

RANCANG BANGUN MESIN HOT EMBOSSING SANDAL DENGAN SISTEM ELEKTRO PNEUMATIK

Agung Setyo Wicaksono¹⁾, Novan Effendi²⁾,
Apriandi Simaindra Sitorus³⁾, Bias Ramadhan⁴⁾,
Muhammad Fahrizal⁵⁾, Suhariyanto⁶⁾

*Program Studi D3 Teknik Mesin Produksi
Kerjasama FTI-ITS Surabaya Disnakertransduk
Prov. Jawa Timur
Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111*

Abstrak

Kebutuhan akan sandal sebagai alas kaki semakin bertambah, oleh karena itu industri kecil dituntut untuk bisa memproduksi sandal dalam jumlah yang banyak setiap minggunya. Dan untuk bisa bersaing dengan produk sandal yang lain maka produsen sandal harus membuat produk sandal yang berkualitas. Proses produksi sandal terdiri dari pemotongan spon sandal (Ethylene Vinyl Asetat) sesuai bentuk dan ukuran yang diinginkan, tali ikat sandal, proses pengecapan atau hot embossing pada permukaan sandal, dan finishing. Dari rangkaian proses, hot embossing sangat menentukan kualitas sandal, namun hingga sampai saat ini proses embossing yang dilakukan masih menggunakan alat manual sehingga tidak memberikan hasil yang baik dan seragam. Namun dengan menggunakan mesin hot embossing ini produsen dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produksinya. Dari analisa dan kesimpulan hasil percobaan pada spon Ethylene Vinyl Asetat dengan tebal 10 mm didapatkan hasil yang bagus pada temperatur pemanasan 80°C pada waktu penahanan 10 detik dengan tekanan 7 bar/ 7.10⁵ Pa.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri kecil di Indonesia semakin tahun semakin pesat, salah satunya adalah industri kecil dibidang alas kaki atau sandal. Bahan baku utama pembuatan sandal adalah polimer dan spon EVA (*Ethylene Vinyl Asetat*). Pada produksi sandal sendiri terdiri dari beberapa proses pemotongan sandal sesuai bentuk dan ukuran yang diinginkan sebagai dasaran sandal, tali ikat sandal, proses penyablonan pada permukaan atas sandal, proses pengecapan atau *hot embossing* pada permukaan yang sudah di sablon, pengeleman bagian atas dan bawah sandal dan proses finishing. Dari rangkaian proses pembuatan sandal, proses hot embossing yang sangat menentukan kualitas sandal. Saat ini alat embossing yang dipakai adalah alat sederhana yaitu embossing manual yang memanfaatkan

tenaga manusia untuk memutar *power screw* sehingga mendorong profil cetakan yang sebelumnya dipanasi dengan cara dibakar di atas kompor LPG kebawah dan menekan spon EVA hingga terbentuk profil cetakan tersebut. Maka untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas proses embossing kami merancang sebuah solusi dengan judul “**Rancang Bangun Mesin Hot Embossing Sandal Dengan Material Ethylene Vinyl Asetat Menggunakan Sistem Elektro Pneumatik**”. Pada mesin ini, operator hanya meletakkan spon EVA dan menekan tombol pengoprasian serta dengan pengamanan push button on/off sebagai kontrol operator dan pengamanan push button eject. Dari segi ketepatan, kecepatan, dan keakuratan lebih presisi, cepat dan meningkatkan jumlah produksi.

Dalam perencanaan ini perlu adanya pembatasan permasalahan yang timbul supaya tidak terlalu meluas, antara lain :

