

RANCANG BANGUN SISTEM MEKANIK MESIN *PRESS* SEPATU MENGUNAKAN *HYDRAULIC JACK ELCTRIC*

Moch.Erwin Syahroni

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: moch.erwinsyahroni@mhs.unesa.ac.id

Agung Prijo Budijono, S.T., M.T.

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: agungpbudijono@unesa.ac.id

Abstrak

Perkembangan industri rumahan dibidang pembuatan sepatu sangat pesat. Untuk memenuhi kebutuhan produksi harus didukung kecepatan waktu produksi yang memadai. Rata-rata produsen sepatu masih menggunakan cara manual sehingga hasil produksi menjadi kurang efektif dan efisien. Dengan permasalahan yang tertulis diatas kami tertarik untuk membuat mesin *press* sepatu menggunakan *Hydraulic Jack Electric* dalam tugas akhir (TA) ini. Tujuan membuat alat ini untuk menghasilkan mesin *press* sepatu semi otomatis dengan sistem penggerak *Hydraulic Jack Electric* sehingga diharapkan dapat menghasilkan kualitas sepatu yang baik dan meningkatkan hasil produksi sepatu. Tahapan dari pembuatan mesin *press* sepatu ini terdiri dari perancangan ide, pengumpulan data, gambar desain, perhitungan yang Antara lain adalah gaya tekan hydraulic jack electric, perhitungan daya motor, torsi, biaya produksi, dan waktu pengoperasian. Dan langkah terakhir dalam menguji fungsi alat dan menyimpulkan hasil dari alat tersebut. Dari hasil perancangan dan pembuatan mesin *press* sepatu menggunakan *Hydraulic Jack* maka didapatkan spesifikasi mesin dengan menggunakan motor DC 24Volt. *Hydraulic Jack* 2 Ton. Beban maksimal 143 Kg. Kecepatan motor mencapai 60-70 rpm. Unit *press* menggunakan bahan busa hati dengan tebal 3 cm lebar 37.5 cm dan panjang 33.5 cm. Daya pemakaian listrik sebesar 0,695 Kwh. Gaya tekan sebesar 56 N. Daya yang dibutuhkan 86.88 watt. Torsi 11.86 N.m. Dimensi mesin 48x40x60 dan waktu pengoperasian selama 3 menit.

Kata kunci : rancang bangun, Mesin *Press* sepatu, *Hydraulic Jack Electric*

Abstract

The development of community activities units or UKM of shoe-making is growing rapidly. To fulfill the needs, production must be supported with sufficient speed of production time. Average of shoe manufacturers still use manual way so that the production becomes less effective and efficient. With the issues written above we are interested to make a shoe press machine using a Hydraulic Jack Electric in this final project. The purpose of making this tool is to produce semi-automatic shoe press machine with Hydraulic Jack Electric drive system so it is expected to produce good quality shoes and improve shoe procurement results. The steps of making this shoe press machine consist of design ides, data collection, design drawing, calculation which among others is the Hydraulic Jack Electric press force, motor power calculation, torque, cost of production, and operating time. And the final step in testing tool functions and summing up the tool's results. From the result of designing and making shoe press machine using Hydraulic Jack then got engine specification 24Volt by using DC motor. 2 Ton of Hydraulic Jack. Maximum load is 143 Kilograms. Motor speed reaches 60-70 rpm. Press unit using foam material with thickness is 3 centimeters width is 37.5 centimeters and length is 33.5 centimeters. Power consumption is 0.695 Kwh. Compressive power is 56 Newtons. The required power is 86.88 watts. Torque 11.86 N.m. 48x40x60 engine dimensions and operating time is 3 minutes.

Keywords: Design Build, Shoe Press Machine, Hydraulic Jack

PENDAHULUAN

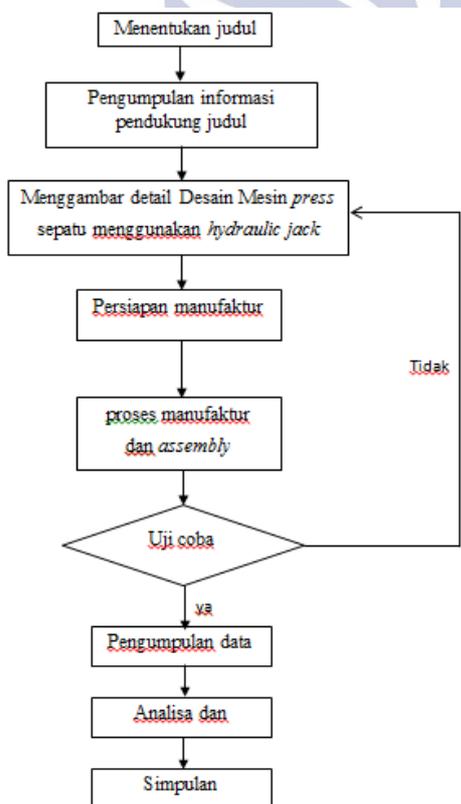
Dewasa ini perkembangan industri rumah tangga (*Home Industry*) sangatlah pesat. hal ini berimbas pada banyaknya penyerapan tenaga kerja sehingga angka

pengangguran dapat berkurang. Namun dalam perkembangannya, industri rumah tangga masih banyak mengalami kendala seperti keterbatasan bahan baku, modal, teknologi, management dan persaingan pasar.

Salah satunya adalah industri pembuatan sepatu. Industri dibidang sepatu sangat potensial, namun dalam proses pengerjaannya, industri sepatu masih menggunakan cara manual dan tradisional. Untuk merekatkan kulit dengan sol sepatu masih menggunakan cara dipukul-pukul sehingga menyebabkan pengeleman menjadi tidak rata dan kurang kuat. Selain itu pengeleman menggunakan cara tradisional akan memakan waktu yang cukup lama dan membutuhkan tenaga dan keterampilan khusus. Kondisi ini mengakibatkan jumlah hasil produksi tidak maksimal. Sedangkan untuk skala UKM jika menggunakan mesin *press import*, harga dari mesin tersebut sangat mahal dan membutuhkan biaya listrik yang cukup mahal karena mesin import menggunakan motor 1 PK sehingga menjadi kendala tersendiri bagi UKM produsen sepatu. Dari permasalahan tersebut maka kami membuat dan merancang bangun “Mesin Press Sepatu Menggunakan Hydraulic Jack Electric” dengan membuat dan mendesain mesin press sepatu yang sederhana diharapkan dapat menjadi solusi dari permasalahan yang dialami UKM produsen sepatu .

METODE

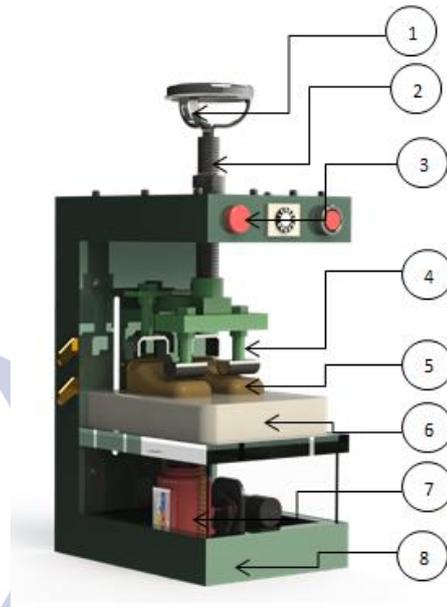
Rancangan Penelitian



Gambar 1. Perancangan Penelitian

Desain Mesin Press Sepatu

Setelah diketahui alur metode rancang bangun, maka desain konsep akan digambar menggunakan *Software Inventor 2014* dan *Solidwork*. Berikut ini merupakan desain konsep mesin press sepatu yang telah dibuat



Gambar 2. Desain Mesin Press Sepatu Menggunakan Hydraulic Jack Electric

1. Roda pemutar.
2. Poros penahan.
3. Sistem control.
4. Unit Double press
5. Sepatu.
6. Unit press dan alas
7. Hydraulic jack electric.
8. Rangka.

