbf{294 \text{ Nm}} \end{aligned}$$

Maka torsi yang dihasilkan **294 Nm**

Dari hasil perhitungan torsi yang di dihasilkan, maka daya motor yang di dihasilkan dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Daya Motor} &= (\text{TL} \times n) / 5252 \text{ HP} \\ &= \mathbf{2,66 \text{ HP}} \end{aligned}$$

Maka daya motor yang diperlukan minimal **2,66 HP**

3.3.2 Perhitungan pada Poros Roda Trolley

Perhitungan ini dihitung berdasarkan beban yang dimiliki oleh produk yang dapat menghasilkan gaya yang harus ditumpu oleh poros pada roda *trolley* dengan beban total 3 ton.

Berikut hasil pengukuran yang akan diterima oleh poros pada roda *trolley*.

Data Poros :

$$F2 = 19,1394 \text{ N} \qquad F6 = 3750 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
 F7 &= 3750 \text{ N} & L &= 1460 \text{ Mm} \\
 l1 &= 218,63 \text{ Mm} & n &= 47 \text{ Rpm} \\
 l2 &= 85 \text{ Mm} & p &= 3,6785 \\
 l3 &= 975 \text{ Mm} & d &= 95,6 \text{ mm} \\
 L0 &= 1260 \text{ Mm}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan data yang ada, maka momen puntir yang terjadi dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 M_t &= 9550 \times p/n \\
 &= 747,4398936 \text{ Nm} \\
 &= \mathbf{747439,894 \text{ Nmm}}
 \end{aligned}$$

Maka momen puntir diperoleh **747439,89 Nmm**

Berdasarkan perhitungan momen puntir, maka tegangan puntir dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \tau_t &= M_t / (0,2 \times d^3) \\
 &= \mathbf{4,274645068 \text{ N}}
 \end{aligned}$$

Maka tegangan puntir diperoleh **4,28 N**

Berdasarkan data yang ada, maka tegangan puntir yang terjadi dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 F_b &= (F_2 \times l_1 + F_6 \times l_2 + F_7 \times l_3) / L_0 \\
 &= \mathbf{3158,082894 \text{ N}}
 \end{aligned}$$

Maka gaya di b diperoleh **3158,08 N**

Berdasarkan perhitungan gaya yang terjadi di b, maka gaya di a dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 F_a &= F - F_b \\
 &= \mathbf{4361,056506 \text{ N}}
 \end{aligned}$$

Maka gaya di a diperoleh **4361,06 N**

Berdasarkan perhitungan gaya yang terjadi di a, maka momen bengkok dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 M_B &= F_a \times L \\
 &= 4252030,093 \text{ Nmm} \\
 &= \mathbf{4252,030093 \text{ Nm}}
 \end{aligned}$$

Maka momen bengkok diperoleh **4252,03 Nm**

Berdasarkan perhitungan momen bengkok yang terjadi, maka momen virtual dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 M_v &= \sqrt{(M_B^2 + 0,75((\alpha \times M_t)^2))} \\
 &= 4300,99 \text{ Nm} \\
 &= \mathbf{4300990 \text{ Nmm}}
 \end{aligned}$$

Maka momen virtual diperoleh **4300990 Nmm**

Berdasarkan data yang ada, maka tegangan ijin yang terjadi dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \tau_{ijin} &= \tau_D \times b_1 \times b_2 / \beta_k \times v \\
 &= 1250 \times 0,9 \times 0,81 / 1,5 \times 2 \\
 &= \mathbf{303,75 \text{ N/mm}^2}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan momen virtual yang terjadi, maka diameter factual dari roda dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 d &= \sqrt[3]{(M_v / \sigma_B \text{ ijin})} \\
 &= \mathbf{24,19 \text{ Mm}}
 \end{aligned}$$

Maka diperoleh diameter faktual **24,19 mm**

3.3.3 Perhitungan Pada Konstruksi Frame Bawah Trolley

Perhitungan ini dihitung berdasarkan beban yang diterima oleh *trolley* yang dapat menghasilkan gaya yang harus ditumpu oleh frame bawah dengan beban total 3 ton.