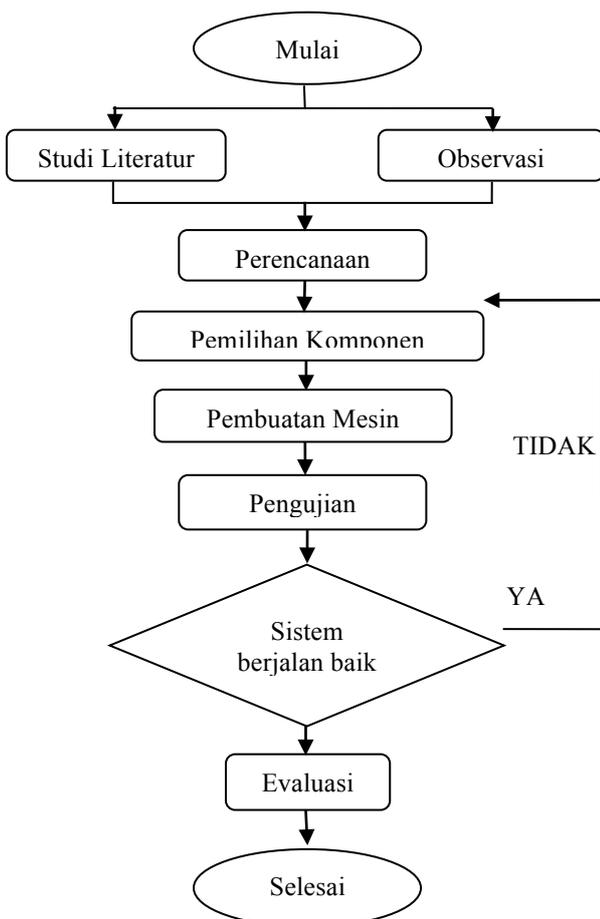
Kebutuhan sandal sebagai alas kaki semakin meningkat, oleh karena itu para industri sandal baik itu usaha kecil maupun besar dituntut untuk memenuhi kebutuhan sandal yang terus bertambah. Bahan baku utama penggunaan sandal adalah polimer dan spon EVA (Ethylene Vinyl Asetat). Pada produksi sandal terdapat beberapa tahapan sebelum menjadi sebuah sandal yang siap jual, antara lain proses yang terjadi adalah pengeplongan bentuk sandal, pengeleman dengan lapisan tipis, pengembosan, pengeplongan lubang untuk jait dan pemasangan tali ikat sandal.

Pada kebanyakan usaha kecil dan menengah yang memproduksi sandal masih banyak yang menggunakan alat manual dalam prosesnya, tidak terkecuali pada proses embossing atau proses pengecapan. Proses embossing adalah proses yang bertujuan untuk memberikan profil timbul pada permukaan sandal yang fungsinya untuk memberikan gambar dan motif yang menarik bagi konsumen. Pada kebanyakan industri kecil dan menengah yang bergerak dalam produksi sandal alat embossing yang digunakan masih manual, dengan masih menggunakan tenaga manusia sebagai penggerak utama membuat alat manual ini sangat tidak efektif dan efisien, dan saat pemanasan aluminium profil cetakan masih menggunakan kompor LPG sebagai media pemanas, hal tersebut dapat memberikan dampak kurangnya temperatur panas atau bahkan terlalu panas yang membuat hasil proses embossing menjadi tidak sama setiap kali proses.

Mesin press dan hot embossing sandal yang kami rancang diharapkan mampu meminimalisir kekurangan tersebut. Mesin ini menggunakan sistem penggerak elektro pneumatik sehingga memudahkan operator dalam pengoperasiannya,

jika pada alat manual operator harus memutar handle untuk memberikan tekanan pada sandal maka dengan mesin ini operator hanya perlu menekan tombol start pada panel kontrol sehingga silinder pneumatik bisa memberikan tekanan pada proses pengembosan. Mesin ini juga dilengkapi dengan termocontrol yang bertujuan untuk mengatur suhu yang digunakan pada proses pengembosan, jika pada mesin manual aluminium cetakan dipanaskan diatas kompor LPG maka dengan mesin ini operator dimudahkan dengan temperatur yang biasa diatur menggunakan thermocontroller, adapun timer yang digunakan untuk memberikan waktu penahanan pada saat mesin melakukan proses embossing. Dengan adanya teknologi yang dikembangkan dalam mesin ini, para produsen sandal menjadi dimudahkan dalam meningkatkan produktifitas dan juga dalam mendapatkan hasil sandal yang baik dan sama setiap kali prosesnya.