Penjelasan Fungsi Komponen Mesin Press Sepatu

- Roda pemutar berfungsi untuk mengatur naik turunnya poros penahan.
- Poros penahan berfungsi sebagai penghubung Antara roda pemutar, rangka dan Double Press.
- Sistem control berfungsi untuk mengatur on/off, emergency dan Timer mesin.
- Unit Double Press berfungsi untuk menahan saat press sepatu dioperasikan.
- Sepatu sebagai objek pengepressan
- Unit press dan alas berfungsi sebagai sistem mekanik dan alas pada saat press sepatu dioperasikan.
- Hydraulic jack electric berfungsi sebagai penggerak unit press.
- Rangka berfungsi sebagai penopang seluruh bagian komponen mesin press sepatu.

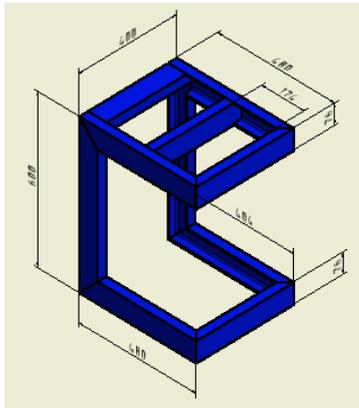
Prosedur Perancangan

Adapun prosedur perancangan mesin press sepatu menggunakan *Hydraulic Jack Electric* adalah sebagai

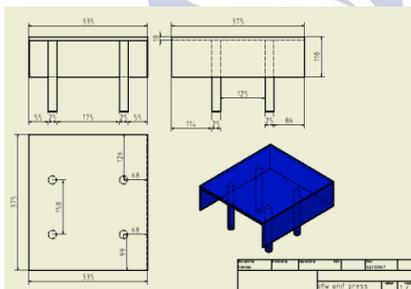
berikut:

- Pembuatan desain rangka
 Dalam pembuatan desain mesin *press* sepatu menggunakan *Hydraulic Jack software Autodesk Inventor Professional 2014* sebagai penunjang pembuatan gambar atau desain-nya.
- Perhitungan perencanaan motor, perencanaan torsi *Hydraulic Jack*, gaya tekan unti *press* dan volume rangka.

