

Rancang Bangun Mesin Pencetak Tahu Takwa Dan Stik Tahu Menggunakan Sistem Elektropneumatik

Dicky Wicaksana¹, Heroe Poernomo², dan Fipka Bisono³.

¹Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

^{2,3} Program Studi Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

Email : dickywicaksana77@gmail.com

Abstrak

Permintaan produksi tahu takwa dan stik tahu yang semakin meningkat di kalangan masyarakat lokal maupun wisatawan yang berkunjung ke Kota Kediri. Akan tetapi pada proses pembuatan tahu takwa dan stik tahu terdapat tahapan proses penekanan kedalam cetakan dengan cara tradisional yaitu dengan pembebanan menggunakan batu yang memerlukan waktu lama, membutuhkan tempat yang luas, memerlukan tenaga karyawan yang lebih dan memiliki tingkat resiko kecelakaan karyawan yang tinggi sehingga produsen tahu takwa dan stik tahu memiliki efektivitas dan produktivitas yang rendah. Dari permasalahan diatas dibutuhkan mesin pencetak tahu dan stik tahu dimana menggunakan sistem elektro pneumatik. Metode yang digunakan dalam pembuatan mesin ini yaitu perhitungan mesin, desain kontruksi, perencanaan sistem elektro pneumatik, fabrikasi dan perakitan. Hasil dari pengujian mesin pencetak tahu ini dengan tekanan angin sebesar 6 kgf/cm² menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk proses penekanan tahu rata-rata sebesar 3 menit 19 detik dan untuk penekanan stik tahu sebesar 10 menit 3 detik. Dapat disimpulkan bahwa mesin pencetak tahu ini bekerja lebih efisien dibandingkan dengan cara tradisional.

Kata kunci: *Elektropneumatik, Mesin Pencetak, Penekanan, Tahu dan Stik Tahu.*

1 PENDAHULUAN

Seiring meningkatnya kemajuan bidang teknologi banyak industri yang memanfaatkan teknologi untuk memudahkan pekerjaan manusia mulai dari industri makanan, minuman, permesinan, hingga pertambangan. Teknologi berperan penting dalam industri dalam berbagai aplikasi. Tetapi dalam Industri makanan terutama produsen tahu di Indonesia masih belum memanfaatkan teknologi secara maksimal, salah satunya produsen tahu takwa di Kota Kediri yang masih menggunakan cara tradisional dalam pembuatan tahu takwa dan stik tahu.

Dalam proses pembuatan tahu takwa terdapat tahapan proses penekanan kedalam cetakan. Dalam tahapan proses pencetakan tersebut produsen tahu takwa masih menggunakan cara tradisional yaitu dengan meletakkan beban batu diatas cetakan yang bertujuan untuk mengeluarkan kandungan air pada tahu, cara tradisional ini dinilai kurang efektif karena dalam prosesnya membutuhkan tenaga yang lebih dikarenakan karyawan harus mengangkat batu dengan berat rata-rata 20 kg sebagai beban tekan cetakan, membutuhkan tempat yang luas dalam penempatan cetakan, membutuhkan waktu proses yang lama dan tingkat resiko kecelakaan karyawan tinggi.

Rata-rata pembuatan tahu takwa membutuhkan waktu proses tekan selama 15 menit, sedangkan untuk pembuatan stik tahu memiliki waktu yang lebih lama yaitu selama 1 jam, hal ini dikarenakan pembuatan stik tahu harus memiliki kadar air yang seminimal mungkin sehingga mempercepat proses penjemuran. Karena proses penekan tersebut membutuhkan waktu yang lama produsen tahu takwa memiliki efektivitas dan produktivitas yang rendah.

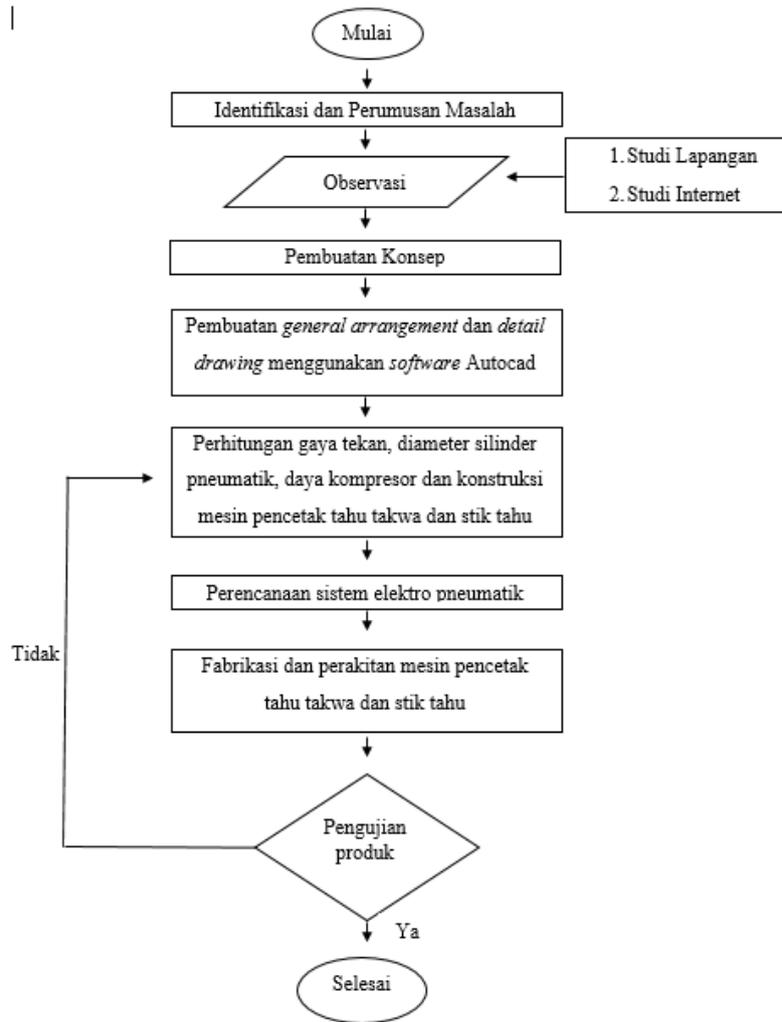
Banyaknya permintaan akan tahu takwa dan stik tahu oleh masyarakat lokal maupun wisatawan yang berkunjung ke Kota Kediri, ditambah dengan adanya internet dimana memungkinkan untuk memperjualkan tahu takwa dan stik tahu secara online memperpanjang daftar permintaan tahu takwa maupun stik tahu.

Dalam permasalahan diatas dibutuhkan mesin untuk mempercepat proses pencetak tahu takwa dan stik tahu dengan tingkat efisiensi tinggi, aman terhadap resiko kecelakaan, tidak membutuhkan

tempat yang luas dan penggunaan simpel. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan desain dan sistem untuk mesin pencetak tahu takwa dan stik tahu dengan sistem elektropneumatik dimana memiliki keunggulan–keunggulan tersebut untuk menambah efisiensi dan produktivitas produsen tahu takwa dan stik tahu.

2 METODOLOGI

Adapun sistematika yang digunakan pada penelitian ini yang ditunjukkan pada diagram alir (*flow chart*) sebagai berikut :



Gambar 2.1 Diagram alir

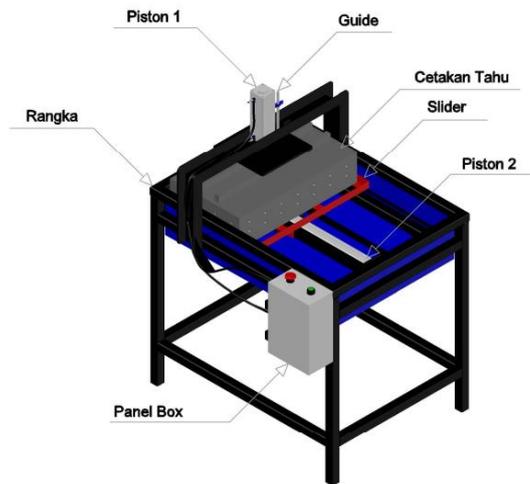
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Pembuatan Konsep*

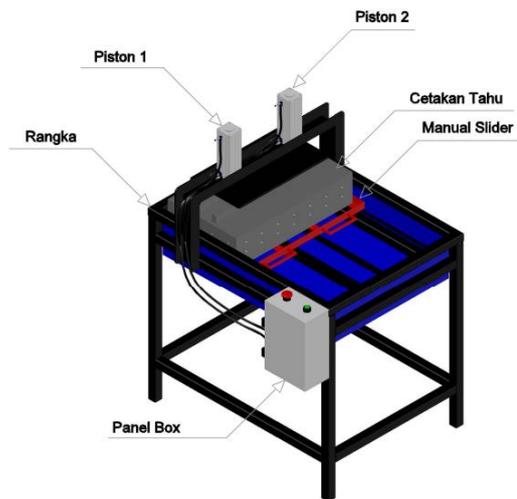
Untuk mendapatkan konsep desain dan spesifikasi mesin yang diinginkan maka dilakukan survey dengan menggunakan kuesioner yang dibagikan ke produsen tahu.

3.2 *Pembuatan Desain*

Desain *general arrangement* dan *detail drawing* pada mesin pencetak tahu dan stik tahu ini akan menggunakan software Autocad. Adapun konsep yang telah dibuat seperti pada gambar berikut ini



Gambar 3.1 Konsep desain 1



Gambar 3.2 Konsep desain 2

Penyaringan konsep dilakukan untuk memilih konsep yang lebih baik. Disini ada peran bobot kepentingan untuk setiap kriteria seleksi penilaian.

Tabel 3.1 Penyaringan konsep

Konsep Desain	Nilai Absolut	Nilai Relatif (%)
Referensi (Alat Tradisional)	3	30
Konsep Desain 1	3,8	38
Konsep Desain 2	3,2	32

Dari Tabel 3.1 dapat disimpulkan bahwa konsep desain 1 dapat dilanjutkan pada tahap pembuatan.

3.3 Perhitungan Mesin

3.3.1 Perhitungan Konstruksi

- Penyangga 1 horizontal mesin :

$$P = \frac{P_{design}}{N} = 176,4 \text{ N}$$

$$M_{max} = \frac{P \cdot L}{8} = 21168 \text{ N.mm}$$

$$W_{requirement} = \frac{M_{max}}{\sigma_{ijin}} = 0,339 \text{ cm}^3$$

- Penyangga 2 jorizontal mesin :

$$P = \frac{P_{design}}{N} = 176,4 \text{ N}$$

$$M_{max} = \frac{P \cdot L}{8} = 19845 \text{ N.mm}$$

$$W_{requirement} = \frac{M_{max}}{\sigma_{ijin}} = 0,318 \text{ cm}^3$$

- Perhitungan Konstruksi Kaki pada Mesin :

$$P = \frac{P_{design} + profil \text{ penyangga}}{N} = 89,213 \text{ N}$$

$$M_{\max} = \frac{P \cdot L}{4} = 17842,5 \text{ N.mm}$$

$$W_{\text{requirement}} = \frac{M_{\max}}{\sigma_{\text{ijin}}} = 0,285 \text{ cm}^3$$

3.3.2 Perhitungan Diameter Silinder Pneumatik

- Silinder Pengepresan

$$F = A \cdot p - Rr \text{ (maju)}$$

Dimana :

$$F = \text{Gaya torak/ piston efektif (Newton)} \\ = 196 \text{ N}$$

$$A = \text{Luas penampang silinder tanpa batang torak/piston}$$

$$p = \text{Tekanan kerja}$$

$$Rr = \text{Gaya gesek 3-20\% dari gaya terhitung} \\ = 15\% \times 196 \text{ N} = 29,4 \text{ N}$$

$$p = \frac{F}{\text{Luas Bidang Kerja}} = \frac{196}{1925} = 0,1018 \text{ N/mm}^2$$

$$A = \frac{F + Rr}{p} = \frac{196 + 29,4}{0,1018} = 484,801 \text{ mm}^2$$

$$D^2 = A \times 4 / \pi = 484,801 \times 4 / 3,14 \\ = 617,580 \text{ mm}^2$$

$$D = 24,851 \text{ mm}$$

Diameter silinder pengepresan yang digunakan sebesar 40 mm dengan panjang stroke yaitu 150 mm

- Silinder Pendorong

Dimana :

$$F = \text{Gaya torak/ piston efektif (Newton)} \\ = 39,2 \text{ N}$$

$$A = \text{Luas penampang silinder tanpa batang torak/piston}$$

$$p = \text{Tekanan kerja}$$

$$Rr = \text{Gaya gesek (3 – 20\%)} \\ = 15\% \times 39,2 \text{ N} \\ = 5,88 \text{ N}$$

$$A = \frac{F + Rr}{p} = \frac{39,2 + 5,88}{0,1018} = 96,960 \text{ mm}^2$$

$$D^2 = A \times 4 / \pi = 96,960 \times 4 / 3,14 = 112,780 \text{ mm}^2$$

$$D = 10,619 \text{ mm}$$

Diameter silinder pendorong yang digunakan sebesar 32 mm dengan panjang stroke yaitu 300 mm.

3.3.3 Perhitungan Kompresor Angin

Jika efisiensi Volumetrik (η_v) 80% Efisiensi Adiabatik Keseluruhan (η_{ad}) 70 % , dan direncanakan menggunakan kompresor torak tingkat satu dengan Q_s sebesar $0,11 \text{ m}^3/\text{min}$ dan menekan dengan tekanan 6 kgf/cm^2 .

Maka daya adiabatik yang diperlukan untuk memampatkan $1 \text{ m}^3/\text{min}$ udara menjadi 6 kgf/cm^2 dengan kompresor 1-tingkat menurut tabel sebesar $4,3118$, jadi untuk laju volume udara total (Q_s) sebesar $0,11 \text{ m}^3/\text{min}$ akan diperlukan daya sebesar :

$$\begin{aligned} L_{ad} &= Q_s \times 4,3118 \\ &= 0,11 \times 4,3118 \\ &= 0,474 \text{ kW} \end{aligned}$$

Dengan efisiensi adiabatik total sebesar $\eta_{ad} = 70\%$ maka daya yang diperlukan kompresor adalah

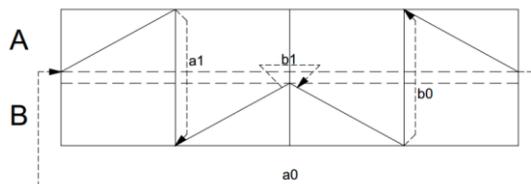
$$L_s = \frac{L_{ad}}{\eta_{ad}} = \frac{0,474}{0,7} = 0,677 \text{ kW}$$

Sehingga daya kompresor yang dibutuhkan untuk bekerja pada mesin yaitu minimal $0,677 \text{ kW}$ atau 677 Watt .

3.4 Perencanaan Sistem Elektropneumatik

3.4.1 Step Diagram

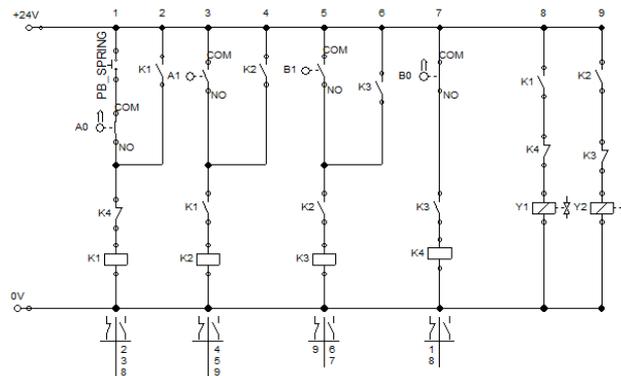
Adapun step diagram pada rangkaian sistem elektropneumatik yang digunakan pada mesin ini yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 3. 3 Step diagram sistem mesin pencetak tahu dan stik tahu.

3.4.2 Rangkaian Elektropneumatik

Dalam rangkaian elektropneumatik ini menggunakan *software Festo Fluidsim* untuk merancang rangkaian yang bekerja pada sistem. Adapun rangkaian sistem yang telah direncanakan yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 3.4 Rangkaian elektropneumatik.

Sesuai dengan gambar 3.4 dalam rangkaian elektropneumatik mesin menggunakan 1 units *power supply* 24V DC, *solenoid valve* 5/2-way 2 unit sebagai penggerak silinder pneumatik, 4 unit *limit switch*, 4 unit relay yang memiliki 3 unit koil setiap relay.

3.5 Hasil Akhir Mesin

Setelah dilakukan proses pembuatan dan perakitan mesin sesuai dengan desain yang telah dibuat diperoleh mesin yang telah jadi sesuai pada gambar berikut ini :



Gambar 3.5 Hasil akhir mesin

3.6 Performasi Kinerja Mesin

Hasil perbandingan dari pengepresan tahu dengan cara tradisional menggunakan pembebanan batu dan pengepresan tahu menggunakan mesin ditunjukkan dari tabel dibawah ini :

Tabel 3.2 Hasil dari pengepresan menggunakan cara tradisional

Pengepresan dengan cara tradisional			
Proses	Volume Awal	Volume Akhir	Waktu
Tahu	12.000cm ³	6.000 cm ³	15 menit
Stik Tahu	6.000 cm ³	3.000 cm ³	1 Jam

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

Dari pengujian proses pengepresan tahu dengan tekanan kerja mesin sebesar 6 kgf/cm² didapatkan hasil sebagai berikut ini :

Tabel 3.3 Hasil pengujian mesin

Pengujian 1			
Proses	Volume Awal	Volume Akhir	Waktu
Tahu	11.550 cm ³	5.775 cm ³	3 menit 18 detik
Stik Tahu	5.775 cm ³	2.885 cm ³	9 menit 56 detik
Pengujian 2			
Proses	Volume Awal	Volume Akhir	Waktu
Tahu	11.650 cm ³	5.775 cm ³	3 menit 20 detik
Stik Tahu	5.775 cm ³	2.890 cm ³	10 menit 9 detik

Sumber : Hasil Penelitian, 2017

Dari hasil pengujian mesin didapat waktu rata-rata yang diperlukan proses pengepresan untuk tahu sebesar 3 menit 19 detik dan untuk proses stik tahu sebesar 10 menit 3 detik dengan hasil akhir ketebalan tahu yang rata. Hasil tersebut menunjukkan bahwa mesin ini bekerja lebih cepat dibandingkan dengan cara tradisional dimana untuk proses pengepresan tahu membutuhkan waktu sebesar 15 menit sedangkan stik tahu membutuhkan waktu selama 1 jam.

4 KESIMPULAN

1. Pada perencanaan mesin ini menggunakan profil hollow dengan ukuran 38 x 38 x 1.2 mm sebagai konstruksi mesin dengan nilai modulus sebesar 2,02 cm³. Nilai defleksi pada profil sebesar 0,123 mm dan dikatakan aman dikarenakan nilai tersebut lebih kecil dari nilai defleksi ijin yaitu sebesar 4,17 mm. Diameter piston untuk pengepresan sebesar 40 mm dengan panjang *stroke* sebesar 150 mm dan diameter piston untuk pendorong sebesar 30 mm dengan panjang *stroke* sebesar 300 mm. Daya kompresor yang diperlukan mesin untuk proses pencetakan dengan tekanan 6 kgf/cm² sebesar 0,677 kW atau 677 Watt. Dengan ukuran utama mesin yaitu panjang 900 mm lebar 676 mm dan tinggi 1200 mm.
2. Dalam proses pembuatan mesin ini menggunakan material ASTM A36 untuk konstruksi mesin dan material kayu pinus untuk cetakan tahu dengan desain sesuai gambar teknik yang telah direncanakan dan sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan.
3. Rangkaian elektropneumatik menggunakan 1 units *power supply* 24V DC, *solenoid valve* 5/2-way 2 unit sebagai penggerak silinder pneumatik, 4 unit *limit switch*, 4 unit relay yang memiliki 3 unit koil setiap relay.
4. Dari hasil pengujian didapat hasil pengepresan tahu dari volume rata-rata 11.600 cm³ menjadi 5.775 cm³ memerlukan waktu sebesar 3 menit 19 detik, dan untuk pengepresan stik tahu dari volume 5.775 cm³ menjadi 2.887,5 cm³ memerlukan waktu sebesar 10 menit 3 detik dengan hasil akhir ketebalan tahu yang rata.

5 DAFTAR PUSTAKA

- Rizqi, Muhammad Alif, (2016). 'Rancang Bangun Mesin *Stamping Part Number* Otomatis pada Kampas Rem Menggunakan Sistem Elektropneumatik'. Surabaya : Tugas Akhir Program Studi Teknik Desain Dan Manufaktur, PPNS.
- Sugihartono. (1985). 'Dasar-dasar Kontrol Pneumatik'. Bandung: Tarsito.
- Sularso & Tahara, Haruo, (2000), Pompa dan Kompresor Pemilihan, Pemakaian dan Pemeliharaan Cetakan Ketujuh, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Yunus, Asyari D . - , 'Kompresor Udara'. Teknik Mesin, Universitas Darma Persada-Jakarta.
- Suparti, Erni & Darmawan, Petrus. 'Perancangan Alat Pengepresan Tahu Untuk Tingkat Industri Rumah Tangga dengan Google Sketchup'. Program Studi Teknik Industri dan Program Studi Analisis Kimia, Universitas Setia Budi.
- Gautama, Pria, dkk. (2014). 'Desain Prototipe Alat Press Tool Untuk Pembuatan O-ring Sistem Pneumatik'. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Maghfurah, Fadwah. dkk, 'Perencanaan Alat Pemindah Baterai Menggunakan Sistem Pneumatik Untuk Beban Maksimal 18Kg'. vol 8, no. 1. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta.