

# Rancang Bangun Alat Tamping Kopi Berbasis Sistem Pneumatik menggunakan *Solenoid Valve*

Marten Darmawan, Ignatius Felix Raharjo, Lucky Andreas\*, Nanda Viriya, Naomi Laras

Asmoro, Rafael Evan Pradipa, Arka Soewono

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Tangerang Banten 15345

\*Email: lucky.201804510049@student.atmajaya.ac.id

## ABSTRAK

Konsumsi minuman kopi oleh masyarakat Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Meningkatnya konsumsi menuntut penyajian kopi yang cepat dan juga konsisten dalam segi rasa. Beberapa jenis minuman kopi yang populer berbahan dasar espresso, proses pembuatan espresso dilakukan dengan memadatkan bubuk kopi (tamping) pada portafilter. Hal tersebut biasanya dilakukan secara manual menggunakan tangan. Alat Tamping Kopi Pneumatik ini bertujuan untuk mempersingkat waktu tamping dan hasil yang lebih konsisten. Berdasarkan hasil pengujian, waktu ekstraksi espresso dengan proses tamping menggunakan alat berada pada rentang waktu ideal yaitu 25 - 35 detik.

**Kata Kunci:** Kopi, Tamping, Pneumatik

## ABSTRACT

*Coffee consumption in Indonesia have increase annually. The increase of coffee consumption demands cafe owner to be quicker in serving and consistent on term of flavor. One of the popular coffee drinks is based on espresso, making an espresso requires a process called tamping in which the coffee ground will be compressed in the portafilter. This tamping process is usually done by hand. The Pneumatic Tamping Machine intends to replace the process that is usually done by hand so the result will be quicker and more consistent. The result, coffee extraction with tamping process from the machine done in 25 – 35 seconds or the ideal time for extraction.*

**Keywords:** Coffee, Tamping, Pneumatic

## 1. PENDAHULUAN

Minuman kopi menjadi minuman yang sangat diminati oleh masyarakat Indonesia. Menurut Andiani, sebagian masyarakat yang mengkonsumsi kopi sudah menjadi bagian dari gaya hidup atau lifestyle yang terus berkembang [1]. Berdasarkan data yang diambil dari International Coffee Organization (ICO), pertumbuhan kopi masyarakat Indonesia meningkat 44% pada periode 2008 hingga 2019 [2]. Pertumbuhan konsumsi kopi di masyarakat disebabkan oleh pertumbuhan penduduk, gaya hidup, dan motivasi dalam diri konsumen [3].

Peningkatan konsumsi kopi di Indonesia menuntut pembuatan kopi yang cepat dan konsisten. Perkembangan teknologi

memungkinkan pembuatan kopi yang cepat dan juga konsisten.

Penggunaan teknologi dengan sistem pneumatic mampu membantu proses pembuatan kopi dalam proses tamping.

Proses pembuatan kopi espresso diawali dari penggilingan biji kopi. Kemudian memasukan 7-13 gram kopi yang sudah dihaluskan ke dalam portafilter. Kopi yang di dalam portafilter diratakan sehingga kopi tersebar secara merata. Setelah itu dilanjutkan dengan memadatkan bubuk kopi atau dinamakan proses tamping. Terakhir dilakukan proses ekstraksi kopi dengan menggunakan air bertemperatur 90 hingga 97 °C.

Pembuatan kopi yang baik akan memakan waktu ekstraksi antara 25 hingga 35

detik. Waktu ekstraksi yang sangat mempengaruhi rasa dan karakteristik kopi yang dibuat karena waktu ekstraksi merupakan waktu kontak antara air dengan bubuk kopi. Waktu ekstraksi yang terlalu lama akan menghasilkan rasa kopi yang cenderung pahit. Sedangkan waktu ekstraksi kopi yang terlalu cepat akan menghasilkan kopi yang cenderung asam [4].

Waktu ekstraksi sangat dipengaruhi oleh kepadatan kopi yang dihasilkan saat proses tamping. Proses tamping dilakukan untuk memadatkan kopi sehingga memberikan ruang di bagian atas kopi sebagai tempat air keluar dari mesin. Banyak pembuat kopi (barista) yang merasa pegal akibat melakukan proses tamping berkali-kali, selain itu proses tamping yang dilakukan oleh orang berbeda dapat berbeda pula hasilnya. Dengan menggunakan mesin yang memanfaatkan pneumatic memberikan solusi untuk membuat kopi yang konsisten dan mengurangi kerja dari barista.

## 2. METODE PENELITIAN

Untuk menghasilkan gaya tekan yang diperlukan, alat press kopi menggunakan silinder pneumatic dan kompresor sebagai sumber. Sistem pneumatic dipilih karena tenaga yang dibutuhkan tidak terlalu besar dan harga komponen yang lebih terjangkau daripada hidraulik. Rangka sistem dibuat dengan material kayu dan baut M8x150 sebagai penopang rangka kayu, untuk catu daya menggunakan trafo 10A 12V, dan sistem menggunakan push button untuk mengaktifkan dan menonaktifkan atau mengatur gerak silinder pneumatic. Tamper kopi dibuat menggunakan teknik 3D printing yang kemudian dilakukan proses tap untuk membuat ulir dan kemudian dipasang pada ujung silinder pneumatik.

### A. Silinder pneumatic mal 16x50

Satu buah silinder pneumatic digunakan untuk menyalurkan gaya tekan yang digunakan untuk proses tamping. Silinder memiliki ukuran stroke 50mm dan bore 16mm. Tekanan maksimal yang dapat diterima 10 bar dan secara teoritis dapat menghasilkan gaya sebesar 14 kgf.

### B. Solenoid valve 5/2 way ¼ DC12V

Solenoid valve berfungsi untuk mengatur aliran udara antara kompresor dan silinder pneumatic. Solenoid valve menggunakan prinsip elektromagnetik, dalam operasinya

ditambahkan push button untuk mengatur kerja solenoid valve.

### C. Tamper

Tamper merupakan alat yang digunakan untuk melakukan proses tamping kopi. Tamper biasanya berbentuk silinder pipih dan terdapat gagang untuk pegangan. Ukuran tamper bervariasi menyesuaikan dengan ukuran portafilter, pada eksperimen kali ini ukuran portafilter yang digunakan adalah 58mm sehingga tamper dibuat agar mencapai suaian pas dengan teknik 3D printing.

### D. Sumber tenaga

Tekanan yang dibutuhkan untuk melakukan proses tamping berasal dari kompresor lakoni basic dengan tenaga ¾ hp, kapasitas 8l, max flow 80 l/min, dan tekanan maksimal 8 bar atau 115 psi. Kompresor kemudian dihubungkan dengan selang dengan diameter 6mm.

### E. Catu daya

Suplai listrik ke solenoid valve menggunakan sumber listrik rumahan 220V, oleh karena spesifikasi solenoid 12V maka digunakan trafo atau power supply 10A DC12V.

## 2.1 Rancang Bangun Dan Simulasi Perhitungan

Perhitungan kebutuhan tekanan:

Data desain :

$$F = 20 - 30 \text{ lbs} = 88,96 - 133,45 \text{ N}$$

$$D = 16 \text{ mm}$$

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \times (0,016 \text{ m})^2}{4} = 2,01 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Perhitungan tekanan :

$$P = \frac{F}{A} = \frac{88,96 - 133,45 \text{ N}}{2,01 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = 0,44 - 0,66 \text{ MPa}$$

Keterangan:

$F$  = gaya tamping yang diperlukan

$D$  = bore silinder pneumatik

$A$  = luas penampang silinder

$P$  = tekanan kerja

## 3. RANCANG BANGUN SISTEM PNEUMATIK TAMPING

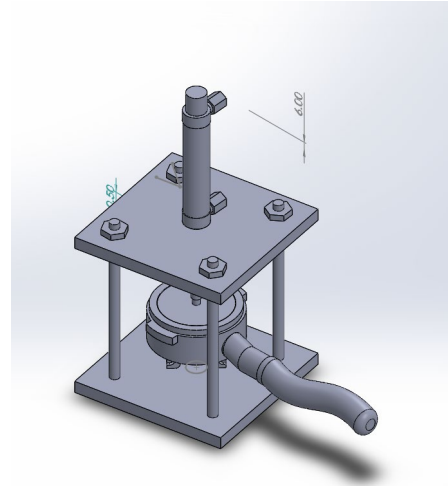
### 3.1 Perwujudan Alat Tamping

Sistem tamping berbasis pneumatik memiliki beberapa komponen utama seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Komponen

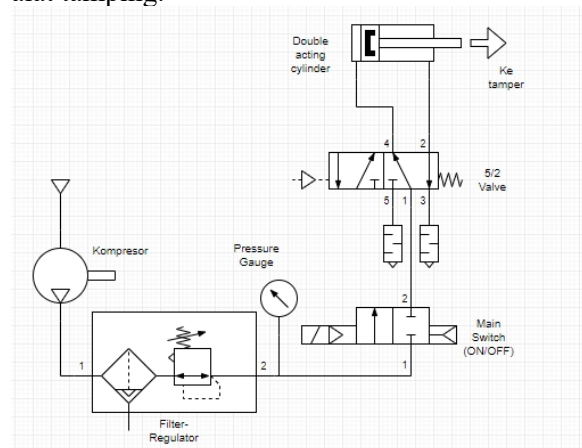
Nama	Kuantitas
CYLINDER PNEUMATIC MAL 16 X 50	1
SOLENOID VALVE 5/2 WAY ¼ DC12V	1
SELANG NYLON	1,5 m
Nepel silencer	2
Fitting Nepel 6mm to drat m5 male	2
Push button	1
FITTING NEPEL 6MM drat ¼ female	1
FITTING NEPEL 6MM drat ¼ male	3
BAUT M8 150MM	4
Kayu 13cmx13cmx1cm	2
Mur M8	8
Power supply 10 A DC12V	1

Bentuk rancangan dari alat tamping berbasis pneumatik dapat dilihat pada Gambar 1.



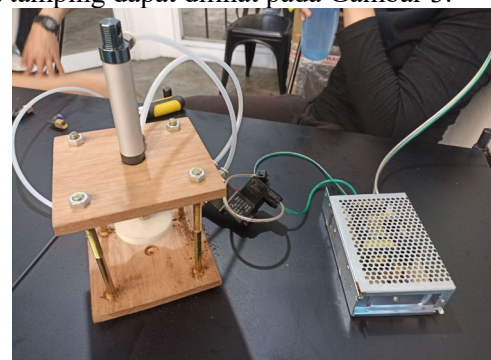
Gambar 1. Rancang bangun sistem mekanik dari alat tamping

Selain itu, dapat terlihat pada Gambar 2, sistem fluida pneumatik yang digunakan pada alat tamping.



Gambar 2. Rancang Bangun Sistem Pneumatik Alat Tamping

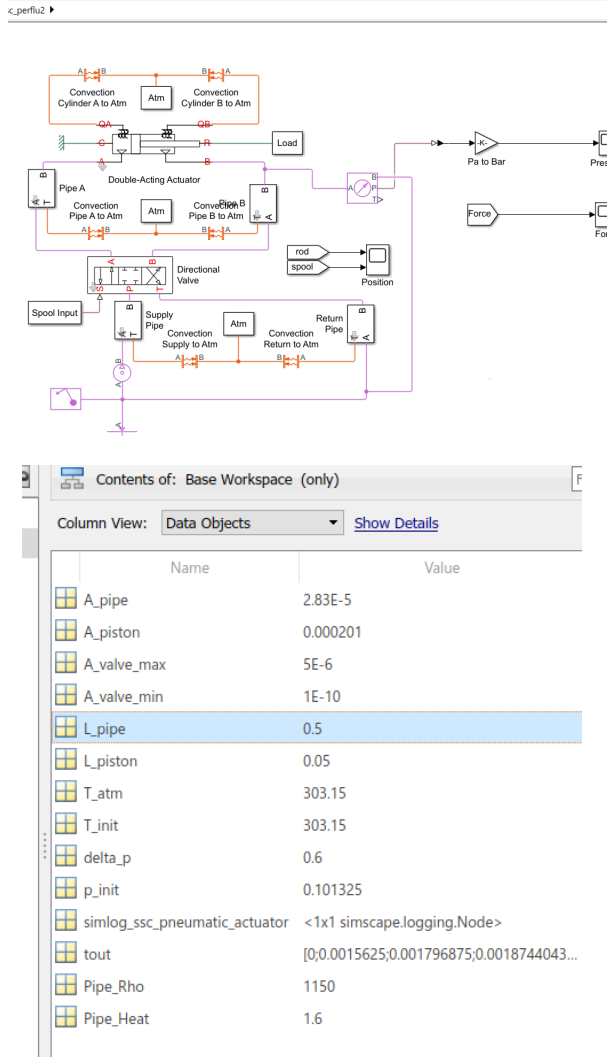
Setelah perancangan disimulasikan dan dilakukan perhitungan awal. Sistem tamping diwujudkannyatakan sesuai dengan perhitungan dan simulasi awal yang telah dilakukan. Perwujudan alat tamping dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perwujudan Alat Tamping

### 3.2 Simulasi Performa Kerja Alat

Pemodelan sistem dilakukan dengan menggunakan matlab simscape physical modelling. Dengan menggunakan sistem ini, kita dapat memodelkan Rancang bangun yang kita lakukan, apakah perancangan yang dilakukan telah sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan [5,6].



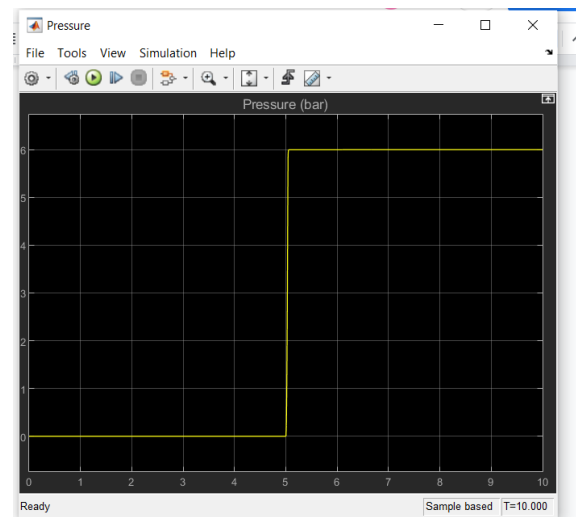
Gambar 4. Model Simscape dari Alat Tamping dan Parameter Pengujian yang Digunakan

Keterangan :

- A\_pipe : Luas nozzle nylon ( $m^2$ )
- A\_Piston : Luas piston pneumatik ( $m^2$ )
- A\_valve : Diameter bukaan spool pada solenoid valve (m)
- L\_Pipe : Panjang nylon antar sambungan (m)
- L\_Piston : Stroke length dari piston
- T\_atm : Temperatur lingkungan (atm)
- T\_init : Temperatur awal sistem (K)
- Delta\_p : Tekanan awal dari kompresor (Mpa)
- P\_init : tekanan awal sistem (atm)
- Pipe\_Rho : Massa jenis nylon ( $Kg/m^3$ )
- Pipe\_Heat : Koefisien konduktivitas termal

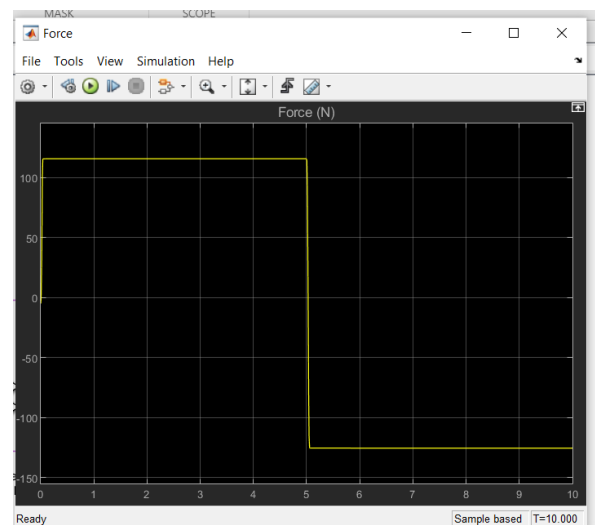
nylon ( $(Kj/ Kg K)$ )

Pemodelan dilakukan dengan mempertimbangkan aspek mekanik, fluida, dan termal dari sistem. Pada pemodelan ini sistem dimodelkan untuk melawan suatu gaya konstan yang diberikan pada batang piston. Fluida kerja yang digunakan pada pemodelan ini adalah udara dengan properti gas ideal. Sebagai input dari simulasi pemodelan, kita memodelkan perubahan posisi *spool* sebagai input dari sistem. Hasil dari pemodelan sistem yang bisa kita dapatkan adalah perubahan temperatur, tekanan, gaya, dan perubahan posisi piston sebagai reaksi dari input yang diberikan (Gambar 5).



Gambar 5. Grafik Tekanan Input

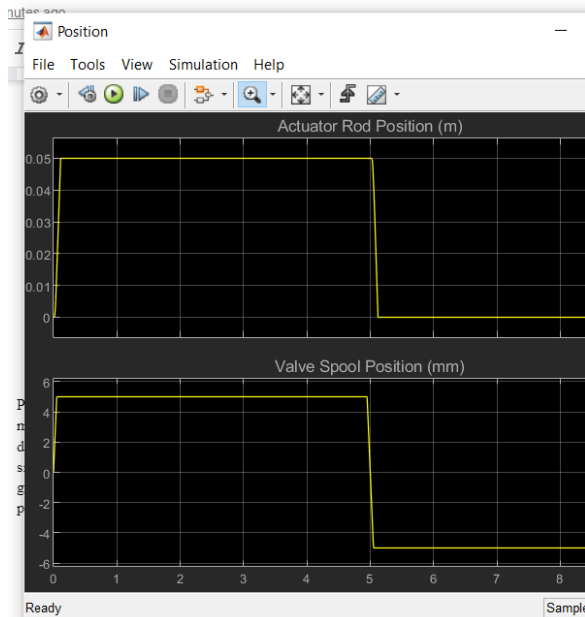
Hasil simulasi dari Simscape menunjukkan grafik gaya pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Gaya

Hasil simulasi juga menunjukkan pergerakan spool dari valve dan pergerakan

piston penekan tamping (ditunjukkan pada Gambar 7).



Gambar 7. Garfik Pergerakan *Spool* dan Piston

Berdasarkan hasil dari simulasi didapatkan data-data sebagai berikut

- Input delay (0.08 S)
- Force : (115.8 N)
- Pressure at piston inlet port : 6 bar

### 3.3 Pengujian Alat Stamping

Pengujian dilakukan di Kopi Frase, Jl. KH. Moh. Mansyur, Jakarta Pusat. Pengujian dilakukan dengan membandingkan waktu ekstraksi espresso hasil proses tamping dengan menggunakan tangan dan menggunakan alat. Variabel tetap dari percobaan adalah rasio kopi dan air 1:2, teknik ekstraksi, dan dilakukan proses perataan bubuk kopi terlebih dahulu menggunakan alat yang bernama distributor. Berdasarkan hasil pengujian ekstraksi dengan proses tamping menggunakan tangan dan hasil wawancara dengan barista yang bertugas, waktu ekstraksi ideal berkisar antara 25-35 detik. Pengujian tamping menggunakan alat dilakukan sebanyak 10 kali dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian

No	Waktu (detik)
1	18
2	32
3	30
4	30
5	28
6	34
7	32
8	32
9	30
10	31

Pengujian pertama dilakukan dengan tidak menggunakan distributor terlebih dahulu sehingga bubuk kopi tidak terpadatkan dengan sempurna dan waktu ekstraksi yang terlalu cepat. Pengujian selanjutnya menggunakan distributor terlebih dahulu, dapat dilihat bahwa waktu ekstraksi yang diperlukan berada pada rentang ideal dengan rata-rata 31 detik.



Gambar 9. Hasil Pengujian Menggunakan Tangan (Kiri) dan Alat (Kanan)

Secara visual hasil ekstraksi dengan proses tamping menggunakan tangan menghasilkan crema yang lebih tebal dan dari segi rasa lebih lembut dari pada hasil ekstraksi dengan proses tamping menggunakan alat.

## 4. SIMPULAN (CONCLUSION)

Berdasarkan hasil pengujian maka rancang bangun alat tamping kopi pneumatik dinyatakan berhasil. Waktu ekstraksi yang diperlukan berada pada rentang ideal dengan rata-rata 31 detik. Saran untuk pengembangan

kedepannya adalah menambahkan solenoid valve 3/2 untuk mengatur aliran keluar dari kompresor ke valve 5/2, hal ini dikarenakan jika ingin mengoperasikan alat katup pada kompresor harus dibuka terlebih dahulu secara manual dan tekanan dari kompresor akan berkurang jika katup terus dibuka. Komponen lain yang perlu ditambahkan adalah dudukan portafilter pada alat.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] 1. Andiani, Pengaruh Servicescape Terhadap Keputusan Pembelian Konsumen Kafe Kopi Di Kota Bogor, Bogor, Institut Pertanian Bogor, 2018.
- [2] 2. S. Dinda and E. Fitriani, “Konsumsi Kopi di Indonesia Naik 44%,” 2020. <https://investor.id/business/222474/konsumsi-kopi-di-indonesia-naik-44>
- [3] 3. N. N. Adiwinata, U. Sumarwan, and M. Simanjuntak, “Faktor-Faktor yang Memengaruhi Perilaku Konsumsi Kopi di Era Pandemi Covid-19,” *J. Ilmu Kel. dan Konsum.*, vol. 14, no. 2, pp. 189–202, 2021, doi: 10.24156/jikk.2021.14.2.189
- [4] 4. M. Yoga A, “tips atasi masalah ekstraksi ketika minum espresso,” Otten coffeee, 2018. <https://ottencoffee.co.id/majalah/tips-atasi-masalah-ekstraksi-ketika-membuat-espresso>
- [5] Szakacs, T. (2020, October). A Matlab/Simulink® dynamic model of a pneumatic piston and system for industrial application. In 2020 4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT) (pp. 1-8). IEEE.
- [6] Miller, S., & Wendlandt, J. (2010). Real-time simulation of physical systems using simscape. *MATLAB News and Notes*, 1-13.