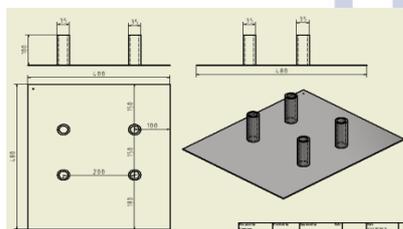
Desain Komponen Mesin Press Sepatu



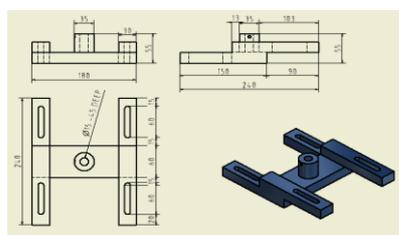
Gambar 3. Desain Rangka



Gambar 4. Desain Unit Press



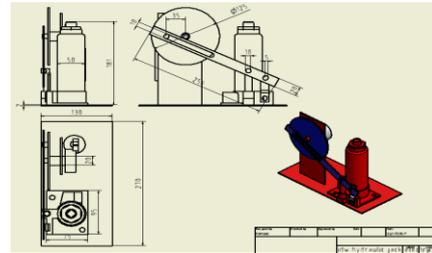
Gambar 5. Desain Penahan Unit Press



Gambar 6. Desain Double Press

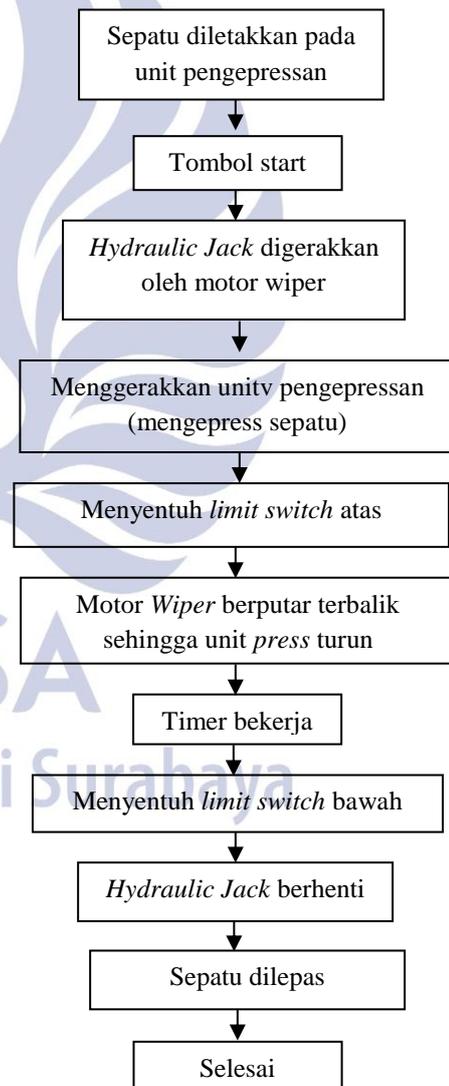
Desain *Hydraulic Jack Electric*

Hydraulic jack electric ini menggunakan motor Dc 24 volt dan dongkral 2 ton sehingga dirasa mampu untuk mengangkat beban sebesar 150 kg dan tekanan sebesar 58,8 N.



Gambar 7. Desain *Hydraulic Jack Electric*

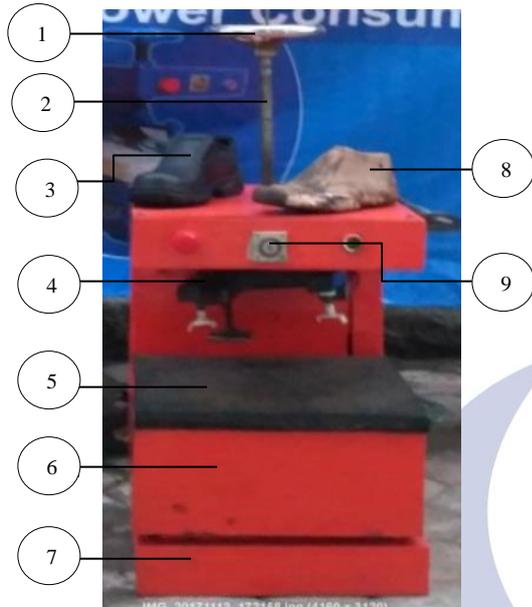
Cara Kerja mekanisme Mesin Press Sepatu Menggunakan *Hydraulic Jack Electric*



Gambar 8. Cara Kerja Mekanisme Mesin Press Sepatu Menggunakan *Hydraulic Jack Electric*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasi Rancang Bangun Mesin Press Sepatu Menggunakan Hydraulic Jack Electric



Gambar.9. Mesin Press Sepatu



Gambar 10. Penempatan Hydraulic Jack Electric

Keterangan gambar :

1. Roda pemutar.
2. Poros penahan.
3. Sepatu.
4. Unit Double press
5. alas
6. Unit press
7. Rangka.
8. Cetakan sepatu.
9. Sistem control.
10. Alas Unit Press
11. Hydraulic Jack Electric

Spesifikasi Mesin Press Sepatu

- Rangka
 - Panjang : 48 cm
 - Lebar : 40 cm
 - Tinggi : 60 cm
 - Bahan : besi kanal c 100x50x20x2.3

- Plat penutup
 - Tebal : 2 mm
- Unit Press
 - Panjang : 33.5 cm
 - Tinggi : 10 cm
 - Lebar : 37.5 cm
 - Diameter poros : 25 mm
 - Bahan : busa hatib tebal 3 cm
- Double Press
 - Lebar : 18 cm
 - Tebal : 2 cm
 - Panjang : 24 cm
 - Tipe : pengepress ganda
- Hydraulic Jack Electric
 - Hydraulic Jack : 2 Ton
 - Motor Wiper : 24 Volt,
 - Diameter poros engkol : 12.5 cm
 - Panjang tuas penghubung : 25 cm
 - Lebar alas : 13 cm
 - Panjang alas : 27 cm
- Dimensi Spon Eva / busa hati
 - Panjang : 33.5 cm
 - Lebar : 37.5 cm
 - Tebal : 3 cm

Tabel 1. Spesifikasi Mesin Press Sepatu

No.	Uraian	Keterangan
1.	Dimensi	(48x40x60)
2.	Kapasitas	1 Pasang/3menit
3.	Penggerak Utama	Motor Wiper 80 Watt 24 volt
4.	Daya	86.88 Watt
5.	Sistem Pengepressan	Dongkrak Hydraulic
6.	Kekuatan Pengepressan	143Kg

Perhitungan Dan Pengambilan Data

Cara menguji dan mengambil data uji beban dan uji arus pada mesin.

- Siapkan peralatan (timbangan *digital*, stopwatch, lembaran plat 2 mm untuk alas timbangan, sepatu, cetakan sepatu dan mesin *press*)
- Letakkan plat diatas *unit press*, kemudian letakkan timbangan digital diatas plat.
- Letakkan sepatu diatas timbangan lalu setting dengan double press.
- Letakkan tang ampere pada kabel positif motor wiper
- Setting tang *ampere* (40 A)
- Setelah selesai setting, siapkan stopwatch.
- Kemudian tekan tombol on dan setelah pada beban

tertinggi, maka data akan muncul ditimbangan dan tang ampere , lalu tulis data (waktu, beban yang diangkat dan arus yang keluar).

- Selesai.



Gambar 11. Uji Beban Menggunakan Timbangan Digital



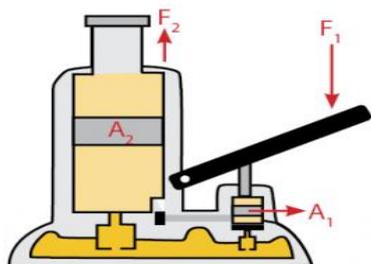
Gambar 12. Uji Arus Menggunakan Tang Ampere.

Keterangan gambar :

1. Sepatu
2. Plat 2 mm
3. Timbangan digital
4. Stopwatch
5. Kabel + Motor Wiper
6. Tang Ampere

Perhitungan Perencanaan Daya Motor

Sesuai dengan hukum Pascal bahwa tekanan yang diberikan pada zat cair dalam ruang tertutup akan diteruskan sama besar ke segala arah, maka tekanan yang masuk pada penghisap pertama sama dengan tekanan pada penghisap kedua. Tekanan dalam fluida tersebut dapat dirumuskan dengan persamaan di bawah ini :



Gambar 13. Ilustrasi Hukum Pascal Dalam Aplikasi Mesin Press Sepatu.

Pada mesin *press* sepatu, sistem pengepressan menggunakan *hydraulic jack* yang telah dimodifikasi, dengan menggunakan *hydraulic jack* maka berlaku hukum pascal dalam perencanaan perhitungannya. Berikut persamaan hukum pascal sesuai gambar diatas :

$$P = F/A \tag{1}$$

sehingga persamaan hukum Pascal bisa ditulis sebagai berikut.:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \tag{2}$$

Keterangan :

F_1 = besar gaya pada piston beban (N)

F_2 = besar gaya pada *unit press* (N)

A_1 = luas pompa (m²)

A_2 = Luas silinder besar (m²)

Dari persamaan di atas kita dapat menentukan tekanan pada silinder kecil dengan perhitungan dibawah ini :

$$r_1 = 1 \text{ cm} = 0.01 \text{ m}$$

$$r_2 = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$$

Data r_1 dan r_2 diperoleh dari spesifikasi dongkrak *hydraulic* 2 ton.

$$A_1 = \pi \times r^2 \tag{3}$$

$$= 3.14 \times (0.01)^2$$

$$= 0.000314 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \pi \times r^2$$

$$= 3.14 \times (0.05)^2$$

$$= 0.00785 \text{ m}^2$$

Selanjut nya mencari F_2 , karena masih menggunakan satuan Kg maka harus dirubah menjadi satuan Newton. berikut Persamaan unuk mencari F_2 dan F_1 :

$$F_2 = W = m.g \text{ (Hukum Newton)} \tag{4}$$

Perencanaan gaya tekan dengan beban 150 kg

$$F_2 = W = m.g$$

$$= 150 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}$$

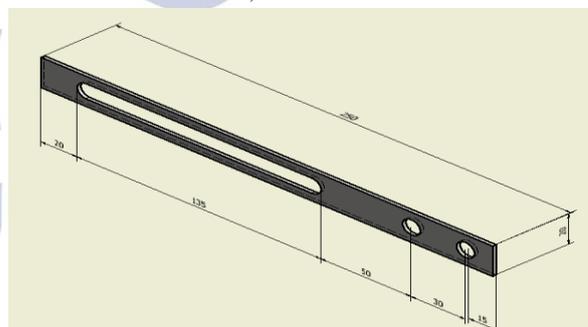
$$= 1470 \text{ N}$$

$$\frac{F_1}{0.000314} = \frac{1470 \text{ N}}{0.00785}$$

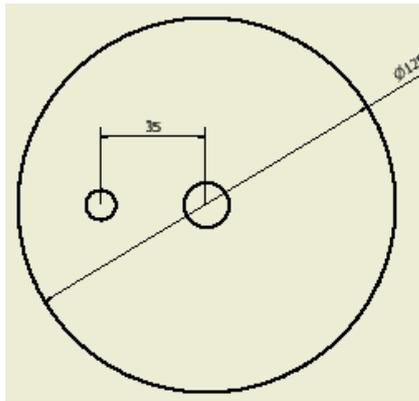
$$F_1 = \frac{1470 \times 0.000314}{0.00785}$$

$$= \frac{0.46150}{0.00785}$$

$$= 58,8 \text{ N}$$



Gambar 14. Tuas Penghubung Poros Engkol.



Gambar 15. Dimensi Poros Engkol

$$= 15 \text{ Watt} \times \frac{100}{90} \times 2$$

$$= 40.147 \text{ Watt}$$

Perhitungan Sesuai Data Uji Coba Pada Mesin Press Sepatu

Tabel 2. Pengujian Mesin Press Sepatu

No	Beban yang diangkat (Kg)	Ketinggian angkat dongkrak (cm)	Waktu Press (s)	Arus (Ampere)	Voltase (Volt)
1.	0 kg	0.90 cm	13 s	2 A	24 V
2.	107 kg	1.0 cm	15 s	3.1 A	24 V
3.	127 kg	1.20 cm	18 s	3.2 A	24 V
4.	137 kg	1.30 cm	20 s	33.8 A	24 V
5.	143 kg	1.40 cm	22 s	3.62 A	24 V
Σ		1.1			

Mencari perencanaan Daya Pada Motor

Perencanaan perhitungan daya pada motor dapat dicari dengan menggunakan menghitung torsi motor.

Tippler, (1988) torsi merupakan kemampuan punter yang diberikan pada suatu benda, sehingga menyebabkan benda tersebut berputar. Torsi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$T = F \times r \dots \dots \dots (\text{Sularso,1991:156}) \quad (5)$$

Keterangan :

- T = Torsi (N.m)
- F = gaya (N)
- r = jarak titik pusat poros engkol dengan pivot jarak tuas (m)

Torsi

$$T = F \times r$$

$$= 58.8 \text{ N} \times 0.035 \text{ m}$$

$$= 2.058 \text{ N.m}$$

Setelah perencanaan perhitungan torsi diketahui selanjutnya menghitung daya. Daya dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$P = T \times N \quad (6)$$

Keterangan :

- P = daya (watt)
- T = torsi (N.m)
- N = kecepatan putaran motor (Rpm)

Sebelum mencari daya, kecepatan dalam satuan Rpm harus dijadikan Rps.

$$\omega = \frac{2 \times 3.14 \times n}{60s} \quad (7)$$

$$= \frac{2 \times 3.14 \times 70 \text{rpm}}{60s}$$

$$= \frac{439.6}{60s} = 7,32 \text{ rad/s}$$

Daya

$$P = T \times N$$

$$= 2.058 \text{ N} \times 7,32 \text{ rad/s}$$

$$= 15 \text{ Watt}$$

Dengan asumsi efisiensi 75 % maka daya motor listrik dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi daya} = \text{Daya} \times \frac{100}{90} \times 2 \quad (8)$$

Angka yang dihitung diambil dari data paling tinggi nilainya yaitu 143 Kg..

Perencanaan gaya tekan dengan beban 143 kg

$$F_2 = W = m \cdot g$$

$$= 143 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}$$

$$= 1401 \text{ N}$$

$$F_1 = \frac{1401 \text{ N}}{0.00785}$$

$$= \frac{1401 \times 0.000314}{0.00785}$$

$$= \frac{0.4400396}{0.00785}$$

$$= 56 \text{ N}$$

Kecepatan Gerak

Diketahui tinggi angkat dongkrak sebesar 6 cm dengan waktu 20 detik (s) maka Kecepatan *hydraulic* dapat kita hitung dengan persamaan sebagai berikut :

Dengan beban 143 Kg dengan waktu 22 detik

$$V = \frac{\text{tinggi pengangkat}}{\text{waktu}} \quad (9)$$

$$= \frac{1.1 \text{ cm}}{22 \text{ detik}}$$

$$= 0.05 \text{ cm/detik}$$

$$= 0.5 \text{ mm/detik}$$

Perhitungan Daya dan Torsi Motor Dari Hasil Uji Coba

Spesifikasi motor listrik yang digunakan adalah :

1. Jenis : Motor listrk DC
2. Daya : 24 Volt, 80 Watt
3. Speed : 70 rpm

Perhitungan daya (P) motor dapat dihitung dengan rumus :

$$T = \frac{P}{n} \quad (10)$$

Jika $T = F \times r$; dan $n = \omega$ (putaran/menit) Maka,

$$P = \frac{T}{\omega} \quad (11)$$

Keterangan :

$$T = \text{Torsi (N.m)}$$

n= putaran poros (rpm)
 P= daya nominal (watt)
 Ω = kecepatan sudut (rad/s)

- Kecepatan sudut

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{2 \times 3.14 \times n}{60s} \\ &= \frac{2 \times 3.14 \times 70rpm}{60s} \\ &= \frac{439.6}{60s} = 7,32 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

Beban 143 kg dengan arus 3.62 A

- Daya motor dc

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\ &= 24 \text{ Volt} \times 3.62 \text{ A} \\ &= 86.88 \text{ Watt}\end{aligned} \quad (12)$$

- Torsi

$$\begin{aligned}T &= \frac{P}{\omega} \\ &= \frac{86.88 \text{ watt}}{7.32 \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)} \\ &= 11.86 \text{ (N.m)}\end{aligned} \quad (13)$$

Dari hasil perhitungan perencanaan dengan perhitungan uji coba alat menunjukkan hasil yang berbeda hal ini disebabkan karena kemungkinan ada beberapa efisiensi yang belum kami tambahkan.

Kinerja Mesin

- Kapistas produksi

Mesin *press* sepatu menggunakan *Hydraulic Jack Electric* dapat memproduksi sepatu 1 pasang sepatu setiap 3 menit. Berikut ini perhitungan waktu produksi :

Waktu mesin *press* beroperasi = 24 detik / sepasang sepatu.

Waktu pemasangan sepatu = 116 detik / sepasang sepatu.

Waktu untuk melepas sepatu = 60 detik / sepasang sepatu.

Jadi waktu kerja proses pengepressan sampai selesai dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\text{Waktu kerja} &= \text{waktu pemasangan} + \text{waktu} \\ &\quad \text{pengoprasian} + \text{waktu Pelepasan} \quad (14) \\ &= 116 \text{ s} + 24 \text{ s} + 40 \text{ s} \\ &= 180 \text{ s}\end{aligned}$$

Bila dalam 180 detik menghasilkan sepasang sepatu, maka dalam 1 jam dapat dihitung dengan perhitungan :

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas per jam} &= 1 \text{ jam} / \text{waktu kerja} \\ &= 3600 \text{ detik} / 180 \text{ detik} \\ &= 20 \text{ pasang sepatu}\end{aligned}$$

- Kualitas

Dari segi kualitas pengeleman sangat merata dibandingkan cara manual.



Gambar 16. Hasil Pengeleman Dari Mesin Press Sepatu Menggunakan *Hydraulic Jack Electric*.

- Efisiensi

Mesin ini menggunakan motor DC 24Volt sehingga hanya membutuhkan daya sebesar 86.88 Watt. Hal ini sangat berbeda jauh dengan mesin *press* sepatu *import* menggunakan motor 1pk yang membutuhkan daya sebesar 750watt 220 volt.

Harga Mesin Press Sepatu

Menurut hasil perhitungan anggaran biaya pembuatan makan mesin *press* sepatu ini memiliki harga Rp. 6.000.000- Rp.7.000.000 per unit.

PENUTUP

Simpulan

Dari hasil pembahasan dan perhiyungan mesin *press* sepatu menggunakan *Hydraulic Jack Electric*, maka dapat disimpulkan poin-poin penting sebagai berikut:

- Sesuai dengan *desain* unit *press* yang telah dibuat, mesin *press* sepatu ini dapat mengepress sepatu dengan alas yang bidangnya rata seperti sepatu pantofel, hal ini dikarenakan lapisan unit *press* menggunakan bahan dari busa hati yang memiliki tebal 3 cm dengan ukuran panjang 33.5 cm dan lebar 37.5 cm dengan spesifikasi bidang yang datar.
- Harga dari mesin ini sangat terjangkau dibandingkan mesin *press* sepatu *import*, untuk harga mesin *press* sepatu *import* harganya bisa mencapai (US \$980-2100/Set atau Rp. 13.426.000 sampai Rp. 28.770.000/Unit). Sedangkan mesin *press* sepatu menggunakan *Hydraulic Jack Electric* memiliki harga sekitar Rp. 6.000.000 sampai Rp. 7.000.000/Unit.
- Hasil uji kinerja mesin *press* sepatu menggunakan *Hydraulic Jack Electric* dengan diberikan beban paling rendah sebesar 107 Kg menghasilkan arus 3.1 A, waktu 15 detik, gaya tekan 41.9 N, kecepatan 0.76 mm/detik, daya 74.64 watt, torsi 10.19 N.m, sedangkan dengan diberikan beban paling tinggi sebesar 143 Kg menghasilkan arus 3.62 A, waktu 22 detik, gaya tekan 56 N, kecepatan 0.5 mm/detik, daya 86.88 watt dan torsi 11.86 N.m, untuk daya konsumsi sebesar 0.695 Kwh. Tekanan yang ideal untuk *press*

sepatu menggunakan hydraulic jack adalah kurang lebih 56 N. Hasil produksi setiap 3 menit menghasilkan 1 pasang sepatu.

Saran

Dari serangkaian rancang bangun *trainer* maka dapat diberikan bebearapa saran sebagai berikut:

- Mesin perlu dirawat dan dibersihkan agar kinerja mesin bisa selalu maksimal.
- Untuk kedepannya diharapkan adanya modifikasi unit pengepress yang dapat digunakan untuk sepatu yang bidangnya tidak datar.
- Laporan ini dapat dijadikan sebagai refrensi bagi mahasiswa terkait tugas akhir tentang sistem *Hydraulic*.

DAFTAR PUSTAKA

Nurhasan Mohamad, 2017. Modifikasi Dongkrak Hydraulic Menjadi Dongkrak Hydraulic Electric Dengan Accu Mobil Sebagai Sumber Arusnya. Universitas Nusantara PGRI Kediri.

Sato, G. Takesi. 1986. *Menggambar Mesin Menurut Standar Iso*. Jakarta: Pradnya Paramita.

Sularso, Kiyokatsu Suga. 1991. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Cetakan ke 7, PT Pradnya Paramita, Jakarta.

Sularso. 2004. *Elemen Mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita

UNESA. 2000. *Pedoman Penulisan Artikel Jurnal*, Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya

https://www.academia.edu/27069095/design_calculation_hydraulic_jack

<https://independent.academia.edu/JackHydraulic>