II. METODOLOGI



Gambar 2.1 Diagram Alir Pengerjaan

Dalam perencanaan membuat mesin pemotong spon ini menggunakan metode penelitian, meliputi :

1. Studi literatur

Pada tahap ini merupakan proses pencarian data dan referensi yang digunakan sebagai acuan pada proses perancangan sekaligus memperkuat ide yang sudah ada. Literatur yang digunakan berupa buku ilmiah, jurnal, dan beberapa artikel dari internet. Sedangkan dari studi pustaka didapat dari tugas akhir Ilham Tanjung (2013) dan Moch. Zainudin (2009), konsep *hot embossing* keduanya memiliki kelemahan dengan tidak adanya isolator yang memadai sebagai penghalang dari panas yang dihasilkan elemes pemanas. Hal ini mengakibatkan panas dari heater merambat atau terkonduksi ke piston silinder pneumatik yang dapat mengakibatkan seal pada piston memuai. Dari kedua referensi diatas dapat memunculkan pengembangan sistem *hot embossing* yang terintegrasi dan dapat memperbaiki kekurangan yang ada selama ini.

2. Observasi lapangan

Sedangkan observasi atau studi lapangan untuk pengambilan data dilakukan dengan cara survei langsung untuk mendapatkan informasi dan data-data mengenai cara pembuatan produk hot embossing di *home industri* wedoro dan jenis material apa saja yang digunakan.



Gambar 2.2 Hasil survey di salah satu UKM produsen sandal

3. Perencanaan

Perencanaan ini dilakukan dengan cara mengaplikasikan dasar teori yang telah ada dan menggunakannya dalam sistematika perhitungan perancangan, sehingga dapat diketahui mengenai mekanisme kerja yang diinginkan agar alat tersebut aman dalam pengoperasian.

4. Pembuatan Mesin

Pada tahapan ini dilakukan proses permesinan pada rancang bangun alat yang diperoleh dari perencanaan dan perhitungan mesin. Dan dari hasil perhitungan dan perencanaan dapat diketahui spesifikasi dari bahan maupun dimensi dari komponen yang akan diperlukan untuk pembuatan alat. Dari komponen yang diperoleh kemudian dilakukan perakitan untuk membuat alat yang sesuai dengan desain yang telah dibuat.

5. Pengujian

Setelah rancang bangun alat selesai, dilakukan pengujian mesin tersebut dan dicatat

hasil pengujiannya, apakah mesin tersebut berjalan baik atau tidak.

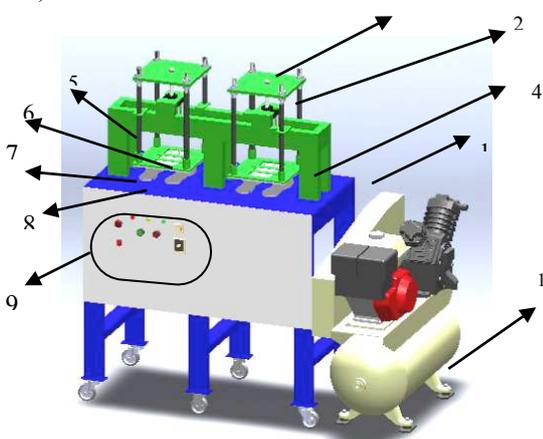
6. Evaluasi

Tahap ini dilakukan dengan menarik kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian yang telah dilakukan dan dilanjutkan dengan pembuatan laporan.

2.2 Cara Kerja Mesin Hot Embossing Sandal dengan Sistem Elektro Pneumatik

Cara kerja mesin Hot embossing ini sangat sederhana, pengguna hanya menekan tombol on/off yang tersedia pada panel dimesin. Berikut adalah runtutan sistem pemakaian mesin hot embossing ini :

- 1) Masukkan bahan baku sandal yang sudah dipotong pada alas dengan posisi siap emboss.
- 2) Tekan tombol on / off.
- 3) Setelah udara dari kompresor masuk kesistem, maka seting tekanan yang dibutuhkan pada FRL (filter, regulator dan Lubricator) unit.
- 4) Seting temperatur embossing.
- 5) Atur waktu penahanan / holding time.
- 6) Setelah setting selesai, tekan tombol hijau untuk eksekusi.
- 7) Setelah waktu penahanan yang ditentukan sudah tercapai piston akan naik kembali dan proses embossing selesai.
- 8) Selesai.



Gambar 2.3 Desain mesin hot embossing sandal

Keterangan :

1. Rangka atau base
2. Silinder Pneumatik Double Acting
3. Plat atas
4. Plat bawah
5. Poros penyanggah
6. Heater
7. Profil cetakan
8. Material sandal
9. Control panel

10. Kompresor

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perencanaan Diameter Silinder Pneumatik

Untuk mencari diameter silinder pneumatik minimal yang akan dibutuhkan, maka pada perencanaan awal diambil tekanan kerja dari sistem sebesar 7 Kgf/cm² dan gaya pembentukan embossing sebesar 130 Kgf (gaya yang diperoleh setelah uji bahan, lihat di lampiran 1) sedangkan untuk nilai μ diambil 0,85 (Tenaga fluida pneumatik, 1991 : L78). Data ini kemudian dipakai dalam perencanaan silinder pneumatik untuk pengembossan.

Diameter minimal dapat dicari dengan persamaan 2.1 :

$$F = D^2 \cdot \frac{\pi}{4} p \cdot \mu$$

Maka dari persamaan di atas dapat direncanakan diameter piston sebagai berikut :

$$\begin{aligned} F &= 130 \text{ Kgf} \\ P &= 7 \text{ Kgf/cm}^2 \\ \mu &= 0,85 \end{aligned}$$

$$F = D^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot P \cdot \mu$$

$$130 \text{ Kgf} = D^2 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot 7 \text{ Kgf/cm}^2 \cdot 0,85$$

$$D^2 = \frac{130 \text{ Kgf}}{4,67 \text{ Kgf/cm}^2}$$

$$D^2 = 27,83 \text{ cm}^2$$

$$D = \sqrt{27,83 \text{ cm}^2}$$

$$D = 5,27 \text{ cm}$$

$$D = 52,7 \text{ mm}$$

Dari perencanaan diatas didapat diameter minimal silinder pneumatik sebesar 52,7 mm. Maka untuk perencanaan ini dipilih silinder dengan diameter 80 mm dengan tipe double acting cylinder karena diperlukan gerakan maju mundur.

3.2 Gaya Dorongan Silinder

Gaya dorongan silinder dapat diketahui dengan menggunakan persamaan berikut :

$$F_1 = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot P \cdot \mu$$

Dengan data yang telah diketahui :

$$D = 80 \text{ mm} = 8 \text{ cm}$$

$$d = 25 \text{ mm} = 2,5 \text{ cm}$$

$$P = 7 \text{ Kgf/cm}^2$$

$$\mu = 0,85$$

Maka,

$$F_1 = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot P \cdot \mu$$

$$F_1 = \frac{3,14}{4} (8\text{cm})^2 \cdot 7 \text{ Kgf/cm}^2 \cdot 0,85$$

$$F_1 = 298.928 \text{ Kgf}$$

3.3 Gaya Tarikan Silinder

Gaya tarikan silinder dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 2.2 :

$$F_2 = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot P \cdot \mu$$

$$F_2 = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot P \cdot \mu$$

$$F_2 = \frac{3,14}{4} [(8\text{cm})^2 - (2,5\text{cm})^2] \cdot 7 \text{ Kgf/cm}^2$$

0,85

$$= 269,73 \text{ Kgf}$$

3.4 Kerugian Tekanan Pada Pipa

Kerugian tekanan pada pipa dari persamaan Formula Harris tentang kerugian tekanan sesuai persamaan 2.4 :

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \times Q^{1,85} \times L}{d^5 \times P}$$

Dimana :

- ΔP = Kerugian tekanan udara pada pipa (Pa)
- L = Panjang pipa (m)
- Q = Konsumsi udara silinder (m^3/dt)
- d = Diameter dalam pipa (m)
- P = Tekanan udara sistem (Pa)

Dari data yang telah diketahui :

- D = 80 mm
- Tekanan kompresor = 7 bar = 7×10^5 Pa
- d (diameter rod) = 25 mm = 0,025 m
- h_{stroke} = Silinder Utama = 10 mm
- t (waktu tempuh silinder) = 3s (asumsi penggunaan timer)
- d_{selang} = 8 mm = 0,008m (0,02624 ft)
- L_{selang} = 6 m (19,68 ft)

Konsumsi udara

Kebutuhan konsumsi udara pada saat silinder bergerak maju dihitung dengan rumus :

$$\text{Volume (V)} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot h$$

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot h$$

$$V = \frac{3,14 \cdot (80\text{mm})^2 \cdot (100\text{mm})}{4}$$

$$V = 2.009.600 \text{ mm}^3$$

$$V = 2.009.600 \text{ mm}^3 \times 10^{-6} \frac{\text{lt}}{\text{mm}^3}$$

$$V = 2,0096 \text{ lt}$$

Pada saat silinder bergerak mundur dihitung dengan rumus :

$$\text{Volume (V)} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot h$$

$$V = \frac{\pi}{4} [(80\text{mm})^2 - (25\text{mm})^2] \cdot 100\text{mm}$$

$$V = 453.337,5 \text{ mm}^3$$

$$V = 453.337,5 \text{ mm}^3 \times 10^{-6} \frac{\text{lt}}{\text{mm}^3}$$

$$V = 0,4533 \text{ lt}$$

Maka dapat diambil kesimpulan bahwa konsumsi udara yang dibutuhkan silinder dengan $D = 80$ mm, panjang langkahnya 100 mm untuk bergerak maju dan mundur adalah :

$$V_{\text{total}} = V_{\text{maju}} + V_{\text{mundur}} = 2,0096 \text{ lt} + 0,4533 \text{ lt}$$

$$V_{\text{total}} = 2,469 \text{ lt}$$

Perhitungan kecepatan silinder

Besarnya kecepatan silinder didapatkan dari percobaan saat silinder extend dengan menggunakan persamaan :

$$v = \frac{s}{t}$$

Keterangan,

v = kecepatan piston (m/s)

s = panjang stroke (m)

t = waktu langkah (s)

Dari data yang diketahui :

$s = 100 \text{ mm} = 0,1 \text{ m}$

$t = 2 \text{ s}$

Maka,

$$v = \frac{0,1 \text{ m}}{2 \text{ s}} = 0,05 \text{ m/s}$$

Kapasitas udara

Kapasitas udara dapat dihitung dari persamaan 2.3 :

$$Q = D^2 \cdot v \cdot Cr = (0,08 \text{ m})^2 \cdot 0,05 \text{ m/s} \cdot 7,9 = 0,002528 \text{ m}^3/\text{s}$$

Jadi, data-data sebelumnya dimasukkan pada persamaan 2.6 :

$$L_{\text{tot}} = 6 \text{ m}$$

$$Q = 0,002528 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$d = 0,008 \text{ m}$$

maka didapatkan,

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \times Q^{1,85} \times L}{d^5 \times P}$$

$$\Delta P = \frac{1,6 \cdot 10^3 \times 0,002528^{1,85} \times 6}{0,008^5 \times 7 \cdot 10^5}$$

$$\Delta P = \frac{0,1504}{0,000022}$$

$$\Delta P = 6423 \text{ Pa}$$

$$\Delta P = 0,06 \text{ bar}$$

Jadi, kerugian tekanan pada pipa sebesar 6.10^{-2} bar.

3.5 Pemilihan Kompresor

Dari data tekanan dan kapasitas silinder diatas maka kompresor yang dipilih adalah tipe reciprocating compressor karena tipe ini sering digunakan pada sistem pneumatik dan memiliki tekanan stabil. Selain itu kompresor jenis ini mempunyai tekanan yang rendah sampai tinggi.

Perhitungan kapasitas kompresor :

Tekanan operasi 7 bar = 7 kgf/cm²

$$\frac{7 \text{ kgf}}{\text{cm}^2} \times \frac{2,2046 \text{ lbf}}{1 \text{ kgf}} = \frac{15,4322 \text{ lbf}}{\text{cm}^2} \times \frac{1 \text{ cm}^2}{0,155 \text{ in}^2}$$

$$= 99,563 \text{ lbf/in}^2$$

Dari perhitungan diatas, diketahui kapasitas kompresor yang dibutuhkan sebesar 100 Psi

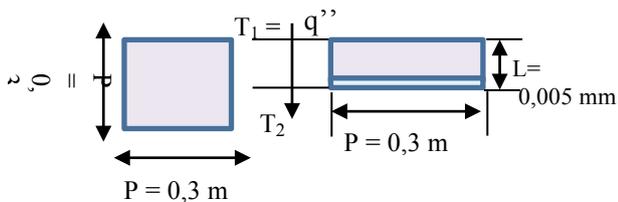
3.6 Perhitungan Laju Perpindahan Panas Secara Konduksi

Pada cetakan terjadi perpindahan panas dari heater ke produk, perpindahan panas ini dapat diketahui menggunakan perhitungan laju perpindahan panas sebagai berikut.

Data awal :

Daya heater = 350 watt

Konduktivitas panas aluminium (k) = 177 W/m.K



Gambar 4.1 Perpindahan panas konduksi

- Asumsi :
1. *Steady state condition*
 2. Perpindahan panas satu dimensi (arah x) pada aluminium
 3. Perpindahan panas pada cetakan atas dan bawah sama
 4. Perambatan panas merata keseluruhan permukaan cetakan dengan arah x.

Jadi :

$$q'' = -K.A \frac{(T_2 - T_1)}{L}$$

$$350 \text{ W} = -202 \text{ W/m.K} \times (0,3\text{m})^2 \cdot \frac{(T_2 - T_1)}{0,005 \text{ m}}$$

$$(T_2 - T_1) = \frac{350 \text{ W} \times 0,005 \text{ m}}{(-202 \text{ W/m.K} \times 0,09 \text{ m}^2)}$$

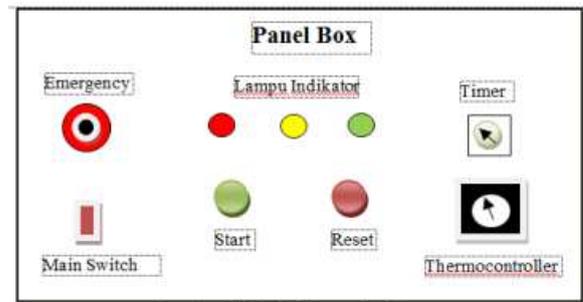
$$T_2 = T_1 - 0,1^\circ\text{C}$$

Dari rumus didapatkan temperatur pada cetakan die sebesar $T_2 = T_1 - 0,1^\circ\text{C}$ dengan T_1 disetting 80°C . Jadi temperatur pada cetakan die berbeda $0,1^\circ\text{C}$ dari temperature pada heater. Hal ini disebabkan karena adanya panas yang terbuang ke lingkungan, sehingga untuk memperoleh temperatur yang mendekati dengan temperatur produk maka thermocontrol diletakkan pada dinding cetakan

3.7 Pengembangan Sistem Elektro-pneumatik Pada Mesin Hot Embossing

i. Sistem Operasi Mesin Hot Embossing

Pada mesin hot embossing ini sistem kerjanya diatur oleh tombol-tombol pada panel box, hal ini memudahkan operator untuk menjalankan sistem.



Gambar 4.2 Konfigurasi sistem

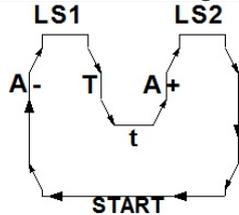
1. Main Switch = Berfungsi menyalakan sistem rangkaian baik energi listrik maupun aliran fluida dari kompresor.
2. Start = Tombol ini berfungsi untuk menjalankan sistem pada proses embossing
3. Reset = Tombol ini berfungsi untuk mengembalikan sistem ke kondisi awal.
4. Thermocontroll = Mengatur suhu pada heater sesuai yang diinginkan.
5. Timer = Untuk mengatur lama penahanan (holding time) pada saat proses pengembosan.
6. Lampu indikator :
 Merah = Sebagai indikator jika sistem mesin sudah aktif.
 Kuning = Jika lampu indikator kuning menyala maka menunjukkan suhu pada

cetakan profil belum mencapai suhu yang di setting thermocontrol.

Hijau = Sebagai indikator jika mesin melakukan proses pengembossan.

7. Emergency = Berfungsi untuk memutus aliran, jika terjadi keadaan

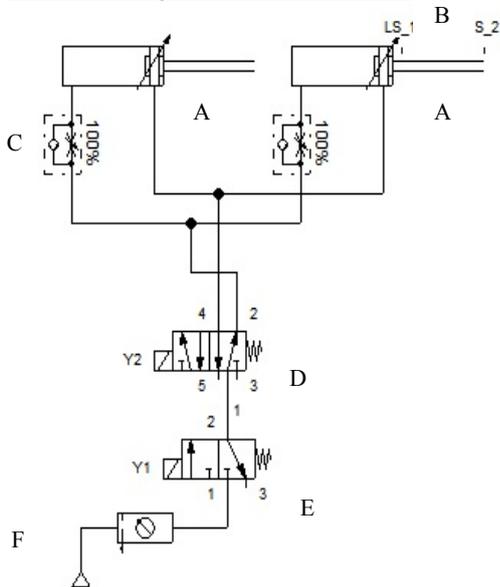
ii. Diagram Notasi Gerak Langkah Silinder



Gambar 4.3 diagram notasi gerak langkah silinder

Pada diagram diatas menunjukkan langkah urutan gerakan silinder actuator mesin hot embossing. Pertama udara masuk sistem dan mendorong piston naik. Ketika push button start ditekan silinder mundur dan menyentuh LS1 (Limit Switch 1) sehingga timer aktif. Setelah timer sudah mencapai batas waktu yang telah disetting maka piston akan bergerak maju dan menyentuh LS2 (Limit Switch 2)

iii. Perancangan Sirkuit Pneumatik



G

Gambar 4.4 Sirkuit Pneumatik

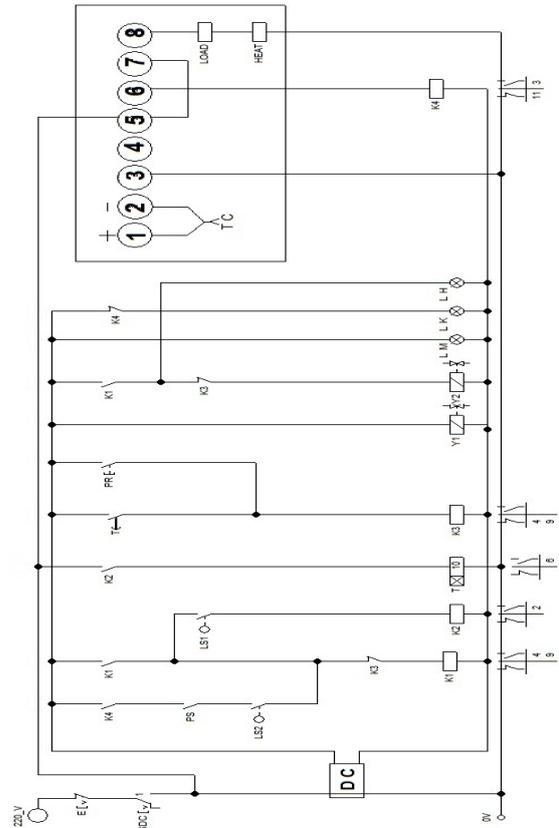
Keterangan :

- A : Silinder Pneumatik Double Acting
- B : Limit Switch
- C : One Way Flow Control Valve
- D : Katub DCV 5/2 Single Solenoid
- E : Katub DCV 3/2 Single Solenoid

F : Air Service Unit

G : Kompresor

iv. Perancangan Sirkuit Listrik



Gambar 4.5 Diagram kelistrikan

Keterangan gambar diagram kelistrikan :

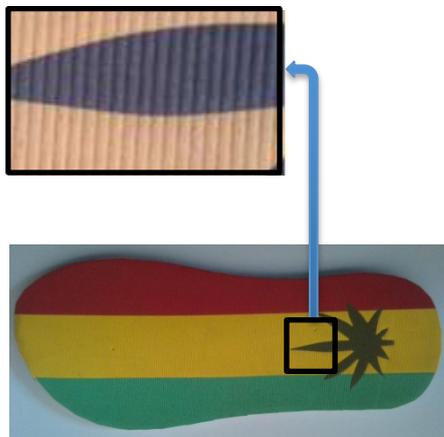
- E : Emergency Push Button
- SDC : Main switch DC
- K1 – K4 : Relay Elektromagnetik
- T : Timer
- PR : Push button Reset
- PS : Push Button Start
- TC : Thermocontrol
- LM, LK, LH : Lampu indikator (merah, kuning, hijau)
- LS1 & LS2 : Sensor limit switch
- Y1 : Solenoid Valve 5/2
- Y2 : Solenoid Valve 3/2