Berikut hasil pengukuran yang akan diterima oleh Frame bawah.

material = MS

L = 2440 mm	Tb = 340 N/mm ²
F = 17000 N	B1 = 0,94
Lb = La = 1220 mm	B2 = 0,8
$\sigma_{0.2} = 240$ N/mm ²	b = 40 Mm
$\nu = 1,5$	h = 80 Mm
$\Sigma_{ijin} = 160$ N/m ²	b' = 34,4 Mm
	h' = 74,4 Mm
	L = 40 Mm

Berdasarkan data yang ada, maka gaya reaksi di b dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$\Sigma M = 0$$

$$(F \times L) - (R_b \times L_b - F) = 0$$

$$R_b = 34000 \text{ N}$$

Maka diperoleh gaya reaksi di b **34000 N**

Berdasarkan perhitungan gaya reaksi di b, maka gaya reaksi di a dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$\Sigma F = 0$$

$$R_a + R_b = F$$

$$R_a = 17000 \text{ N}$$

Maka diperoleh gaya reaksi di a **17000 N**

Berdasarkan data yang ada, maka momen bengkok yang terjadi dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$M_b = F \times L_b$$

$$= 20740000 \text{ Nmm}$$

Maka momen bengkok **20740000 Nmm**

Berdasarkan data yang ada, maka momen inersia dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$I = \frac{bh^3}{12} - \frac{b'h'^3}{12}$$

$$= 4208680,684 \text{ mm}^4$$

Maka diperoleh inersia **4308680,684 mm⁴**

Berdasarkan perhitungan momen inersia, maka momen tahanan dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$W_b = I / L$$

$$= 105217,0171 \text{ mm}^3$$

Maka diperoleh momen tahanan **105217,02 mm³**

Berdasarkan perhitungan momen tahanan, maka tegangan bengkok dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$\sigma_b = M_b / W_b$$

$$= 197,1164035 \text{ N/mm}^2$$

Maka diperoleh tegangan bengkok **197,12 N/mm²**

Berdasarkan data yang ada, maka tegangan ijin bengkok yang terjadi dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$\tau_{ijinb} = \tau_b / 1.5$$

$$= 226,6666667 \text{ N/mm}^2$$

Maka diperoleh tegangan ijin bengkok **226,67 M/mm²**

3.3.4 Perhitungan Pada Sambungan

Perhitungan ini dihitung berdasarkan beban yang diterima oleh konstruksi yang dapat menghasilkan gaya yang harus ditumpu oleh sambungan las dan baut dengan beban total 3 ton.

Berikut hasil pengukuran yang akan diterima oleh sambungan baut dan las.

3.3.4.1 Sambungan Baut

Diketahui :

$$F = 14700 \text{ N}$$

$$T_b = 340 \text{ N/mm}^2$$

Berdasarkan data yang ada, maka luas penampang yang di butuhkan dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$A = \frac{F}{\sigma_t}$$

$$= 43,235 \text{ mm}^2$$

Maka diperoleh luas penampang **43,24 mm²**

Berdasarkan perhitungan luas penampang yang di butuhkan, maka diameter baut dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$D = \sqrt{(A/(1/4 \times \pi))}$$

$$= 7,421 \text{ mm}$$

Maka diperoleh diameter baut minimal **7,42 mm**

3.3.4.2 Sambungan Las

Diketahui :

$$F = 2000 \text{ Kg}$$

$$t_{\text{hollow}} = 2,8 \text{ mm}$$

$$L_{\text{hollow}} = 2440 \text{ Mm}$$

$$= 0,28 \text{ cm}$$

$$= 244 \text{ Cm}$$

$$A = 4 \text{ mm}$$

$$L_b = 1220 \text{ Mm}$$

$$= 0,4 \text{ cm}$$

$$= 122 \text{ Cm}$$

$$L_{\text{las}} = 40 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{ijin las}} = 1400 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 4 \text{ cm}$$

$$T_{\text{ijin las}} = 840 \text{ kg/cm}^2$$

Berdasarkan data yang ada, maka panjang las neto yang dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$L_{\text{las}} = L_{\text{las}} \times 3 \times a$$

$$= 2,8 \text{ cm}$$

Maka diperoleh panjang las neto **2,8 cm**

Berdasarkan data yang ada, maka momen bengkok yang terjadi dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$M = F \times L_b$$

$$= 244000 \text{ kgcm}$$

Maka diperoleh momen bengkok **244000 kgcm**

Berdasarkan perhitungan momen bengkok yang terjadi, maka tegangan bengkok yang terjadi dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$\Sigma = M / (1/6 \times a \times L_{\text{las}})$$

$$= 228,75 \text{ kgcm}^2$$

Maka tegangan bengkok yang terjadi **228,75 kgcm²**

Berdasarkan data yang ada, maka jarak tegangan geser yang terjadi dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$S = (1/2 \times L_{\text{hollow}} \times a) \times (1/4 \times L_{\text{hollow}})$$

$$= 2976,8 \text{ cm}^3$$

Maka jarak tegangan geser **2976,8 cm³**

Berdasarkan data yang ada, maka momen inersia dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$I = 1/12 \times a \times L_{\text{hollow}}^3$$

$$= \mathbf{484226,133 \text{ cm}^4}$$

Maka momen inersia **484226,133 cm⁴**

Berdasarkan perhitungan momen inersia, maka tegangan geser yang terjadi dapat di hitung, dengan rumus sebagai berikut :

$$T = (F \times S) / (a \times l)$$

$$= \mathbf{30,7377049 \text{ kgcm}^2}$$

Maka tegangan geser yang terjadi **30,74 kgcm²**

4. KESIMPULAN

Tugas akhir dari Perancangan Alat Bantu Pengangkat Material Otomatis untuk Mesin *TruPunch* sudah sesuai dengan gambar kerja dan di nyatakan berhasil serta dapat berfungsi dengan baik, dari keseluruhan proses perancangan dan pengujian dapat di simpulkan, sebagai berikut:

1. Alat bantu *automatic lifter* akan meningkatkan efisiensi produksi karena membantu untuk memindahkan material dari mesin pemotong ke meja kerja mesin *punch* tanpa memerlukan tambahan alat bantu *forklift*.
2. Alat bantu *automatic lifter* dapat memangkas kebutuhan tenaga pekerja, karena pemindahan pelat dari tumpukan pelat ke meja kerja mesin *punch* dapat berjalan secara otomatis sehingga hanya memerlukan satu operator.

Tugas akhir telah terwujud tetapi masih membutuhkan beberapa penyempurnaan dan pengembangan seperti disebutkan di bagian pengembangan agar Perancangan Alat Bantu Pengangkat Material Otomatis untuk Mesin *TruPunch* ini dapat digunakan secara optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Dermawan, A D, dkk. 2018. Perancangan Mekanisme Angkat Boatlift Crane yang Sinkron dengan Kapasitas Swl 15 Ton pada PT. F1 Perkasa. Surabaya. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya 60111.
- Hartomo, M, dkk. 2017. Rancangan Sistem Pengendalian Otomatis Konveyor Buah (Fruit Shredder Feeding). Malang. Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro Universitas Brawijaya. Malang.
- Leki, Aloysius. Betan, Agustinus Deka. 2019. Rancang Bangun Alat Pelubang Plat Bentuk Slotting dengan Memanfaatkan Mesin Pres Hidrolik. Kupang. Teknik Mesin Politeknik Negeri Kupang.
- Purwaningsih, Ratna. Santosa, Haryo. 2004. Perancangan Hand Truck yang Ergonomis untuk Perbaikan Sistem Kerja pada Bagian Penimbangan Kapas. Semarang. Program Studi Teknik Industri UNDIP.
- Rehan, R. Alat Bantu Angkat. Diakses dari <https://id.scribd.com> (<https://www.trumpf.com>)
- Kho, B. (2018). Pengertian Material Handling (Penanganan Bahan) dan 20 Prinsip Material Handling. 15 Juli 2018, dari <https://ilmumanajemenindustri.com/pengertian-material-handling-penanganan-bahan-20-prinsip-material-handling/>
- Pengertian K3. Romadecade. Diakses dari <https://www.romadecade.org/pengertian-k3/>
- Dadang Triawan. 2016. Perencanaan Ulang Mesin Punch Di PT. Ometaco Aya Samanta Surabaya. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember