

Analysis of the Effect of Pressure and Air Flowrate Variation on Pneumatic Air Cylinder Speed Using the Pneumatic Software Application

[Analisa Pengaruh Variasi Tekanan dan Laju Aliran Udara Pada Kecepatan Air Cylinder Pneumatik dengan Menggunakan Aplikasi Software Pneumatik]

Faizal Syahda Nugraha ¹⁾, A'rasy Fahrudin ²⁾

¹⁾ Progam Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Progam Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: arasy.fahrudin@umsida.ac.id

Abstract. *The air cylinder is an important component in a pneumatic-based automation machine, where the speed of the air cylinder greatly influences the performance of a machine. For this reason, it is necessary to carry out careful planning and pay attention to factors that can influence the performance of an air cylinder. In this research, a test was carried out to determine the effect of the pressure and air flowrate used on the air cylinder speed using the pneumatic software application. From the results of the tests carried out, it shows that the size of the pressure and air flowrate used have an effect on the speed of the air cylinder. Tests also show that increasing the air flowrate will provide a higher increase in speed than increasing the air pressure.*

Keywords - *Pneumatic; air cylinder; flowrate; pressure*

Abstrak. *Air cylinder termasuk komponen penting dalam sebuah mesin otomasi berbasis pneumatik, dimana kecepatan air cylinder sangat mempengaruhi kinerja dari sebuah mesin. Untuk itu perlu dilakukan perencanaan yang matang dan memperhatikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kinerja sebuah air cylinder. Dalam penelitian ini dilakukan sebuah pengujian untuk mengetahui pengaruh dari tekanan dan laju aliran udara yang digunakan, terhadap kecepatan air cylinder menggunakan aplikasi software pneumatik. Dari hasil pengujian yang dilakukan menunjukkan jika besar kecilnya tekanan dan laju aliran udara yang digunakan pada rangkaian pneumatik, memberikan pengaruh pada kecepatan air cylinder. Dalam pengujian juga menunjukkan jika menaikkan laju aliran udara akan memberikan peningkatan kecepatan yang lebih tinggi dari pada meningkatkan tekanan udara.*

Kata Kunci - *Pneumatic; air cylinder; flow rate; pressure*

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan dunia industri saat ini sangatlah pesat, dengan adanya itu pasti kita juga akan di hadapkan dengan banyak permasalahan pada proses produksi. Dimana Kompleksitas dalam pengolahan bahan baku menjadi bahan jadi, membuat manusia untuk selalu meningkatkan kinerja kerja sistem produksi guna mendukung proses tersebut[1]. Untuk meningkatkan efektifitas,efisiensi serta mendapatkan hasil yang yang maksimal, saat ini banyak perusahaan yang mulai menggunakan mesin berbasis otomasi dalam proses produksinya. Otomasi dalam sistem mesin produksi dapat didefinisikan sebagai penggabungan sistem mekanik dan elektronik yang berbasis komputasi guna merubah semua proses manual menjadi otomatis [2].

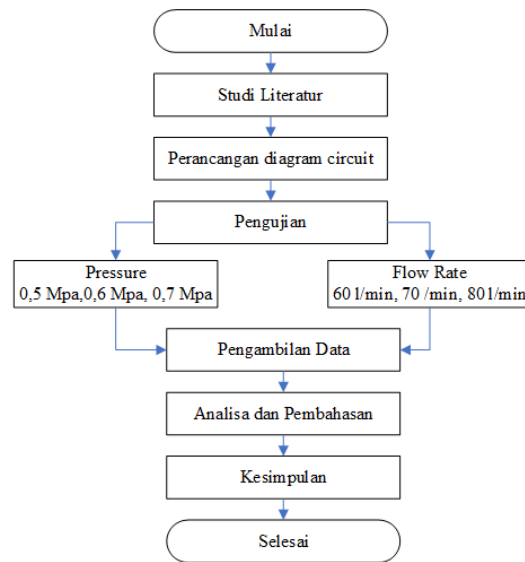
Penggunaan sistem mekanik sebagai penggerak dalam sebuah mesin otomasi, saat ini banyak yang menggunakan sistem pneumatik. Sistem pneumatik sendiri dapat diartikan sebagai kumpulan-kumpulan komponen yang saling berkaitan yang menggunakan udara yang dimampatkan atau udara bertekanan untuk dirubah menjadi energi gerak[3].Salah satu komponen terpenting dalam sistem pneumatik adalah *air cylinder*/aktuator. Dimana aktuator adalah bagian paling terakhir dari sistem pneumatik yang berfungsi untuk merubah udara bertekanan dari kompresor menjadi energi gerak linier maju mundur,jepit maupun putar[4].Gerakan dari sebuah aktuator ini nantinya yang akan mempengaruhi kinerja sebuah mesin,baik itu dari tenaga yang dihasilkan maupun seberapa cepat mesin itu akan bergerak. Oleh karenanya pemilihan actuato dalam perancangan mesin perlulah memperhatikan faktor faktor yang akan mempengaruhi dari kinerja actuato, baik dari segi tenaga maupun kecepatan dari actuato tersebut.[5]

Bedasarkan penelitian yang sudah ada, dimana penelitian itu dilaukan secara langsung dengan memberikan perubahan tekanan udara yang digunakan pada sebuah rangkaian pneumatik. Menyatakan bahwa besarnya tekanan uadara yang digunakan pada sebuah rangkaian pneumatik, mempengaruhi kecepatan *air cylinder*. Dimana semakin besar pressure yang digunakan maka semakin cepat juga *air cylinder* itu bergerak[6].