Keterangan Sirkuit Listrik Elektropneumatik

Pada sirkuit elektropneumatik diatas terdapat sumber arus yang mengalir dari suplay AC yang nantinya dirubah menjadi DC oleh power suplay. Sumber AC digunakan pada timer dan thermocontrol. Prinsip kerja mesin hot embossing berdasarkan diagram kelistrikan pada saat main switch dinyalakan aliran udara dan aliran listrik aka masuk, aliran udara akan masuk

menuju piston sehingga piston terdorong naik, pada saat piston naik akan menyentuh limit switch 2, lalu temperature disetting sesuai kebutuhan untuk proses embossing, tombol start baru bisa dijalankan bila temperature sudah mencapai, setting pula timer untuk waktu penahanan, jika setting sudah dilakukan dan temperature sudah tercapai maka akan mengaktifkan K4 dan push button start (PS) ditekan akan menyalakan K1 yang mengirim sinyal pada solenoid Y2 sehingga silinder turun sampai menyentuh Limit Switch 1 dan mengaktifkan K2, K2 akan mengaktifkan timer dan waktu penahanan terjadi sampai waktu yang ditentukan, jika waktu sudah tercapai imer akan memutus aliran menuju K3 yang akhirnya membuat silinder pneumatic naik ke posisi awal.

v. Hasil Pengujian Mesin Hot Embossing



Gambar 4.6 Hasil proses embossing, terbentuknya profil garis pada permukaan sandal

3.7 Kapasitas Mesin

Kapasitas produksi yang bisa dihasilkan selama 1 jam adalah :

Dalam 1 kali proses Embossing

Loading	= 5	detik	
Embossing	= 10	detik	
Unloading	= 3	detik	
<hr/>			
Total	= 18	detik	+

Maka,

$$\text{Jumlah produk dihasilkan dalam 1 jam} = \frac{3600}{18} = 200 \text{ Pasang}$$

Pada mesin terdapat 2 alat pengemboss maka jumlah produk yang dihasilkan dalam 1 jam adalah 400 pasang sandal. (asumsi tekanan konstan)

IV. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil pembuatan tugas akhir yang berjudul "Rancang Bangun Mesin Hot Embossing Sandal Dengan Material Ethylene Vinyl Asetat Menggunakan Sistem Elektro Pneumatik" penulis

dapat menyimpulkan beberapa hasil dari pekerjaan kami, yaitu :

1. Gaya pembentukan yang digunakan mesin untuk proses emboss adalah 130 kgf berdasarkan hasil pengujian di laborototium Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya.
2. Dari hasil perhitungan didapatkan diameter minimal silinder pneumatic yang dipakai adalah 52,7 mm, sehingga dipilihlah silinder 80 mm untuk digunakan dalam sistem.
3. Pada proses hot embossing ini terdapat tiga variable yang berpengaruh terhadap hasil proses embossing, yaitu temperature, gaya penekanan dan holding time.
4. Berdasarkan hasil uji, proses pengembossan terbaik di temperature 80° C pada tekanan 7 bar dan holding time 10 detik.
5. Berdasarkan hasil perencanaan, termocontroller digunakan untuk mengontrol temperature yang dideteksi dengan thermocouple, termocontroller diatur untuk mengaktifkan sistem apabila temperature yang disetting sudah terpenuhi.
6. Kapasitas produksi yang dapat dihasilkan mesin adalah 400 pasang sandal dalam 1 jam.

5.2 Saran

1. Dibutuhkan perencanaan yang matang untuk pembuatan kerangka mesin sehingga didapatkan desain dan kekuatan rangka yang tepat.
2. Agar proses pengembossan menghasilkan produk yang baik perlu adanya jig and fixture pada tempat peletakan sandal saat proses emboss sedang berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

1. Majumdar, S.J (1995), "Pneumatic System Principle and Maintenance", First Edition, McGraw Inc
2. Esposito, A. (2003), "Fluid Power with Application", sixth edition, Prentice Hall International Inc, New Jersey
3. Krist, Thomas. (1993), "Dasar-dasar Pneumatik", Austria, Erlangga, Jakarta
4. Huda, Ismail dan Zainudin, Moch. (2009). "Pengembangan sistem kontrol elektropneumatik yang terintegrasi pada mesin hot embossing untuk keperluan industri kecil", Tugas Akhir Program studi D3 Teknik Mesin ITS.
5. Tanjung, Ilham dan Prayogi, S.A. (2013), "Rancang bangun mesin hot embossing pallet plastik dengan sistem kontrol elektropneumatik", Tugas Akhir Program studi D3 Teknik Mesin ITS.

6. The Pneumatic Technical Centre (1991),
"Tenaga Fluida Pneumatik – Pembelajaran
Tingkat Menengah".