

SISTEM KONTROL PADA MODUL ALIRAN DISTRIBUSI BAHAN BAKU DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER

Didi Widya Utama

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara

Jl. Let. Jend. S. Parman No. 1 Jakarta 11440

Telp. (021) 5672548 Fax. (021) 5663277

e-mail: dwu900@yahoo.com

Abstrak

Otomatisasi dalam dunia industri saat ini merupakan faktor yang penting dalam efisiensi tenaga kerja dan waktu. Setiap proses produksi yang berjalan secara otomatis dari suatu pabrik pasti memerlukan pendistribusian bahan baku yang secara otomatis pula. Sistem kontrol otomasi diaplikasikan pada modul aliran distribusi bahan baku yang dapat berjalan secara otomatis dengan menggunakan kontrol PLC. Berdasarkan hasil uji maka diperoleh otomasi yang baik dan mudah diaplikasikan dengan menggunakan PLC.

Kata kunci: otomasi, PLC.

Pendahuluan

Modul distribusi bahan baku diperlukan dalam setiap proses produksi. Pendistribusian bahan baku yang berjalan secara otomatis dapat meningkatkan jumlah produksi dan kualitas hasil produksi karena sedikit faktor kesalahan akibat dari manusia.

1. Latar Belakang

Suatu industri memerlukan serangkaian alat yang memerlukan kerja yang serba otomatis dan secepat, hal ini berguna untuk menekan jumlah tenaga kerja yang banyak, disamping itu tenaga kerja sendiri sudah semakin mahal. *Human error* juga merupakan suatu pertimbangan bahwa industri padat karya tidak dapat terjamin kualitas dan kuantitas dari hasil produksinya.

Sebuah alat dengan kebutuhan untuk mensuplai bahan baku dari suatu proses dalam industri sangat banyak dipakai dan bahkan menjadi suatu kebutuhan yang mutlak dalam suatu industri. Karena itu suatu sistem penyimpanan bahan baku yang berkapasitas banyak dengan ruangan yang hemat dan dapat bekerja mensuplai bahan baku secara kontinu dan otomatis dapat memenuhi kriteria tersebut.

Sistem otomasi yang banyak dipakai dan mudah dalam pengaplikasiannya adalah sistem elektropneumatik. Pada modul distribusi disini dipilih menggunakan sistem elektropneumatik dan PLC digunakan sebagai alat pengontrol sistem ini.

2. Teori Tekanan Fluida

Fluida yang digunakan pada sistem pneumatik adalah udara bertekanan (*compressed air*). Awal mula pemahaman bagaimana tenaga fluida bekerja berkaitan dengan *Blaise Pascal* yang menemukan bahwa gaya yang terjadi akibat tekanan fluida berkaitan dengan luas daerah yang dikenai gaya tersebut. Pascal merumuskannya sebagai berikut :

$$F = p \cdot A \quad (2.1)$$

Keterangan :

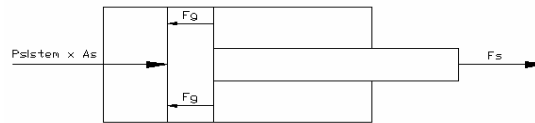
p : Tekanan (Pa)

F : Gaya yang bekerja (N)

A : Luas permukaan yang dikenai gaya (m^2)

- *Double Acting Cylinder*

Gaya yang bekerja untuk *double acting cylinder* ketika bergerak maju



Gambar 2.1. Gaya yang bekerja pada *double acting cylinder* ketika bergerak maju

Dimensi gaya yang terjadi akibat tekanan fluida pada saat *double acting cylinder* bergerak maju:

$$F_s = p_{Sistem} \cdot A_s - F_g \quad (2.2)$$

Keterangan:

F_s : Gaya yang bekerja pada silinder pneumatik (N)

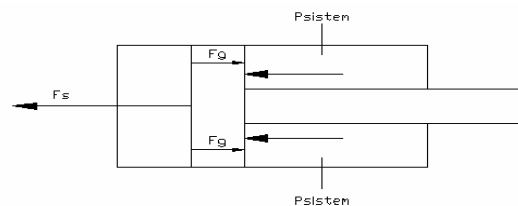
p_{Sistem} : Tekanan yang dipergunakan dalam sistem pneumatik (Pa)

A_s : Luas penampang silinder pneumatik (m²)

F_g : Gaya gesek yang terjadi (N)

Besarnya gaya gesek yang terjadi pada silinder pneumatik hampir sebesar 10% dari besarnya gaya yang terjadi pada silinder pneumatik.

Gaya yang bekerja untuk *double acting cylinder* ketika bergerak mundur



Gambar 2.2. Gaya yang bekerja pada *double acting cylinder* ketika bergerak mundur.

Dimensi gaya yang terjadi akibat tekanan fluida pada saat *double acting cylinder* bergerak mundur:

$$F_s = p_{Sistem} \cdot (A_s - A_r) - F_g \quad (2.3)$$

Keterangan:

F_s : Gaya yang bekerja pada silinder pneumatik (N)

p_{Sistem} : Tekanan yang dipergunakan dalam sistem pneumatik (Pa)

A_s : Luas penampang silinder pneumatik (m²)

F_g : Gaya gesek yang terjadi (N)

A_r : Luas penampang batang silinder (m²)

Untuk menghitung kecepatan gerak silinder, tergantung pada besarnya debit aliran fluida dan luas tempat di mana fluida tersebut mengalir. Debit aliran fluida dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = A \cdot v \quad (2.5)$$

Keterangan:

Q : Debit aliran fluida (m³/s)

A : Luas tempat di mana fluida mengalir (m²)

v : Kecepatan fluida mengalir (m/s)

Sedangkan untuk mengukur waktu yang diperlukan silinder pneumatik untuk mencapai langkah maksimal digunakan rumus :

$$v = \frac{s}{t} \tag{2.6}$$

Keterangan:

v : Kecepatan fluida mengalir (m/s)

s : Panjang langkah silinder pneumatik (m)

t : Waktu yang diperlukan untuk 1 panjang langkah (s)

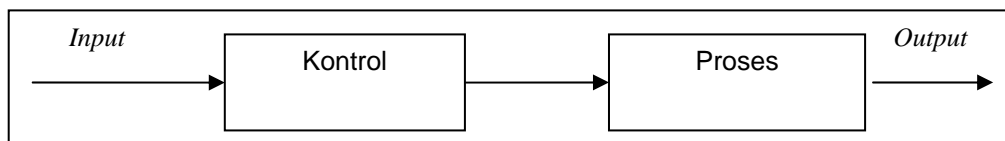
3. Teknik Pengontrolan

Pada sistem otomasi, teknik pengontrolan sangat diperlukan untuk menentukan karakteristik sistem otomasi tersebut. Teknik pengontrolan ada dua jenis yaitu kontrol loop terbuka (*open loop control*) dan kontrol loop tertutup (*close loop control*).

3.1 Kontrol Loop Terbuka (*open loop control*)

Sistem kontrol terbuka adalah suatu sistem kontrol dimana dari keluaran (*output*) sistem tidak mempengaruhi kerja dari pengontrolan atau proses. Pada sistem kontrol loop terbuka sinyal keluaran tidak terdapat umpan balik (*feedback*) yang dijadikan sebagai pengukuran (*measurement*) untuk diperbandingkan dengan sinyal masukan.

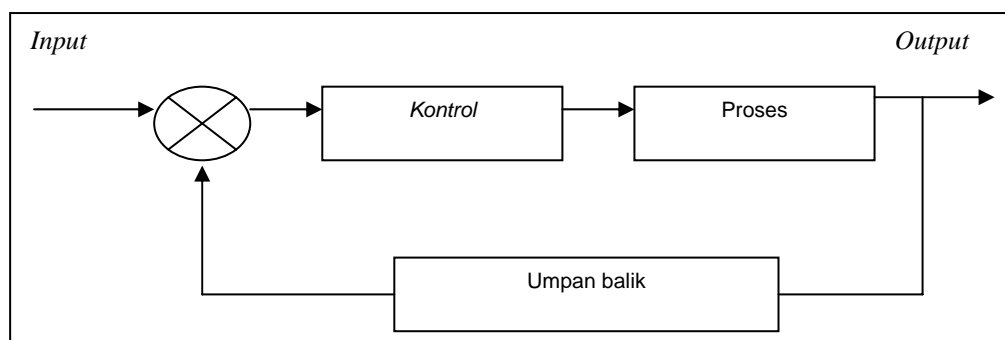
Sistem ini biasanya digunakan pada sistem pengontrolan yang tidak membutuhkan suatu tingkat kepresisian dan kestabilan yang tinggi.



Gambar 2.1. Kontrol *loop* terbuka

3.2. Kontrol Loop Tertutup (*Close loop control*)

Sistem kontrol loop tertutup adalah sistem kontrol yang memiliki umpan balik, yang artinya sistem ini menggunakan sinyal keluaran untuk mengkoreksi kembali sinyal keluaran. Sinyal kesalahan dari penggerak akan dimasukkan kembali ke pengontrol yang berupa selisih antara sinyal masukan dan kesalahan dari sinyal umpan balik tersebut.



Gambar 2.2. Kontrol *loop* tertutup

3.3. Sensor

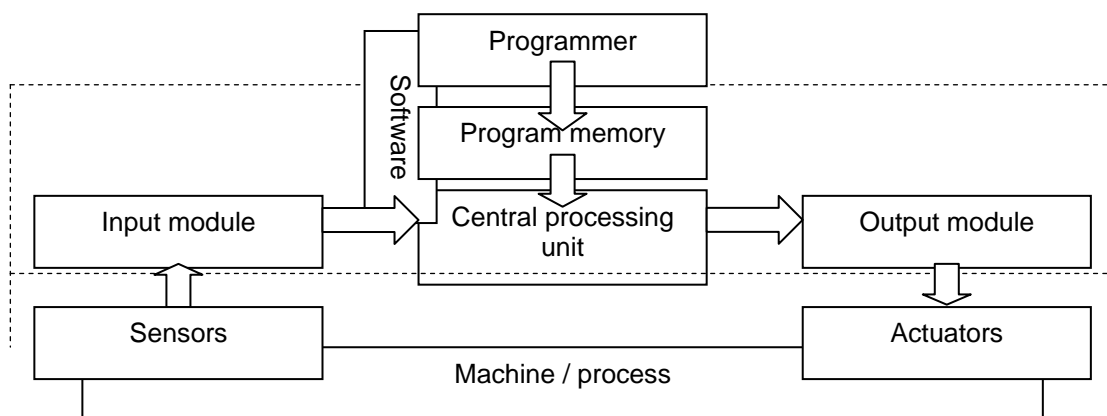
Sensor dapat berfungsi untuk mengukur: lokasi, kecepatan, berat, intensitas cahaya, jumlah, temperatur, tekanan, waktu, tinggi, aliran, suara, torsi, kekasaran permukaan dan sebagainya.

Menurut cara kerjanya sensor dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu:

- *Contact Type*
Sensor jenis *contact* adalah sensor yang bekerja dengan cara kontak langsung dengan benda yang disensor. Contoh: sensor *mechanical limit switch*.
- *Non-Contact Type (Proximity Sensors)*
Sensor jenis *Non-Contact Type (Proximity Sensors)* merupakan sensor yang bekerja dengan tidak melakukan kontak secara langsung dengan benda yang ingin disensor.

3.4. Programmable Logic Controller

PLC adalah suatu perangkat yang dapat dengan mudah diprogram yang dapat digunakan untuk mengontrol sistem. PLC sendiri terdiri dari komponen: *CCU (Central Control Unit)*, modul I/O, *programming console*, *rack and mounting assembly*, dan catu daya.



Gambar 2.3. Komponen dari sistem PLC

Fungsi dari PLC secara garis besar dapat dibagi menjadi 2 bagian yakni :

a. Kontrol sikuensial

PLC memproses sinyal masukan biner menjadi sinyal keluaran yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (sikuensial). Disini PLC menjaga agar semua langkah dalam suatu sistem berlangsung dengan urutan yang benar.

b. Monitoring plant

PLC secara terus menerus memonitor status suatu sistem, misal: temperatur, tekanan, dan ketinggian. PLC kemudian mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol, misalnya: nilai yang melebihi batas toleransi, kemudian menyampaikan pesan tersebut kepada operator.

3.4.1. Komunikasi antar PLC

Agar sebuah sistem kontrol dapat bekerja dengan sistem kontrol yang lain secara saling berhubungan maka diperlukan sebuah koneksi jaringan pada PLC. Status dari sinyal harus saling bertukar dari masing-masing kontrol. Dan lagi data sebuah proses yang terdapat

pada sebuah kontrol ditransmisikan ke kontrol yang lain agar supaya penanganan dari proses dapat berjalan lancar.

Terdapat dua macam komunikasi antar PLC yaitu melalui antar muka I/O dan melalui sistem bus.

- Komunikasi melalui antarmuka I/O

Pertukaran informasi dan data dapat dilakukan melalui hubungan I/O yang artinya input dari sebuah PLC dihubungkan dengan output dari PLC yang lain.

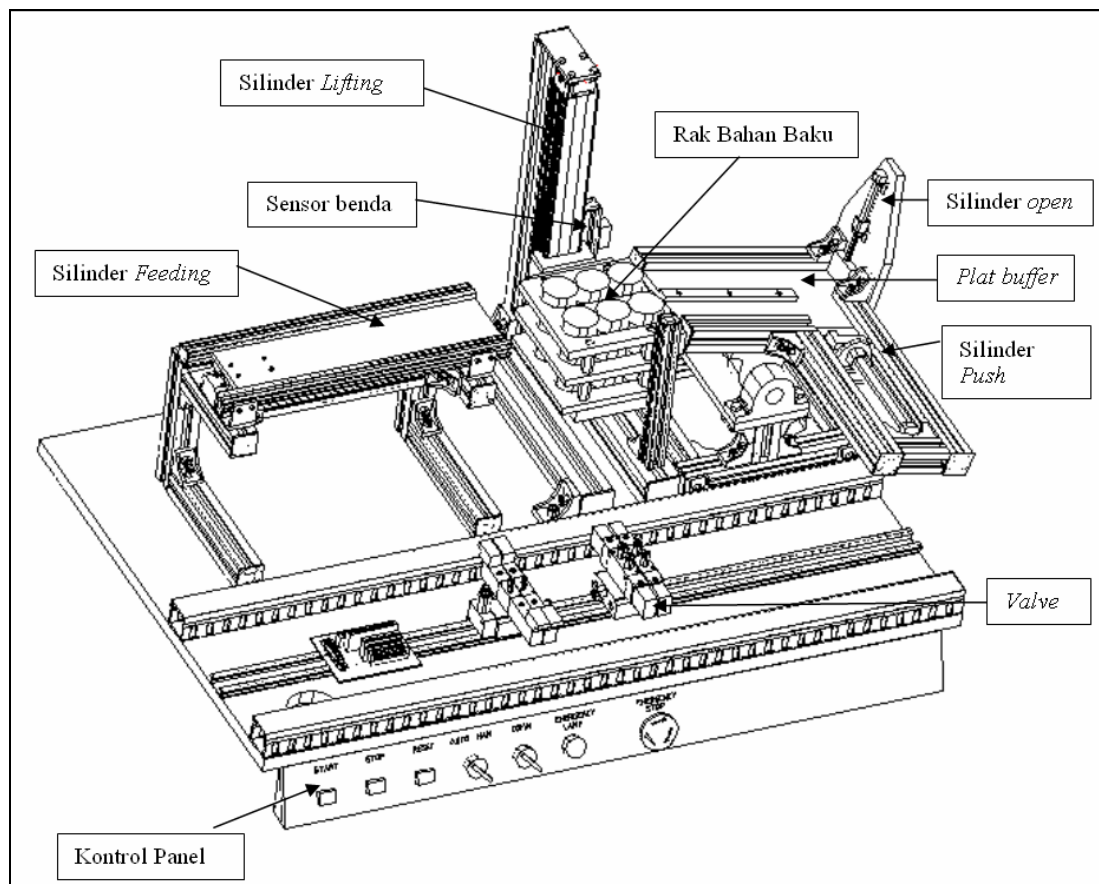
- Komunikasi melalui *Bus System*

Pertukaran informasi dapat pula dilakukan melalui *bus system* yang contohnya *Profibus, bitbus*. komunikasi ini dilakukan melalui sebuah kabel yang dapat mengirim sinyal antar modul oleh bantuan sebuah komputer dan hardware tambahan. Biasanya komunikasi menggunakan metode ini diterapkan apabila telah terdapat banyak modul yang apabila dilakuakn menggunakan antarmuka I/O akan lebih sulit dilakukan.

3.5. Konsep Modul Aliran Distribusi Bahan Baku

Modul aliran bahan baku terdiri dari beberapa rak penyimpanan bahan baku yang terdiri dari 3 tingkat dan masing-masing tingkat terdapat 6 buah bahan baku. Bahan baku di sini berupa silinder berdiameter 40 mm dan tebal 25 mm dan pada proses selanjutnya bahan baku ini akan dibedakan jenis material logam dan non logam serta kondisi fisiknya yaitu berlubang dan tidak berlubang, selanjutnya bahan baku tersebut akan diproses lebih lanjut.

Pada setiap modul kerja harus mempunyai komunikasi satu dengan yang lainnya agar distribusi bahan baku dapat berjalan secara kontinyu dan baik. Untuk itu pengontrolan modul dipilih menggunakan PLC.



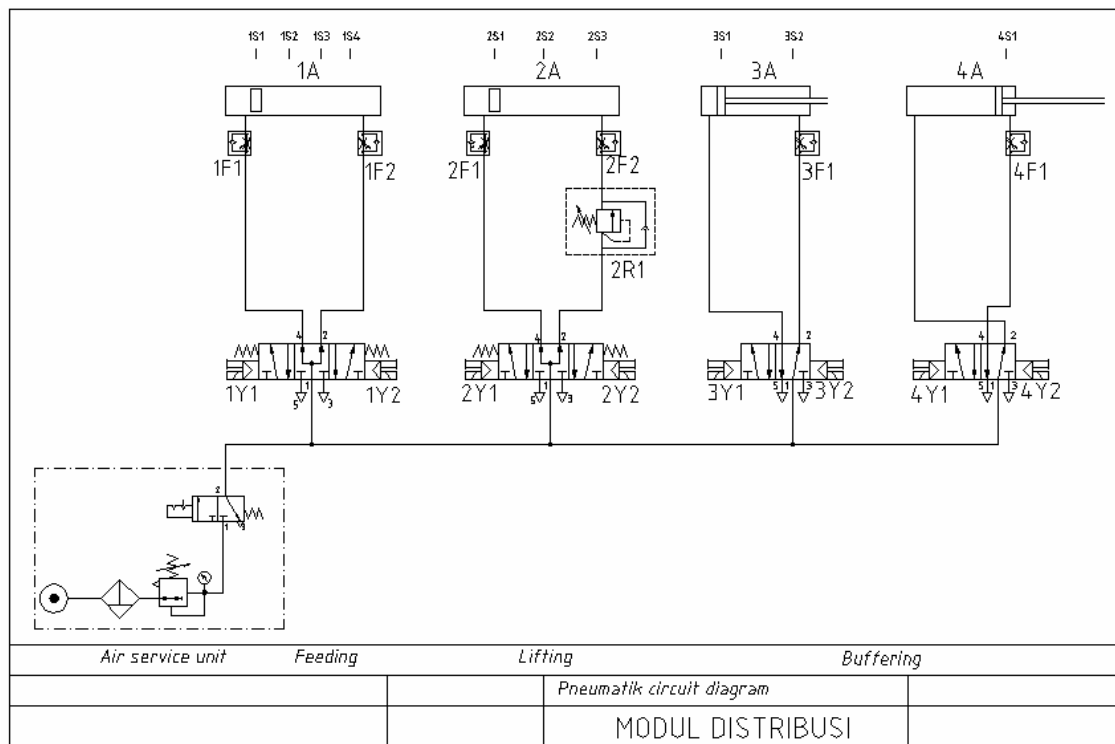
Gambar 3.1. Modul aliran distribusi bahan baku

Pada rak bahan baku terdapat 18 buah benda silinder yang mempunyai jenis yang berbeda, pada langkah pertama setelah sensor benda mendeteksi adanya benda, maka 2 buah benda silinder didorong oleh silinder *feeding* sehingga turun ke plat buffer dan silinder open akan menahan benda tersebut, dan menunggu sinyal dari modul berikutnya, setelah sinyal diterima maka silinder *open* akan membuka sehingga benda jatuh ke modul berikutnya dan silinder push akan mendorong benda ke posisi plat *buffer* dan menunggu sinyal dari modul berikutnya. Setelah benda yang ada di plat *buffer* kosong maka silinder *feeding* kembali mendorong 2 buah benda berikutnya, setelah siklus ini selesai sampai benda di rak pertama habis maka silinder *lifting* akan naik pada posisi rak nomer dua, begitu selanjutnya siklus berulang sampai benda yang ada di rak habis.

Sistem kontrol yang ada menggunakan PLC merek Festo tipe FEC 20 DC sebanyak 2 buah dengan catu daya 24V DC dengan jumlah input 16 buah dan output 8 buah, PLC kedua digunakan untuk berkomunikasi dengan modul selanjutnya melalui komunikasi I/O.

3.6. Sirkuit Pneumatik

Perancangan sirkuit pneumatik merupakan salah satu perancangan teknis pada modul aliran distribusi bahan baku ini. Untuk memperoleh kerja yang maksimal diperlukan suatu perancangan sirkuit yang baik dan optimal. Adapun sistem elektro pneumatic dipilih dengan karena merupakan sistem yang cocok untuk otomatisasi. Di bawah ini merupakan diagram sistem pneumatiknya:



Gambar 3.2. Diagram sistem pneumatik.

Keterangan:

- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| 1A : Silinder <i>feeding</i> | 1Y2 : Solenoid Valve 1A - |
| 2A : Silinder <i>lifting</i> | 2Y1 : Solenoid Valve 2A + |
| 3A : Silinder <i>push</i> | 2Y2 : Solenoid Valve 2A - |
| 4A : Silinder <i>open</i> | 3Y1 : Solenoid Valve 3A + |
| 2R1 : Pressure regulator | 3Y2 : Solenoid Valve 3A - |
| 1F1-4F1 : Flow control valve | 4Y1 : Solenoid Valve 4A - |
| 1Y1 : Solenoid Valve 1A + | 4Y2 : Solenoid Valve 4A + |

3.7. Hasil pengujian proses kontrol modul aliran distribusi bahan baku

Setelah dilakukan pemrograman sesuai prosedur maka perlu dilakukan pengujian program apakah program yang dibuat telah berkerja mengontrol sistem aliran distribusi material dengan baik dan benar. Pengujian program ini dilakukan dengan melihat apakah aliran material telah berjalan sesuai dengan diagram alir pemrograman yang dibuat atau tidak, dan dilakukan pula pengujian fungsi tombol yang harus sesuai dengan sebagaimana mestinya.

Disamping pengujian program maka perlu juga dilakukan penyetelan akhir pada beberapa *flow control* dan *regulator* guna memaksimalkan kecepatan dan ketepatan proses kontrol.

Parameter waktu dan hasil proses penting peranannya, dibawah ini merupakan hasil dari penyetelan akhir dari sistem:

Penyetelan dilakukan pada tekanan 600 kPa (6 bar)

Skala penyetelan 0% untuk tertutup penuh 100% untuk terbuka penuh

Tabel 1. Hasil uji penyetelan *flow control*

No	Jenis katup	Gerakan yang di kontrol	Besarnya bukaan katup
1	Flow Control 1F1	Gerak silinder 1A mundur	80 %
2	Flow Control 1F2	Gerak silinder 1A maju	60 %
3	Flow Control 2F1	Gerak silinder 2A turun	60 %
4	Flow Control 2F2	Gerak silinder 2A naik	35 %
5	Regulator 2R1	<i>Counter balance</i> silinder 2A	80 %
6	Flow Control 3F1	Gerak silinder 3A maju	50 %
7	Flow Control 4F1	Gerak silinder 4A mundur	70 %

Setelah penyetelan *flow control* dilakukan dan dipilih hasil yang terbaik maka dilakukan pengukuran parameter waktu dan hasil proses pendistribusian material. Pengukuran dilakukan pada saat tombol start ditekan dan posisi tombol selektor pada posisi auto dan tombol selektor comm pada di posisi kiri yang artinya proses berjalan secara non komunikasi dengan modul selanjutnya.

Tabel 2. Hasil pengujian fungsi tombol

Fungsi Tombol & Lampu	Hasil uji
START dan Lampu start	Proses sikuensial berjalan dengan lancar pada posisi otomatis maupun manual dan aliran material berjalan secara benar, lampu start menyala apabila posisi inisial tercapai.
STOP	Proses berhenti setelah material dikeluarkan sebanyak satu buah setelah tombol ditekan.
RESET dan Lampu reset	Proses reset berlangsung baik dan mengembalikan semua unit ke posisi inisial, lampu reset berfungsi dengan baik.
AUTO	Proses berlangsung secara otomatis sampai material pada unit <i>storing</i> habis dan kembali ke posisi inisial.
MANUAL	Proses langsung terhenti pada posisi terakhir dan berjalan secara manual setelah tombol start ditekan secara pulsa demi pulsa.
COMM	Proses berjalan secara individu, maupun secara komunikasi dengan modul selanjutnya.
EMERGENCY STOP	Proses berhenti secara tiba-tiba dan semua aktuator berhenti dengan baik.

Hasil pengukuran parameter waktu dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 3. Hasil pengujian parameter waktu

Jumlah material	Non komunikasi dengan modul selanjutnya	Komunikasi dengan modul selanjutnya
1 buah	3.5 detik	11.5 detik
6 buah	21.5 detik	70 detik
18 buah	54 detik	240 detik

Pengukuran dilakukan pada mode otomatis dan dihitung pada saat tombol start ditekan, dan berakhir pada saat proses selesai.

Kesimpulan

1. Untuk mengaplikasikan *PLC* dan *Programmable Display* pada sebuah sistem kontrol, terlebih dahulu harus ditetapkan langkah kerja yang diinginkan. Setelah diketahui langkah kerja yang diinginkan maka dirancanglah program yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem tersebut. Selanjutnya kinerja dari alat diuji agar diperoleh hasil yang maksimal.
2. Sistem kontrol modul aliran bahan baku dengan menggunakan *PLC* dapat diaplikasikan dengan baik dan cukup mudah.
3. Aliran bahan baku dapat didistribusikan ke modul selanjutnya dengan cukup baik dan pada jumlah material keseluruhan 18 buah dicatat waktu yang diperlukan adalah 54 detik, dan apabila modul tersebut dikomunikasikan dengan modul selanjutnya adalah 240 detik, hal ini disebabkan karena adanya proses *buffering* yang berlangsung pada modul ini.
4. Penyetelan dari regulator mempunyai peranan penting karena berfungsi untuk menjaga agar silinder lifting dapat berhenti dengan sempurna pada saat rak penyimpanan benda terisi penuh maupun kosong, penyetelan di sini diperoleh optimum pada bukaan katup 80%.
5. Penyetelan flow control juga mempunyai peranan penting dalam kecepatan dan unjuk kerja dari sistem ini karena apabila penyetelan terlalu cepat (aliran distribusinya) maka akan berakibat cacat pada benda kerja berjenis plastik.

Daftar Pustaka

1. Croser Peter, Ebel Frank, *Pneumatics Textbook Basic Level*, Festo Didatic GmbH & Co, Denkendorf, 1998
2. David Hoey, *Fundamentals of Mechatronics Textbook*, Festo Didactic Noble Park, Victoria, 1998
3. John Webb, *Programmable Logic Controller principles and applications*, Northcentral Technical College, Wausau, Wisconsin 1992
4. Patient Peter, Pickup Roy, dan Powell Norman, *School Council Modular Courses in Technology PNEUMATICS*, Oliver & Boyd, England, 1983
5. R. Ackermann, J. Franz, *Programmable Logic Controllers*, Festo Didactic Manila, 1991
6. Waller D, Werner H, *Pneumatics Workbook Basic Level*, Festo Didatic GmbH & Co, Denkendorf, 1998