

Rancang bangun alat pemasang tali sandal menggunakan sistem pneumatik

Tresna Umar Syamsuri¹, Wijaya Kusuma², Rohmanita Duanaputri³, Harrij Mukti K⁴
tresna.umar@polinema.ac.id¹, wijayakusuma.polinema@gmail.com², rogmanitar@gmail.com³,
harrij@polinema.ac.id⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Informasi Artikel

Riwayat Artikel

Diterima 22 September 2020

Direvisi 14 Oktober 2020

Diterbitkan 30 Oktober 2020

Kata kunci:

Produksi
Efisien
Pneumatik

Keywords:

Production
Efficient
Pneumatic

ABSTRAK

Saat ini banyak berkembang sentra industri rumahan yang berkembang di masyarakat. Salah satunya adalah industri rumahan yang memproduksi sandal. Dalam proses produksinya pengrajin sandal masih sangat mengandalkan keterampilan tangan atau *handmade*, peralatan yang digunakan pun masih sangat minim. Kurang canggihnya peralatan penunjang membuat proses produksi menjadi lama dan tidak efisien. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan perencanaan dan pembuatan suatu alat untuk membantu dalam proses produksi sandal, khususnya dalam pemasangan tali sandal agar lebih cepat, efisien dan tidak memerlukan tenaga yang berat dalam pengoperasiannya. Salah satu bentuk teknologi yang dapat diaplikasikan dalam pemasangan tali sandal ini adalah menggunakan sistem pneumatik yang bekerja dengan memanfaatkan tekanan udara dari kompresor serta sistem manual dengan menggunakan pegas. Dalam pembuatan alat pemasang tali sandal ini pneumatik digunakan sebagai komponen utama. Tujuan perencanaan dan pembuatan alat ditujukan kepada pekerja di *Home Industry* sandal agar bisa memproduksi sandal dengan jumlah banyak dalam waktu yang singkat.

ABSTRACT

Currently, many home industry centers are developing in the community. One of them is a home industry that produces sandals. In the production process, sandal craftsmen still rely heavily on hand or handmade skills, and the equipment used is still very minimal. Lack of sophisticated supporting equipment makes the production process long and inefficient. Based on these problems, it is necessary to plan and manufacture a tool to assist in the sandal production process, especially in the installation of sandal straps so that it is faster, more efficient and does not require heavy labor in operation. One form of technology that can be applied in the installation of this sandal strap is using a pneumatic system that works by utilizing the air pressure from the compressor and the manual system using springs. In making this sandal strap fixing tool, pneumatics is used as the main component. The purpose of planning and making tools is aimed at workers in the sandal home industry so that they can produce large quantities of sandals in a short time.

Penulis Korespondensi:

Tresna Umar Syamsuri,
Jurusan Teknik Elektro,
Politeknik Negeri Malang,
Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Jawa Timur, Indonesia.
Email: tresna.umar@polinema.ac.id

1. PENDAHULUAN

Otomasi di dunia industri sangatlah bersaing seperti pada sistem pneumatik. Seperti pada industri pengolahan pangan, industri otomotif, industri kimia farmasi, dan industri lainnya sudah menggunakan

sistem pneumatik. Sistem pneumatic ini menggantikan pekerjaan secara manual menjadi pekerjaan yang otomatis [1-2].

Sejalan dengan perkembangan teknologi dan masyarakat saat ini, semakin banyak kebutuhan yang harus terpenuhi. Hal ini terbukti dengan makin berkembangnya industri besar maupun rumahan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat. Perkembangan industri ini perlu ditunjang dengan penerapan teknologi. Sebab dengan penerapan teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan nilai kualitas dan meningkatkan hasil produksi.

Dalam proses produksinya pengrajin sandal masih sangat mengandalkan keterampilan tangan atau *handmade*, peralatan yang digunakan pun masih sangat minim. Dalam proses pengerjaannya diperlukan ketelitian dan ketelatenan yang lebih. Tidak hanya itu kurang canggihnya peralatan penunjang membuat proses produksi menjadi lama dan tidak efisien dan tentunya tenaga para pengrajin lebih cepat terkuras. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka diperlukan perencanaan dan pembuatan suatu alat untuk membantu dalam proses produksi sandal, khususnya dalam pemasangan tali sandal agar lebih cepat, efisien dan tidak memerlukan tenaga yang berat dalam pengoperasiannya.

Salah satu bentuk teknologi yang dapat diaplikasikan dalam pemasangan tali sandal ini adalah menggunakan sistem pneumatik yang bekerja dengan memanfaatkan tekanan udara dari kompresor. Pneumatik berasal dari bahasa Yunani, yaitu 'Pneuma' yang berarti napas atau udara. Pneumatik adalah sebuah sistem yang menggunakan tenaga angin yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan. Pneumatik merupakan teori atau ilmu pengetahuan tentang udara yang bergerak. Pneumatik menggunakan hukum aerodinamika yang menentukan keadaan keseimbangan udara. Penggunaan sistem pneumatik dalam dunia industri sudah menjadi barang umum, bahkan hampir semua industri apalagi manufacture mengandalkan pneumatik untuk mempermudah dalam proses produksinya [3-5].

Berikut merupakan hukum dasar udara bertekanan: [6]

1. Hukum Pascal
Hukum ini menyatakan bahwa tekanan yang diberikan kesuatu bagian dari suatu fluida dalam sebuah ruangan tertutup akan bekerja tegak lurus pada semua bagian dalam ruangan itu.
2. Hukum Boyle
Hukum Boyle-Mariotte menyatakan bahwa pada temperatur konstan, volume (V) gas berbanding terbalik dengan tekanan (P), pada saat sebuah piston silinder didorong volume gas berkurang karena tekanan gas naik.

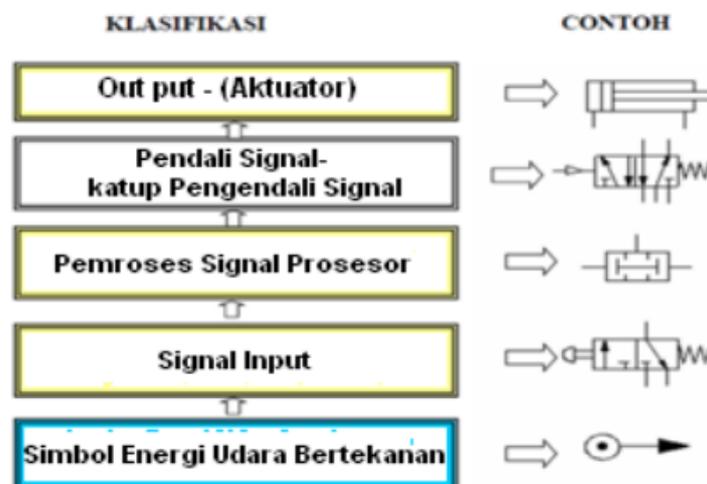
2. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Menentukan wiring serta desain alat
2. Penentuan pneumatic yang digunakan
3. Penentuan pengaman

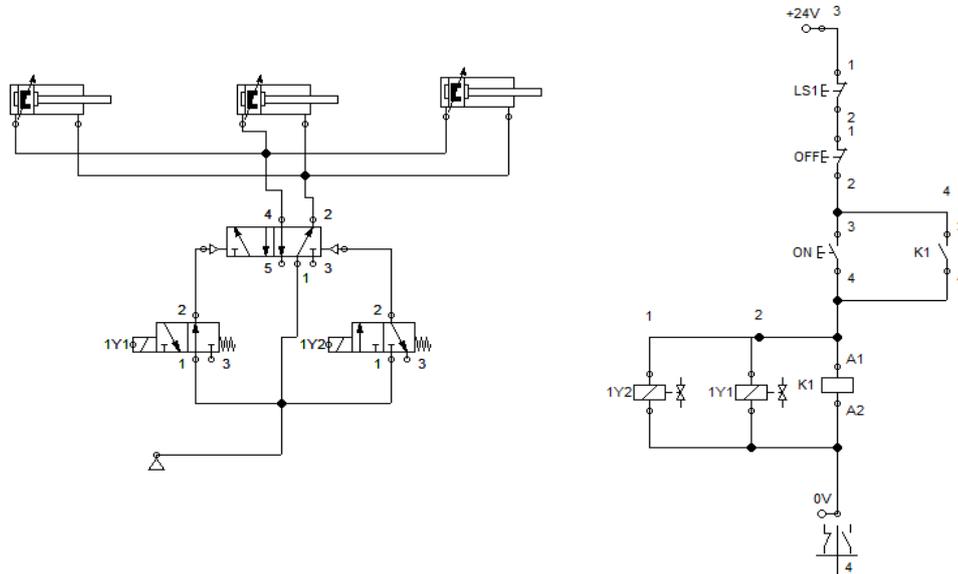
2.1 Wiring dan Desain Alat.

Sistem pneumatik memiliki elemen yang mempunyai fungsi berbeda-beda. Secara garis besar elemen pada sistem pada pneumatik dapat dilihat pada skema berikut [7-10]:



Gambar 1. Elemen Sistim Pneumatik

Perencanaan merupakan suatu alat sistematis yang digunakan untuk menentukan kondisi yang diharapkan dari suatu tapak serta cara untuk mencapai kondisi yang diharapkan. Proses pembuatan harus memberikan pemikiran yang logikal dan kerja tim yang baik dalam menciptakan sebuah desain dan dapat memberikan informasi yang jelas tentang desain. Berikut adalah wiring dan desain alat yang akan dibuat:

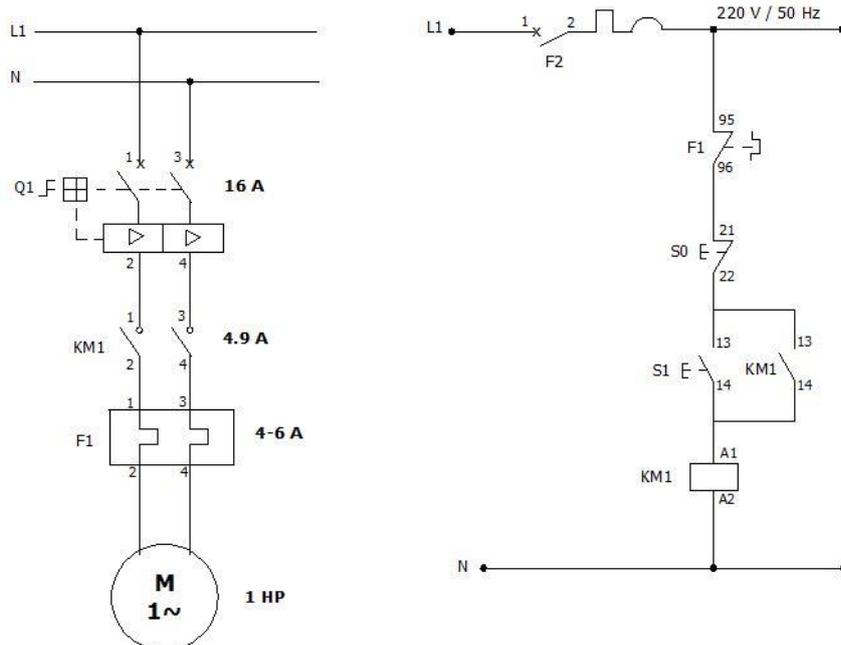


Gambar 2. Wiring Diagram

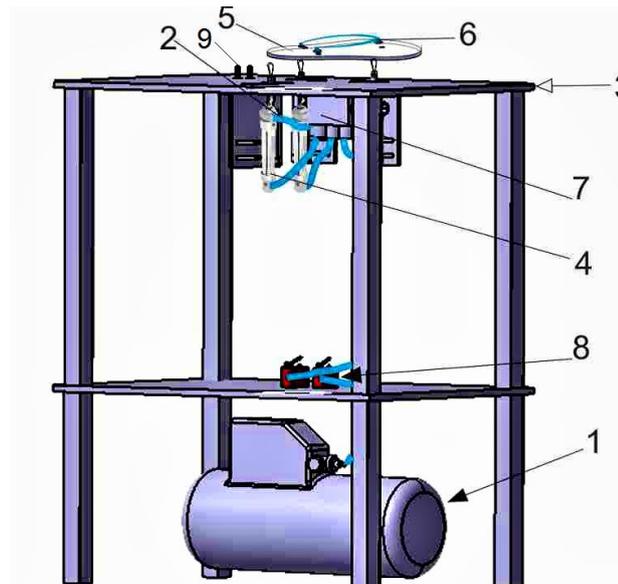
Keterangan: S = Silinder
K = Katub

Penjelasan:

1. Pastikan kompresor terhubung dengan arus listrik.
2. Pastikan rangkaian pneumatik terhubung dengan kompresor.
3. Saat tombol 1Y1 ditekan maka piston/silinder S1, S2 Dan S3 akan bergerak mundur secara bersamaan.
4. Untuk mengembalikan piston/silinder kembali maju, maka tekan tombol 1Y2.



Gambar 3. Rangkaian Daya dan Rangkaian Kontrol



Gambar 4. Bagian-bagian Alat

Tabel 1 Bagian-bagian Alat

Nama Komponen	
1. Kompresor	6. Tali Sandal
2. Selang	7. Manifold
3. Meja	8. Katub
4. Silinder	9. Tombol Selenoid
5. Sandal Jepit	

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penentuan Pneumatik

3.1.1 Perencanaan Ukuran Silinder

Tahap pertama perencanaan ukuran silinder akan dicari terlebih dahulu luas penampang silinder minimal, agar piston dapat menarik kancing tali sandal sesuai yang diharapkan. Adapun data yang diketahui untuk mencari luasan silinder minimal adalah sebagai berikut:[11]

$$p = 6 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\mu = 0,85$$

$$F \text{ (gaya penarikan tali sandal)} = 20 \text{ kgf (didapatkan dari hasil pengukuran).}$$

Luasan minimal dapat dicari menggunakan persamaan 1:

$$F = A \cdot p \cdot \mu \quad (1)$$

$$20 \text{ kgf} = A \cdot 6 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 0,85$$

$$20 \text{ kgf} = A \cdot 5,1 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$A = 20 \text{ kgf} \div 5,1 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$A = 3,92 \text{ cm}^2$$

Dari hasil perhitungan maka telah didapatkan luas penampang minimal yang dibutuhkan untuk menarik kancing tali sandal. Kemudian dilakukan percobaan perhitungan luas penampang dengan pemilihan silinder pneumatik berukuran diameter silinder 3,2 cm dan diameter piston 1 cm menggunakan persamaan 2:[11]

$$A = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \quad (2)$$

$$A = \frac{\pi}{4}(3,2 \text{ cm})^2 - (1 \text{ cm})^2$$

$$A = 7,25 \text{ cm}^2$$

Dari hasil perhitungan luasan menggunakan diameter 32 mm dan diameter piston 10 mm maka didapatkan hasil perhitungan yang melebihi dari luas minimal perencanaan, sehingga silinder pneumatik dengan diameter 32 mm dan diameter piston sebesar 10 mm dapat digunakan.

3.1.2 Perhitungan Gaya Piston Pneumatik

Perhitungan gaya piston pneumatik diperoleh dari adanya data yang diketahui sebagai berikut: [11]

$D = 32 \text{ mm} = 3,2 \text{ cm}$

$d = 10 \text{ mm} = 1 \text{ cm}$

$p = 6 \text{ kgf/cm}^2$

$\mu = 0,85$

a. Gaya Dorong Piston

Gaya dorong piston dapat dihitung menggunakan persamaan 3: [11]

$$F_{\text{dorong}} = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot p \cdot \mu \tag{3}$$

$$F_{\text{dorong}} = \frac{\pi}{4} (3,2 \text{ cm})^2 \cdot 6 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 0,85$$

$$F_{\text{dorong}} = 41,017 \text{ Kgf}$$

b. Gaya Tarik Piston

Gaya tarik piston dapat dihitung menggunakan persamaan 4: [11]

$$F_{\text{tarik}} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \mu \tag{4}$$

$$F_{\text{tarik}} = \frac{\pi}{4} ((3,2 \text{ cm})^2 - (1 \text{ cm})^2) \cdot 6 \frac{\text{Kgf}}{\text{cm}^2} \cdot 0,85$$

$$F_{\text{tarik}} = 37,011 \text{ Kgf}$$

3.1.3 Perhitungan Kecepatan Silinder

Untuk mengetahui kecepatan silinder diperoleh dengan menggunakan persamaan 5. Adapun data yang diketahui sebagai berikut: [11]

$t = 0,37 \text{ s}$ (dari hasil percobaan waktu piston maju = waktu piston mundur)

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

maka,

$$v = \frac{h}{t} \tag{5}$$

$$v = \frac{0,1 \text{ m}}{0,37 \text{ s}} = 0,27 \text{ m/s}$$

3.1.4 Konsumsi Udara Pada Silinder

Kebutuhan udara saat silinder bergerak maju mundur dapat dihitung menggunakan persamaan rumus 5 dan 6. Adapun data pendukung untuk melakukan perhitungan konsumsi udara sebagai berikut: [11]

$D = 32 \text{ mm}$

$h = 100 \text{ mm}$

$n = 3 \text{ silinder}$

1. Konsumsi Udara Saat Piston Maju

$$V_{\text{Dorong}} = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot h \cdot n \tag{6}$$

$$V_{\text{Dorong}} = \frac{\pi}{4} \cdot (32\text{mm})^2 \cdot (100\text{mm}) \cdot 3$$

$$V_{\text{Dorong}} = 241.152\text{mm}^2$$

$$V_{\text{Dorong}} = 241152 \text{ mm}^3 \times 10^{-6} \frac{\text{lt}}{\text{mm}^3}$$

$$V_{\text{Dorong}} = 0,241152 \text{ lt}$$

2. Konsumsi Udara Saat Piston Mundur

$$V_{\text{pull}} = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot h \cdot n \tag{7}$$

$$V_{\text{pull}} = \frac{\pi}{4} \cdot ((32\text{mm})^2 - (10\text{mm})^2) \cdot (100\text{mm}) \cdot 3$$

$$V_{\text{pull}} = 217.602 \text{ mm}^2$$

$$V_{\text{pull}} = 217602 \text{ mm}^3 \times 10^{-6} \frac{\text{lt}}{\text{mm}^3}$$

$$V_{\text{pull}} = 0,217602 \text{ lt}$$

3. Konsumsi Udara satu siklus

$$V_{\text{Total}} = V_{\text{push}} + V_{\text{pull}} \tag{8}$$

$$V_{\text{Total}} = 0,241152 \text{ lt} + 0,217602 \text{ lt}$$

$$V_{\text{Total}} = 0,4587172 \text{ lt}$$

3.2 Penentuan Pengaman (MCB)

Pemilihan Miniature Circuit Breaker (MCB) ditentukan oleh beberapa hal:[12]

1. Standar

- SPLN 108 / SLI 175, bila digunakan oleh pemakai umum (instalasi perumahan kapasitas pemutusan rendah).
- IEC 60947-2, bila digunakan oleh ahlinya (aplikasi industri-kapasitas pemutusan tinggi).

2. Kapasitas pemutusan

Kapasitas pemutusan suatu pemutus tenaga harus lebih besar dari arus hubung singkat pada titik instalasi di mana pemutus tenaga tersebut dipasang. Pada diagram garis suatu sistem, disarankan untuk juga menyebutkan besar kapasitas pemutusan di samping arus pengenal pemutus tenaga yang digunakan.

3. Arus Pengenal

Arus pengenal pemutus tenaga harus disesuaikan dengan besarnya arus beban yang dilewatkan kabel dan lebih kecil dari arus yang diijinkan pada kabel.

4. Tegangan

Tegangan operasional pengenal pemutus tenaga harus lebih besar atau sama dengan tegangan sistem.

5. Jumlah kutub

6. Bentuk kurva trip (Kurva C atau Kurva D)

Menentukan besar magnetis trip terhadap arus pengenal.

7. Frekuensi sistem

8. Aplikasi beban

Tipe kabel yang diamankan, tembaga atau aluminium.

Untuk Menghitung besarnya ukuran MCB maka diperlukan rumus sebagai berikut :

$$P = V \times I \times \cos \phi$$

Keterangan :

P = Power (besar daya listrik dalam satuan watt)

V = Voltage (besar tegangan listrik dalam satuan volt)

I = Intensity (Arus Listrik dalam satuan Ampere)

$\cos \phi$ = Sudut antara daya nyata (S) dengan daya aktif (P)

Maka dari itu MCB yang digunakan adalah:

Diketahui:

P kompresor = 750 Watt

V = 220 Volt

Jika diasumsikan $\cos \phi = 0,8$; maka:

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$P = 220 \cdot I \cdot 0,85$$

$$I = \frac{P}{220 \times 0,8}$$

$$I = \frac{750}{220 \times 0,8}$$

$$I = 4,2 \text{ A}$$

$$I = I_{\text{nominal}} = 4,2 \text{ A}$$

$$\text{- Rating MCB} = 2,5 \times I_n = 2,5 \times 4,2 = 10,5 \text{ A}$$

Jadi dipilih MCB dua pole dengan arus nominal 16 A merk Merlin Gerlin type 23573.

$$\text{- Rating TOR} = 1,15 \times I_n = 1,15 \times 4,2 = 4,83 \text{ A}$$

jadi dipilih TOR dengan setting ampere 4-6 merk schneider electric type LRD-10.

$$\text{- Rating kontaktor} = 1,15 \times I_n = 1,15 \times 4,2 = 4,83 \text{ A}$$

Jadi dipilih kontaktor dengan arus nominal 4,9 A merk Schneider Electric type LCI – K0610.



Gambar 5. Hasil pembuatan Pneumatik pada Alat Pemasang Tali Sandal

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat di ambil dalam penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil perencanaan maka diketahui bahwa alat pemasang tali sandal jepit ini menggunakan:
 - a) Selenoid valve 2 buah yang digunakan untuk menggerakkan piston dengan energi listrik.
 - b) Kompresor 1 HP yang digunakan untuk mensuplai udara ke komponen pneumatik.
 - c) MCB 16 A yang digunakan untuk pengaman kompresor 1HP.
2. Perancangan dan pembuatan alat pemasang tali sandal jepit ini dapat meningkatkan produktivitas dan omzet perusahaan. Selain itu juga mampu meningkatkan penghasilan karyawan industri sandal tersebut, karena dengan alat ini karyawan mampu memasang tali sandal lebih banyak. Untuk mengetahui waktu pemasangan satu pasang sandal jepit digunakan stopwatch. Dari pengukuran tersebut diketahui pemasangan satu pasang sandal jepit dengan menggunakan alat tradisional membutuhkan waktu 120 detik, sedangkan jika menggunakan alat pemasang tali sandal jepit membutuhkan waktu 75 detik sehingga dapat menghemat waktu 45 detik setiap pasangannya.
3. Alat ini mudah dioperasikan karena terdiri dari komponen yang sederhana, selain itu perawatannya cukup mudah karena hanya membutuhkan satu kali perawatan dalam jangka waktu 3 bulan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Syahril, A dan Hidayat, M. Fajri, "Perancangan Ulang Peralatan Pneumatik Berbasis *Programmable Logic Control* (PLC) untuk Kegiatan Praktikum", Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur UNJ, Edisi terbit I – April 2018
- [2] Putra, I. A. dan Haris, M., "Analisa Sistem Pneumatik Alat Pemotong Serat Alam", Jurnal Momentum, Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Padang, Vol.19 No.2 Agustus 2017,
- [3] Khalid, A. dan Raihan, H., "Rancang Bangun Simulasi Sistem Pneumatik untuk Pindah Barang", Jurnal INTEKNA, Volume 16, No. 1, Mei 2016: 1 – 100.
- [4] Mas'ud, A. 2017. *Pneumatik dan Hidrolik*. Malang: Politeknik Negeri Malang.
- [5] Subhan, M. dan Satmoko, A., "Penentuan Dimensi Dan Spesifikasi Silinder Pneumatik Untuk Pergerakan Tote Iradiator Gamma Multiguna Batan", Jurnal Perangkat Nuklir, Volume 10, Nomor 02, Nopember 2016, ISSN No. 1978-3515.
- [6] Bahtiar dan Prasetyo, "Mesin Pengepres Plastik Dengan Sistem Penggerak Pneumatik", Program Studi D3 Teknik Mesin FTI-ITS Surabaya.
- [7] Taribuka, Samuel Marthen dan Hatuwe, Azmain Noor, "Perencanaan Instalasi Kontrol Pneumatik Menggunakan Metode Cascade Pada Alat Pelumatan Tanah Liat Sebagai Bahan Dasar Batu Bata Merah", Jurnal TEKNOLOGI, Volume 9 Nomor 1, 2012; 969 - 977
- [8] Ebel, Frank. 2000. *Fundamental of Pneumatic*. Denckendorf: FESTO
- [9] Ebel, Frank. 2000. *Pneumatics Basic Level, Set of Overhead Transparencies*. Denckendorf: FESTO
- [10] Haring, W. Metzger, M. Weber, R. 2012. *Pneumatics Basic Level*. Denckendorf: FESTO
- [11] Hartono, S. 1985. *Dasar-Dasar Kontrol Pneumatik*. Bandung: Tarsito.
- [12] Badan Standarisasi Nasional, 2011, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2011 (PUIL 2011)*, Yayasan PUIL, Jakarta