Dari uraian diatas yang telah dijabarkan, akan dilakukan sebuah penelitian untuk mengetahui faktor apa saja yang mempengaruhi kecepatan dari *air cylinder*. Agar pembahasan permasalahan tidak terlalu luas, penelitian ini dibatasi pada pengaruh dari tekanan udara dan laju aliran udara terhadap kecepatan air cylinder saja. Dan untuk penelitian ini sendiri tidak dilakukan secara langsung melainkan menggunakan bantuan aplikasi *software* pneumatik, Untuk mempermudah dalam menentukan batasan dan parameter penelitian dan mendapatkan hasil yang akurat.

II. METODE

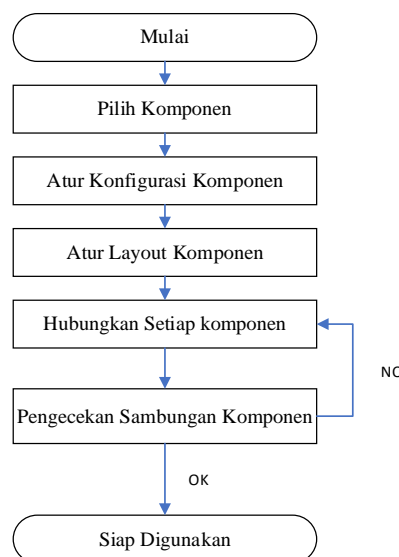
Dalam penulisan tugas akhir ini dibuatlah sebuah diagram alir, agar dalam pengujian dan penyusunan laporan tidak terjadi kesalahan.



Gambar 1. Diagram Alir

Perancangan Circuit

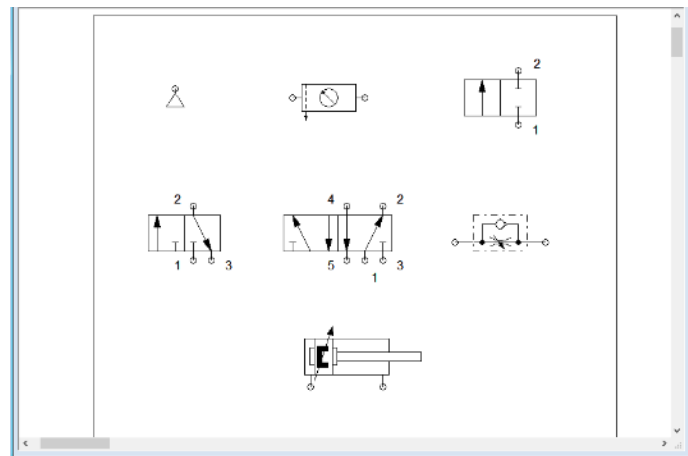
Dalam tahapan ini dilakukan pembuatan pemodelan rangkaian diagram circuit pneumatik dengan menggunakan aplikasi *software* pneumatik. Dimana dalam rancangan diagram tersebut menjadikan *air cylinder* sebagai objek pengujian, dengan cara mesimulasikan diagram circuit tersebut dan mengambil data dari hasil pengujian. Berikut langkah langkah perancangannya :



Gambar 2. Diagram Alir Perancangan Diagram circuit

A. Pilih Semua Komponen Yang Akan Dirancang

Setelah membuka lembar baru pilih diagram komponen yang akan digunakan dalam perancangan circuit diagram yang derdapat pada component library, dengan cara *drag and drop* komponen yang dipilih ke area gambar.



Gambar 3. Pemilihan komponen yang akan digunakan

Berikut beberapa komponen dan spesifikasi yang di gunakan dalam rangkain tersebut :

A. Kompresor

Kompresor adalah sebuah alat yang berfungsi untuk menghasilkan udara bertekanan, alat ini sendiri bekerja dengan cara memampatkan fluida gas atau udara yang diambil dari sekitar kompresor yang kemudian akan di mampatkan sampai pada tekanan tertentu[7].

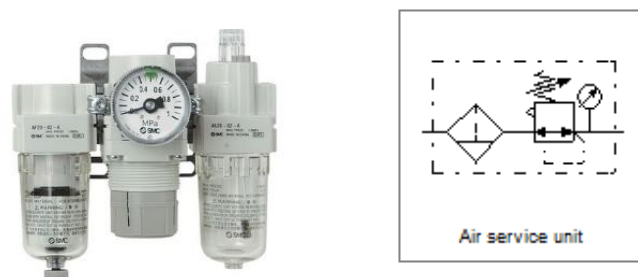


Gambar 4. Air Compressor dan Simbol Air Compressor Pada Diagram

Dalam rangkaian ini dibutuhkan satu buah kompresor sebagai sumber daya/penghasil udara bertekanan sebagai tenaga penggerak utama. Adapun untuk spesifikasi yang digunakan dalam diagram circuit ini memiliki spesifikasi: Tenaga kompresor 1 hp, kapasitas aliran udara 250 l/min, tekanan udara maksimal 1 Mpa.

B. Air Service Unit / FRL

Air filter regulator lubricator atau yang biasa disebut FRL adalah Sebuah kesatuan alat yang memiliki fungsi sebagai penyaring pengatur dan memberikan pelumasan pada udara bertekanan yang melewati komponen tersebut[8]. Hal ini perlu dilakukan agar fungsi dari komponen-komponen yang digunakan setelahnya tetap terawat. Alat ini nantinya akan digunakan sebagai pengatur tekanan udara pada rangkaian circuit diagram dalam pengujian.



Gambar 5. Air Filter Regulator dan Simbol Pada Diagram

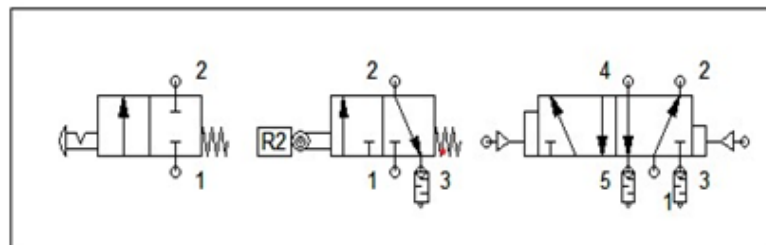
C. Katup Pneumatik

Katup pneumatik adalah sebuah alat pengontrol aliran udara, yang mana cara mengatur arah aliran udara tersebut dengan cara merubah arah aliran pada lubang-lubang didalam katup itu sendiri[9]. Katup pneumatik memiliki beberapa cara pengaktifan untuk merubah arah udara yaitu secara manual (tekan,putar,geser) dan secara elektrik (solenoid).



Gambar 6. Katup Pneumatik

Pada rangkaian circuit diagram yang digunakan dalam pengujian ini ada 3 macam jenis katup yang digunakan yaitu 2/2 1pcs, 3/2 2pcs dan 5/2 1 pcs

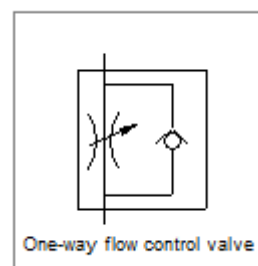


Gambar 7. Simbol Katup Pneumatik yang digunakan

Pada valve 3/2, selain sebagai pengatur aliran udar valve juga difungsikan sebagai limit switch agar circuit dapat bergerak otomatis secara terus menerus guna mempermudah dalam melakukan analisa

D. Flow Control

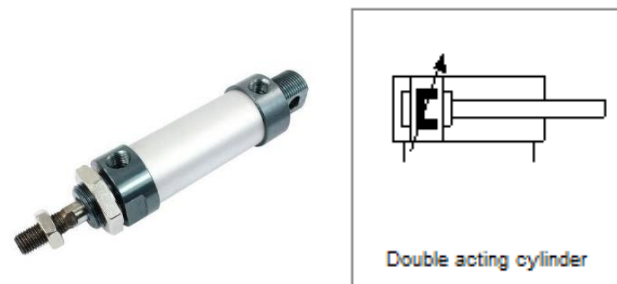
Sebuah alat yang digunakan untuk mengatur banyak sedikitnya udara yang masuk dan keluar dari katup pneumatik ke *air cylinder* begitu juga sebaliknya.



Gambar 8. Flow Control dan Simbol Flow Control Pada Diagram

E. Air Cylinder

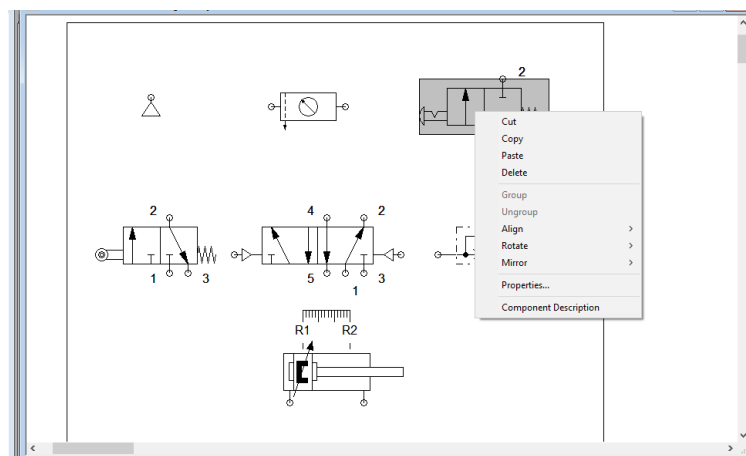
Dan untuk item yang terakhir sekaligus komponen yang dijadikan sebagai bahan uji adalah air cylinder, air cylinder ini adalah sebuah alat yang menghasilkan keluaran dari sistem pneumatik berupa energi gerak yang di hasilkan dari udara bertekanan[10]. Gerakan yang dihasilkan air cylinder bisa berupa gerak maju mundur, putar maupun jepit.



Gambar 9. Air Cylinder Double Acting dan Simbol Pada Diagram

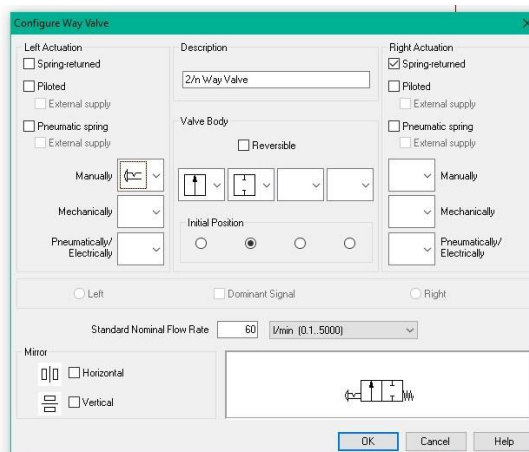
B. Atur Konfigurasi Komponen Yang Digunakan

Untuk mengatur konfigurasi komponen agar sesuai dengan kebutuhan dapat dilakukan dengan klik kanan pada bagian komponen yang akan kita atur. Kemudian pilih properti.



Gambar 10. Cara Membuka Menu Konfigurasi

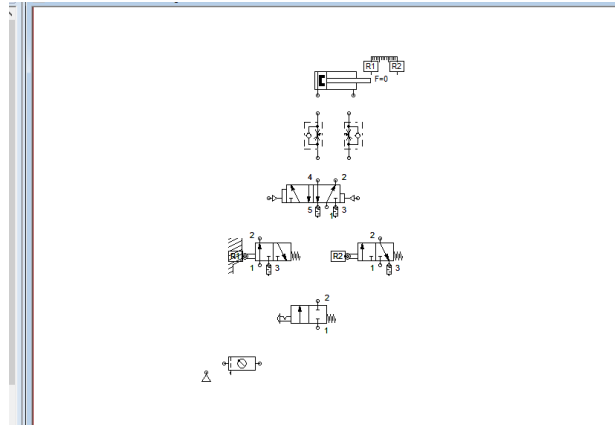
Setelah itu atur konfigurasi sampai sesuai dengan yang di inginkan, lalu klik "ok". Dan lakukan pada semua komponen yang dipilih.



Gambar 11. Contoh Pengaturan Konfigurasi Pada Katup Pneumatik

C. Atur Layout Komponen

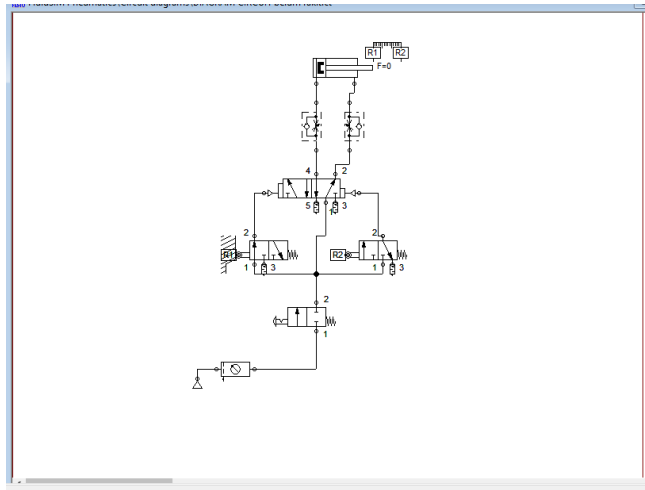
Untuk mempermudah dalam pembuatan diagram circuit susun komponen-komponen yang digunakan sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 12. Penyusunan Komponen Sesuai kebutuhan

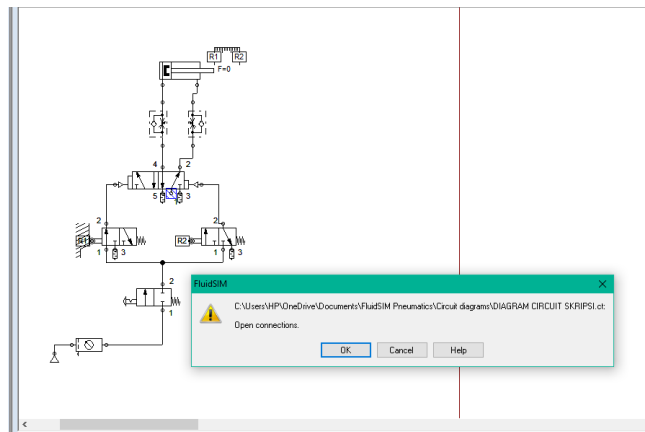
D. Hubungkan Semua Komponen

Selanjutnya semua komponen harus dihubungkan agar dapat dijalankan dan dilakukan simulasi. Untuk menghubungkan setiap komponen bisa dilakukan dengan mengarahkan kursor ke lingkaran kecil di komponen kemudian klik kiri *mouse* dan tarik sampai ke lingkaran kecil komponen yang akan di hubungkan kemudian lepas tombol *mouse*.



Gambar 13. Komponen yang Telah di Hubungkan

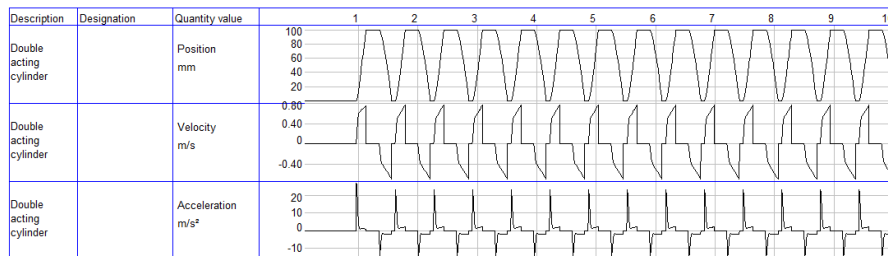
Lakukan pengecekan apakah semua sambungan sudah terhubung dengan cara menjalankan circuit diagram. Jika ada yang belum terhubung maka akan keluar peringatan dan ditunjukkan tempat yang belum terhubung sempurna, agar bisa segera dibenahi.



Gambar 14. Tanda Peringatan Jika Ada Komponen Yang Belum Terhubung Dengan Benar

Pengujian

Dalam tahapan ini akan dilakukan suatu pengujian pada air cylinder dengan cara mensimulasikan rangkaian circuit diagram sistem pneumatik pada aplikasi *software* pneumatik. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada bagian *state diagram* pada aplikasi tersebut.



Gambar 15. State diagram

Nantinya pengujian tersebut akan dilakukan dengan menggunakan variabel-variabel pengujian tertentu. Untuk variable sendiri terdiri dari 2 macam yang masing masing memiliki 3 jenis berbeda. Yaitu tekanan udara atau *pressure* yang akan di atur pada 0,5 Mpa, 0,6 Mpa dan 0,7 Mpa dan pada laju aliran udara atau *flowrate* pada 60 l/min, 70 l/min dan 80 l/min. Adapun dalam pengujian ini nantinya Air cylinder memiliki spesifikasi sebagai berikut.

Tabel 1. Spesifikasi air Cylinder

No	parameter	Keterangan
1	Jenis air cylinder	Double acting
2	Diamrter piston	20 mm
3	Diameter rod piston	8 mm
4	Panjang langkah	100 mm
9	Massa moving part	0,5 kg
10	Koefisien gesek	0,1

Perhitungan

Gaya dorong

Gaya yang dihasilkan piston *air cylinder double acting* dapat dicari dengan menggunakan persamaan dasar sebagai berikut :

$$F = A \cdot P \quad (1)$$

Dimana untuk mencari besarnya gaya yang dihasilkan *air cylinder* pada langkah maju dapat ditulis :

$$F = D^2 \cdot \frac{\pi}{4} P \quad (2)$$

Dan pada langkah mundur dapat ditulis :

$$F = (D^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4} P \quad (3)$$

keterangan:

- F = Gaya piston (N)
- D = Diamter piston (m)
- d = Diameter batang piston (m)
- A = Luas penampang piston (m^2)
- P = Tekanan kerja (Pa)

Percepatan Air Cylinder

Untuk mencari percepatan air cylinder dapat menggunakan persamaan berikut

$$F = p \cdot a = m \cdot a = const$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{p \cdot a}{m} \quad (4)$$

Keterangan :

- a = Percepatan
- F = Gaya Piston
- m = Masa benda

Equilibrium of force

$$P_1 \cdot A_1 - P_2 \cdot A_2 - m - a - F_F - F_W - F_E F_S = 0 \quad (5)$$

- P_1 = Tekanan berlebih pada lubang cylinder belakang
- P_2 = Tekanan berlebih pada lubang cylinder depan
- A_1 = Luas efektif piston bagian belakang
- A_2 = Luas efektif piston bagian depan
- F_F = gesekan (tergantung pada kecepatan)
- F_E = Gaya gravitasi saat cylinder maju
- F_W = Tekangaya pegas y udara yang digunakan
- F_S = gaya pegas cylinder
- m = Masa *cylinder* yang bergerak
- a = Percepatan masa cylinder yang bergerak

kecepatan air cylinder

untuk mencari kecepatan dapat menggunakan persamaan

$$v = \frac{s}{t} \quad (6)$$

Dan untuk mencari kecepatan maxsimalnya

$$V(t) = t \cdot a \quad (7)$$

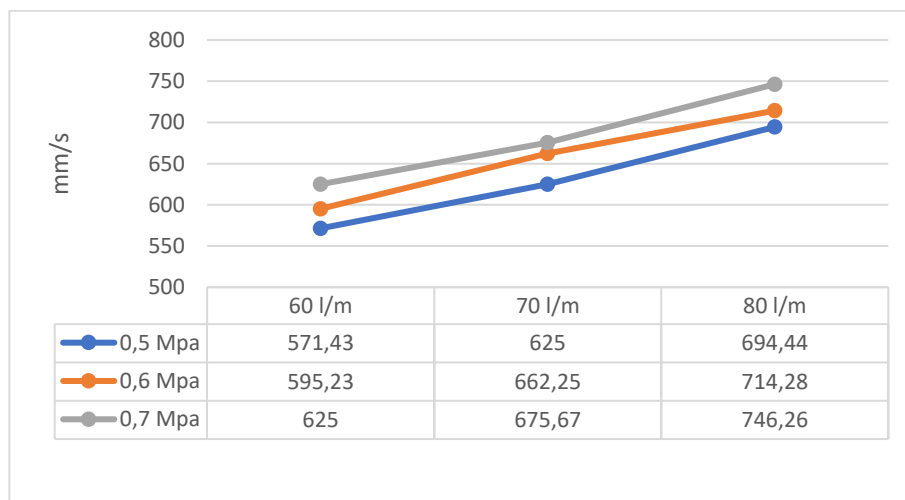
Keterangan :

- V = kecepatan
- s = jarak
- t = waktu m/s^2
- a = percepatan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

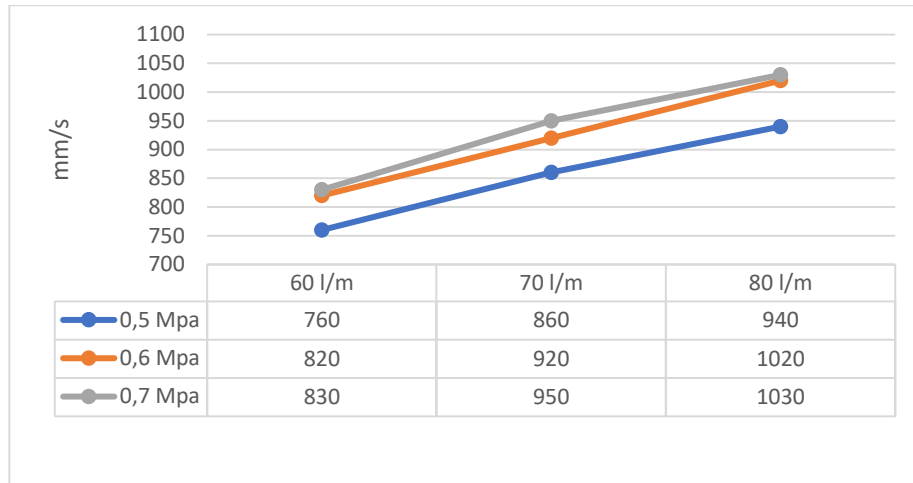
Tabel 2. Pengambilan Data Hasil Pengujian Pada Langkah maju

No	Variasi tekanan udara (Mpa)	Variasi aliaran udara (lt/m)	Kecepatan langkah maju air cylinder (mm/s)	Kecepatan maksimum langkah maju air cylinder (mm/s)	Percepatan langkah maju air cylinder (m/s ²)
1	0,5	60	571,43	760	23,14
2	0,5	70	625	860	25,68
3	0,5	80	694,44	940	28,19
4	0,6	60	595,23	820	26,71
5	0,6	70	662,25	920	29,8
6	0,6	80	714,28	1020	32,46
7	0,7	60	625	830	30,82
8	0,7	70	675,67	950	33,7
9	0,7	80	746,26	1030	36,83



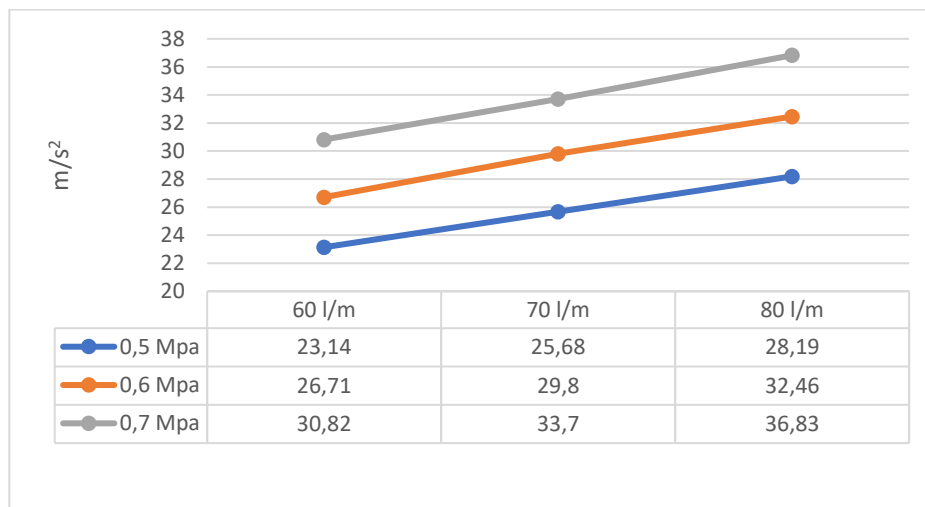
Gambar 16. Grafik Kecepatan Langkah Maju Air cylinder

Grafik di atas menunjukkan hasil pengujian, yang mana grafik tersebut menunjukkan perbandingan kecepatan langkah maju pada *air cylinder*. Pada grafik ini menunjukkan jika kenaikan tekanan dan laju aliran udara mempengaruhi kecepatan *air cylinder*. Pada grafik juga menunjukkan rata-rata kenaikan kecepatan karena naiknya tekanan udara sebesar 26,78 mm/s dan karena naiknya aliran udara sebesar 61,50 mm/s.



Gambar 17. Grafik Kecepatan maksimum Langkah Maju *Air Cylinder*

Grafik di atas menunjukkan hasil pengujian, yang mana grafik tersebut menunjukkan perbandingan kecepatan maksimum langkah maju pada *air cylinder*. Pada grafik ini menunjukkan jika kenaikan tekanan dan laju aliran udara mempengaruhi kecepatan *air cylinder*. Pada grafik menunjukkan rata-rata kenaikan kecepatan karena naiknya tekanan udara sebesar 45 mm/s dan karena naiknya aliran udara sebesar 90 mm/s.

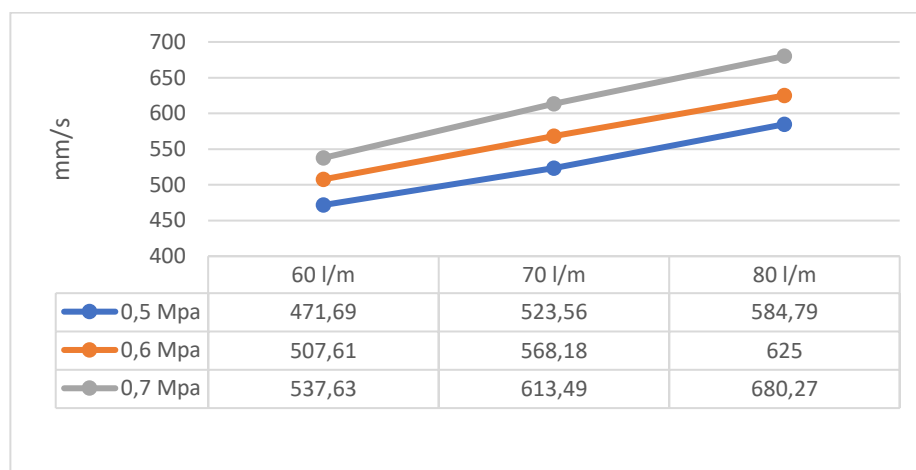


Gambar 18. Grafik Percepatan Langkah Maju *Air Cylinder*

Grafik di atas menunjukkan hasil pengujian, yang mana grafik tersebut menunjukkan perbandingan percepatan langkah maju pada *air cylinder*. Pada grafik ini menunjukkan jika kenaikan tekanan dan laju aliran udara mempengaruhi kecepatan *air cylinder*. Pada grafik menunjukkan rata-rata kenaikan kecepatan karena naiknya tekanan udara sebesar 3,84 m/s² dan karena naiknya aliran udara sebesar 2,52 m/s².

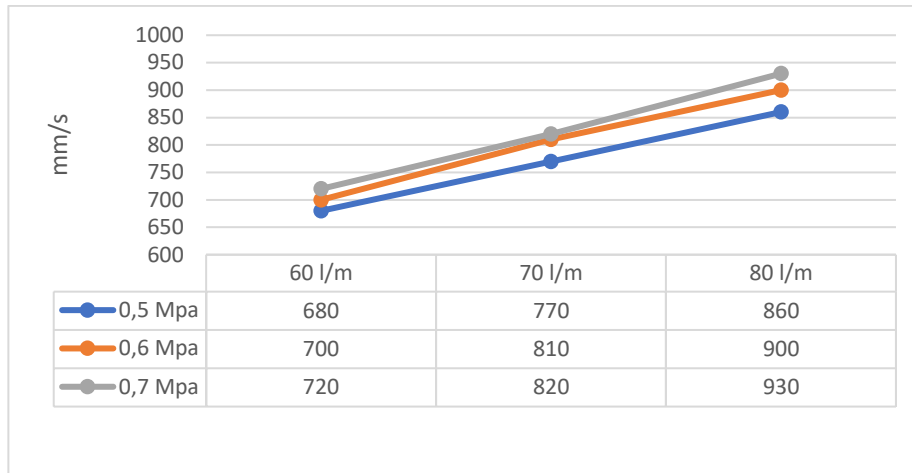
Tabel 3. Pengambilan Data Hasil Pengujian Pada Langkah mundur

No	Variasi tekanan udara (Mpa)	Variasi aliaran udara (lt/m)	Kecepatan langkah mundur air cylinder (mm/s)	Kecepatan maksimum langkah mundur air cylinder (mm/s)	Percepatan langkah mundur air cylinder (m/s ²)
1	0,5	60	471,69	680	14,79
2	0,5	70	523,56	770	17,12
3	0,5	80	584,79	860	19,28
4	0,6	60	507,61	700	18,6
5	0,6	70	568,18	810	21,42
6	0,76	80	591,715	900	24,19
7	0,7	60	537,63	720	21,97
8	0,7	70	613,49	820	25,42
9	0,7	80	680,27	930	28,64



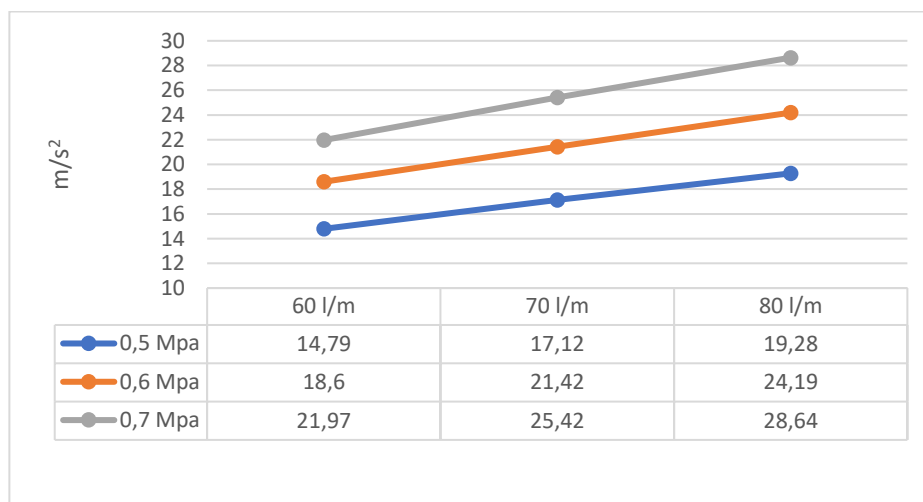
Gambar 19. Grafik Kecepatan Langkah Mundur Air Cylinder

Grafik di atas menunjukkan hasil pengujian, yang mana grafik tersebut menunjukkan perbandingan kecepatan langkah mundur pada *air cylinder*. Pada grafik ini menunjukkan jika kenaikan tekanan dan laju aliaran udara mempengaruhi kecepatan *air cylinder*. Pada grafik menunjukkan rata-rata kenaikan kecepatan karena naiknya tekanan udara sebesar 32,97 mm/s dan karena naiknya aliran udara sebesar 56,55 mm/s.



Gambar 20. Grafik Kecepatan Maksimum Langkah Mundur Air cylinder

Grafik di atas menunjukkan hasil pengujian, yang mana grafik tersebut menunjukkan perbandingan kecepatan maksimum langkah mundur pada *air cylinder*. Pada grafik ini menunjukkan jika kenaikan tekanan dan laju aliran udara mempengaruhi pada kecepatan *air cylinder*. Pada grafik menunjukkan rata-rata kenaikan kecepatan karena naiknya pressure sebesar 20 mm/s dan karena naiknya flowrate sebesar 90 mm/s.



Gambar 21. Grafik Percepatan Langkah Mundur Air cylinder

Grafik di atas menunjukkan hasil pengujian pada aplikasi, yang mana grafik tersebut menunjukkan perbandingan kecepatan langkah maju pada *air cylinder*. Pada grafik ini menunjukkan jika kenaikan tekanan dan laju aliran udara mempengaruhi pada kecepatan *air cylinder*. Pada grafik menunjukkan menunjukkan kenaikan rata rata karena naiknya pressure sebesar 3,59 m/s² dan karena naiknya flowrate sebesar 2,24 m/s².

V. SIMPULAN

Dari hasil penelitian menggunakan aplikasi *software* pneumatik yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kecepatan pada *air cylinder* sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya tekanan dan aliran udara yang digunakan pada sebuah rangkaian sistem pneumatik.
2. Semakin besar tekanan dan aliran udara yang digunakan maka semakin cepat juga kecepatan *air cylinder* yang di peroleh.

3. Hasil pengujian ini juga menunjukkan kesamaan hasil dengan penelitian yang sudah ada yang dilakukan secara langsung, dimana jika menaikkan tekanan udara pada sebuah sistem pneumatik maka akan menaikkan kecepatan air cylinder yang di gunakan.
4. Dari pengujian tersebut juga dapat diketahui jika penggunaan flowrate udara yang lebih besar akan memberikan kenaikan kecepatan air cylinder yang lebih besar dari pada jika kita menaikkan pressure udara.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada universitas muhammadiyah, yang telah memberikan banyak ilmu dan wawasan yang sangat bermanfaat. Saya ucapkan terima kasih juga pada bapak/ibu dosen serta teman teman semua yang mana telah memberikan support hingga saya bisa sampai tahap ini.

REFERENSI

- [1] Saeful Bahri and Chairul Anwar, “Perancangan dan Prototype Automatis Mesin Single Bore dengan Motor AC 1 Fasa Berbasis Pengontrolan Pneumatik dan PLC,” *J. eLEKTUM*, vol. 14, no. 2, pp. 13–20, 2017, doi: 10.24853/elektum.14.2.13-20.
- [2] H. T. Anaam K I and P. A. Y. W. Pranata R Y, Abdillah h, “Pengaruh Trend Otomasi Dalam Dunia Manufaktur dan Industri,” *Vocat. Educ. Natl. Semin.*, vol. 1, no. 1, pp. 46–50, 2022.
- [3] R. Kurniawan, “Rekayasa rancang bangun sistem pemindahan material otomatis dengan sistem elektro-pneumatik,” *J. Ilm. Tek. Mesin CAKRAM*, vol. 2, no. 1, pp. 42–47, 2022.
- [4] M. A. Marzuqi, “Analisis Gerakan Cylinderdouble Acting,” *Anal. Gerak. Cylind. Act. pada alat Peraga Elektro Pneum.*, 2021.
- [5] J. V. Tuapetel and R. Narwalutama, “Perencanaan Sistem Pneumatik Sebagai Penggerak pada Pintu Gerbong Kereta,” *STRING (Satuan Tulisan Ris. dan Inov. Teknol.*, vol. 6, no. 3, p. 244, 2022, doi: 10.30998/string.v6i3.10536.
- [6] K. B. Ismoyo, *Pengaruh Variasi Tekanan Udara Dan Jarak Limit Switch Terhadap Kecepatan Dan Gaya Dorong Cylinder Pneumatik Model MA 20x200*. Sidoarjo, 2020.
- [7] T. Margono, A. Gamayel, M. Zaenudin, and R. Ariyansah, “PERANCANGAN DAN PABRIKASI MESIN PEMOTONG MATERIAL PLASTIK SEDOTAN DENGAN AIR CYLINDER BERBASIS PLC OMRON SYSMAC CP1E,” vol. 3, no. 1, pp. 28–38, 2023.
- [8] A. Panjaitan, M. Harahap, and S. A. Syaputra, “RANCANG BANGUN DAN SIMULASI SISTEM PNEUMATIK DENGAN 1 SILINDER SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN,” vol. 2, no. 2, pp. 38–45, 2021.
- [9] A. A. Prasetyo, “Rancang Bangun Simulator Lift Pengirim Barang Dengan Pneumatik,” pp. 1–77, 2016.
- [10] A. D. Sevtian, F. A. Kurniawan, and M. Arifin, “Pemograman Sistem Pada Mesin Filling Bottle PLC Dengan Menggunakan Penggerak Pneumatik Dan Intelegensi Sensor,” vol. 3, no. 2, pp. 11–17, 2022.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.