

PERANCANGAN LENGAN ROBOT PNEUMATIK PEMINDAH PLAT MENGUNAKAN PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER

Ari Setiawan, Sumardi, ST. MT, Iwan Setiawan, ST. MT.

Labratorium Teknik Kontrol Otomatik

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Abstrak – Pneumatik dan otomatisasi pneumatik sudah banyak diterapkan dalam dunia industri dan juga dalam kehidupan sehari-hari untuk membantu pekerjaan mekanik sederhana bahkan sistem yang sangat kompleks sekalipun. Pada tugas akhir ini akan dirancang bagaimana komponen pneumatik digunakan sebagai elemen akhir kontrol pada lengan robot pemindah plat. Untuk pengontrol digunakan sebuah Programmable Logic Controller. Metode kontrol yang digunakan pada tugas akhir ini adalah kontrol ON – OFF.

Hasil pengujian dan analisa menunjukkan bahwa sistem yang dibuat dapat bekerja dengan baik. Kebocoran pada silinder tidak terlalu berpengaruh pada aksi silinder tetapi hanya akan menimbulkan rugi-rugi pada suplai udara pneumatik.

Kata kunci : *Pneumatik, lengan robot, Programmable Logic Controller, kontrol ON–OFF*

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pneumatik merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak. Istilah “pneuma” diperoleh dari istilah Yunani kuno, dan mempunyai arti napas atau tiupan. Jadi “pneumatics” adalah ilmu yang mempelajari gerakan atau perpindahan udara dan gejala atau fenomena udara.

Aplikasi pneumatik diantaranya adalah sebagai elemen akhir dari sebuah proses kontrol, atau biasa digunakan sebagai aktuator atau sebagai penggerak.

1.2 Tujuan

Tujuan dalam Tugas Akhir ini adalah untuk merancang sistem kontrol berbasis *Programmable Logic Controller* pada penggunaan silinder pneumatik sebagai *final control element* suatu lengan robot. Dengan demikian dapat memberikan suatu gambaran proses kontrol pneumatik yang biasa digunakan di industri dan dapat memberikan suatu gambaran tentang aplikasi lengan robot sederhana dengan menggunakan sistem pneumatik.

1.3 Pembatasan Masalah

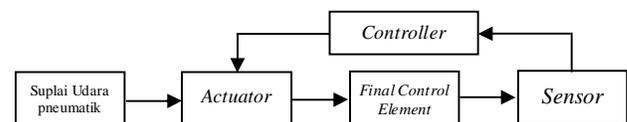
Karena kompleksnya permasalahan yang terdapat dalam sistem ini, maka perlu adanya batasan-batasan untuk menyederhanakan permasalahan ini, yaitu:

- Pada tugas akhir ini dibatasi pada penggunaan silinder pneumatik dan generator vakum sebagai elemen akhir kontrol (*final control element*) dalam sebuah lengan robot,
- Silinder yang digunakan merupakan *double acting cylinder* atau silinder kerja ganda,
- Alat untuk membangkitkan udara vakum digunakan sebuah generator vakum.
- Perhitungan mekanik pneumatik diabaikan.
- Sistem Lengan Robot tidak dibahas secara mendalam.
- Sensor yang digunakan untuk mengetahui posisi piston silinder pneumatik adalah saklar magnet (*reed switch*).
- Sensor yang digunakan untuk mendeteksi benda kerja adalah sensor *photoelectric*.
- Sensor yang digunakan untuk mendeteksi tekanan udara vakum pada generator vakum adalah *Digital Pressure Switch*.
- Katup solenoid digunakan sebagai pengatur suplai udara pneumatik pada silinder pneumatik.

II DASAR TEORI

2.1 Pneumatik

Secara umum diagram blok kontrol pneumatik adalah seperti Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Diagram blok kontrol pneumatik

Pada Tugas Akhir ini sistem pneumatik digunakan sebagai penghasil gerakan, khususnya gerak lurus tetap. Sedangkan sistem pneumatik yang digunakan merupakan gabungan antara sistem elektrik dan sistem pneumatik. Sistem elektrik digunakan sebagai sensor dan penggerak katup, sistem pneumatik digunakan untuk menghasilkan gerak pada lengan robot.

2.1.1 Penyediaan Udara Bertekanan

Elemen-elemen yang dipergunakan dalam persiapan udara bertekanan yaitu:

1. Kompresor udara
2. Tangki udara
3. Penyaring udara dengan pemisah air
4. Pengatur tekanan

5. Pelumas

2.1.2 Komponen Penunjang Pneumatik

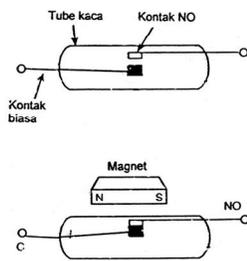
Sistem pneumatik hanya dapat bekerja dengan beberapa peralatan penunjang antara lain yaitu:

- Kompresor
- Tangki
- Pipa Saluran
- Katup kontrol satu arah (*one way control valve*)

2.2 Sensor

2.2.1 Saklar Magnet (*Reed Switch*)

Kontak saklar magnet (juga disebut sebagai relai buluh). Disusun dari dua plat kontak yang tertutup hermetis (kedap udara) pada tabung gelas yang diisi dengan gas pelindung. Pada saat magnet permanen mencapai saklar magnet, ujung-ujung tab kontak yang saling bertemu, menarik satu sama lain dan menjadi kontak

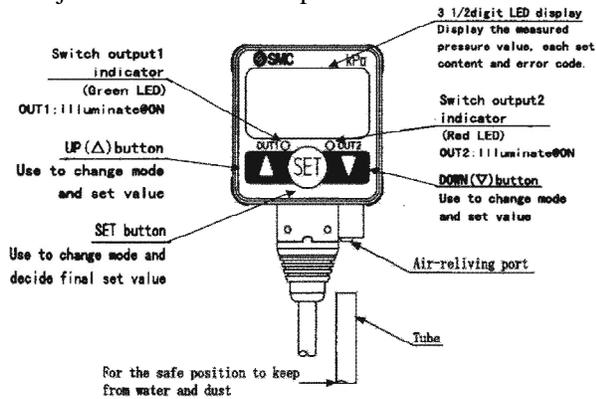


Gambar 2.2 Saklar magnet

Pada Tugas Akhir ini, saklar magnet digunakan untuk mengetahui posisi silinder pneumatik, bila magnet yang terdapat di ujung dalam silinder menginduksi saklar magnet, maka saklar akan kontak dan sinyal akan diteruskan menuju PLC untuk diolah

2.2.2 Saklar Tekanan Digital (*Digital Pressure Switch*)

Digital Pressure Switch, adalah sebuah sensor yang dapat digunakan untuk mengetahui tekanan yang bekerja dalam suatu sistem pneumatik.

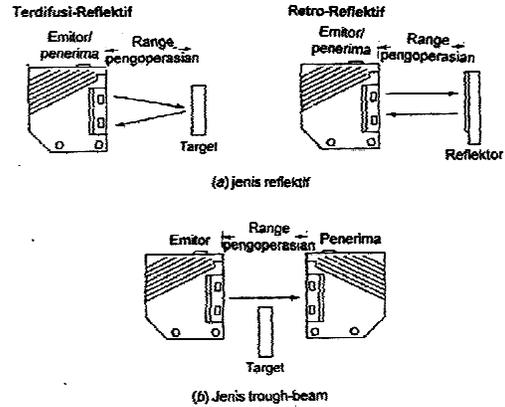


Gambar 2.3 Saklar Tekanan Digital (*Digital Pressure Switch*)

2.2.3 Sensor Photoelectric

Pada Tugas Akhir ini digunakan sensor fotolistrik berjenis terdifusi-reflektif. Digunakan untuk

mendeteksi benda kerja. Bila terdapat benda kerja maka sensor ini akan mengirimkan sinyal ke PLC.

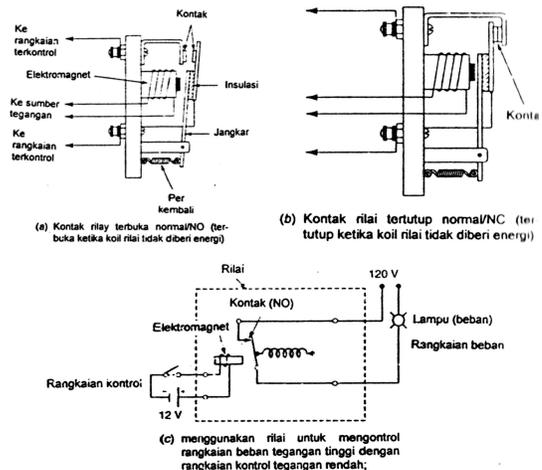


Gambar 2.4 Sensor Photoelectric

2.3 Aktuator

2.3.1 Relai

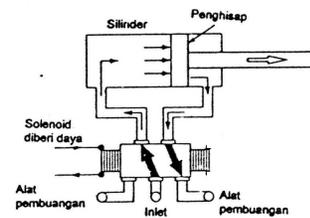
Relai adalah alat yang dioperasikan dengan listrik yang secara mekanis mengontrol penghubungan rangkaian listrik.



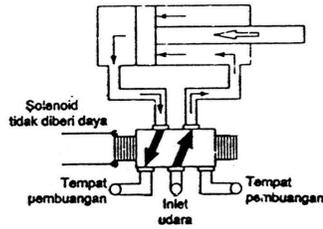
Gambar 2.5 Relai pengendali elektromekanis

2.3.2 Katup Solenoid (*Solenoid Valve*)

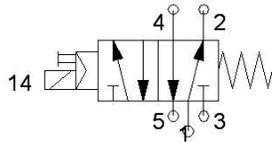
Katup Solenoid adalah kombinasi dari dua unit fungsional: solenoida (elektromagnet) dengan inti atau plungernya dan badan katup (*valve*) yang berisi lubang mulut pada tempat piringan atau stop kontak ditempatkan untuk menghalangi atau mengizinkan aliran.



(a) Torak silinder pneumatik akan keluar bila solenoida diberi daya



(b) Torak silinder pneumatik akan masuk bila solenoida tidak diberi daya



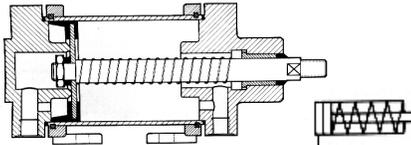
(c) Simbol katup solenoid 5/2
Gambar 2.6 Katup solenoid 5/2

2.3.2 Silinder Pneumatik

Komponen kerja sistem pneumatik berfungsi untuk mengubah tekanan udara menjadi kerja.

- **Silinder Kerja Tunggal (Single Acting Cylinder)**

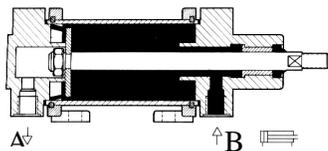
Silinder kerja tunggal (*single acting cylinders*) hanya bisa diberikan gaya pada satu arah, dan hanya mempunyai satu saluran masuk.



Gambar 2.7 Silinder kerja tunggal dan simbol

- **Silinder Kerja Ganda (Double Acting Cylinders)**

Silinder kerja ganda (*double acting cylinders*) digunakan apabila torak diperlukan untuk melakukan kerja bukan hanya gerakan maju, tetapi juga untuk gerakan mundur.

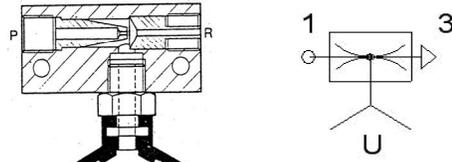


Gambar 2.8 Silinder kerja ganda dan simbol

Pada Tugas Akhir ini, digunakan silinder dengan jenis silinder dengan aksi ganda (*Double Acting Cylinder*). Keuntungan yang dapat diperoleh dari silinder kerja ganda yaitu bisa diatur kecepatan pada kedua arah gerakan batang pistonnya.

2.3.3 Generator Vakum

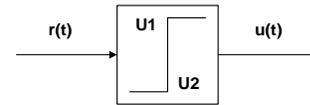
Pada Tugas Akhir ini, digunakan sebuah generator vakum. Generator vakum ini digunakan untuk menghasilkan udara vakum atau udara hisap. Digunakan bersamaan dengan mangkuk hisap untuk memindahkan berbagai benda kerja. Alat ini bekerja pada prinsip venturi meter (vakum).



Gambar 2.9 Generator vakum dengan mangkuk hisap dan simbol

2.4 Kontrol ON-OFF

Pada sistem kontrol ON-OFF, elemen pembangkit hanya memiliki dua posisi tertentu yaitu ON dan OFF. Kontrol ON-OFF memiliki karakteristik sinyal keluaran dari kontroler $u(t)$ tetap pada salah satu nilai maksimum atau minimum tergantung pada sinyal pembangkit kesalahan positif atau negatif.



Gambar 2.10 Diagram blok kontroler ON-OFF.

2.5 Lengan Robot (Arm Manipulator)

Suatu lengan robot (*arm manipulator*) terdiri dari rangkaian benda tegar, yaitu:

1. Bagian dasar (*base*)
2. Batang lengan (*link*)
3. Sendi (*joint*).
4. Piranti yang dipasang pada lengan robot (*end effector*), yang dapat berupa pencengkrak (*gripper*) dan peralatan (*tool*).

Derajat kebebasan adalah banyaknya arah independen sehingga *end-effector* dari sebuah lengan robot dapat bergerak.

2.6 Programmable Logic Controller (PLC)

Sesuai dengan namanya, konsep PLC dapat dijelaskan sebagai berikut:

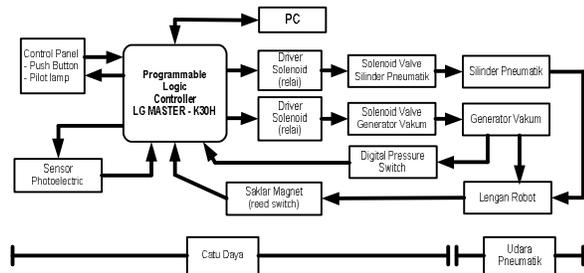
Programmable : menunjukkan kemampuannya yang dapat dengan mudah diubah-ubah sesuai program yang dibuat dan kemampuannya dalam hal memory program yang telah dibuat.

Logic : menunjukkan kemampuannya dalam memproses input secara aritmatik (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, dan negasi.

Controller : menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan output yang diinginkan.

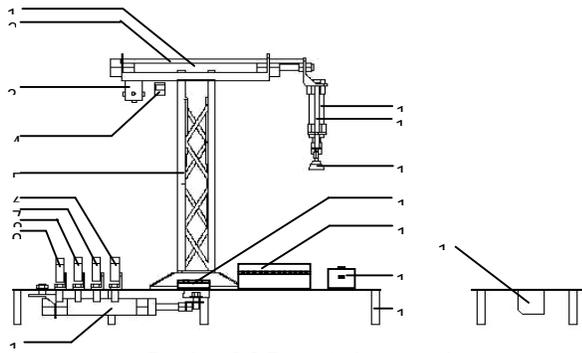
III PERANCANGAN PERANGKAT KERAS DAN PERANGKAT LUNAK

3.1 Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem keseluruhan

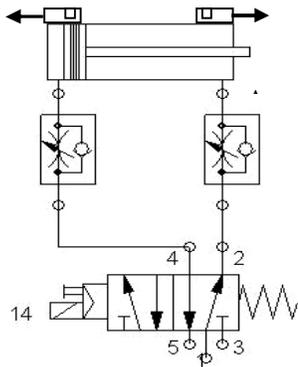
3.1.1 Prototip Lengan Robot



Gambar 3.2 Prototip lengan robot

3.1.2 Perancangan Silinder Pneumatik

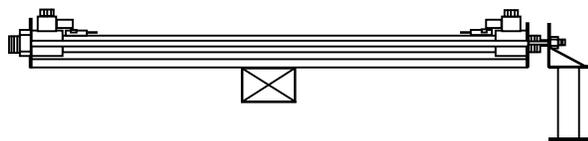
Perancangan diagram rangkaian silinder pneumatik secara umum diperlihatkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram rangkaian pneumatik silinder pneumatik

3.1.2.1 Perancangan Silinder Pneumatik A

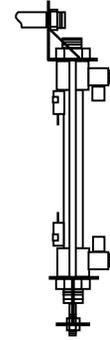
Perancangan Silinder Pneumatik A, diperlihatkan pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Perancangan Silinder pneumatik A

3.1.2.2 Perancangan Silinder Pneumatik B

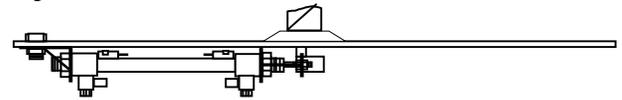
Perancangan Silinder Pneumatik B seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Perancangan silinder B

3.1.2.3 Perancangan Silinder Pneumatik C

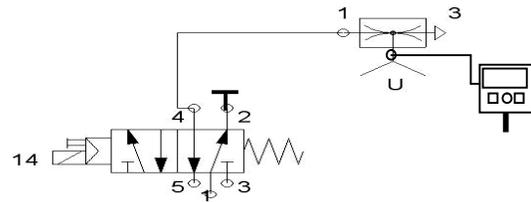
Perancangan Silinder Pneumatik C, diperlihatkan seperti Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Perancangan Silinder C

3.1.3 Perancangan Penghisap Benda Kerja (Plat)

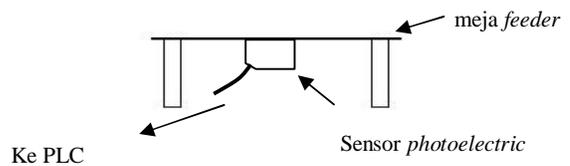
Perancangan penghisap benda kerja diperlihatkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Diagram rangkaian pneumatik pencengkram benda kerja

3.1.4 Sensor Photoelectric

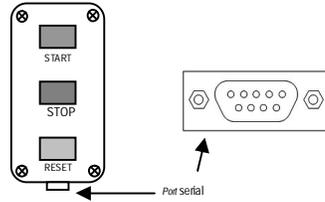
Perancangan sensor *photoelectric* diperlihatkan pada gambar 3.8 .



Gambar 3.8 Sensor *Photoelectric*

3.1.5 Panel Kendali (Control Panel)

Perancangan panel kendali, seperti pada Gambar 3.9



Gambar 3.9 Papan kendali (control panel)

3.1.6 Programmable Logic Controller LG MASTER – K30H

Programmable Logic Controller LG MASTER–K30H merupakan PLC buatan LG yang termasuk tipe *compaq*. Pada PLC tipe ini hanya terdapat 16 input dan 16 output, serta input *High Speed Counter* (Counter kecepatan tinggi). Memiliki catu daya 110~220 V AC dan memiliki tegangan keluaran standar 24V DC. Koneksi antara PC dan komputer dilakukan secara serial.

3.2 Perancangan Perangkat Lunak (Software)

3.2.1 Algoritma Program

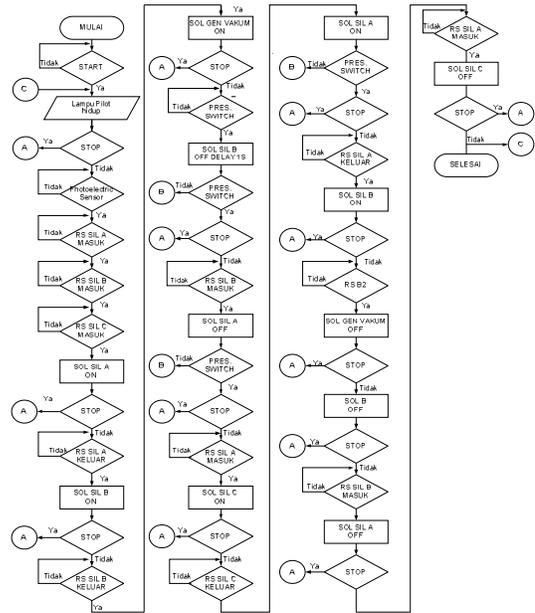
Secara umum algoritma program lengan robot pemindah plat dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Tahap kerja lengan robot pemindah plat

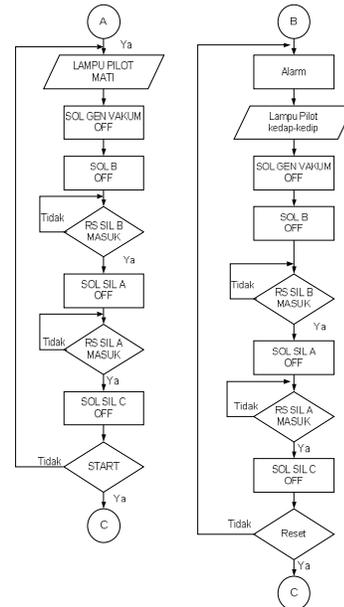
Tahap Kerja	Silinder A	Silinder B	Silinder C	Vakum
1	Keluar	Masuk	Masuk	OFF
2	Keluar	Keluar	Masuk	OFF
3	Keluar	Keluar	Masuk	ON
4	Keluar	Masuk	Masuk	ON
5	Masuk	Masuk	Masuk	ON
6	Masuk	Masuk	Keluar	ON
7	Keluar	Masuk	Keluar	ON
8	Keluar	Keluar	Keluar	ON
9	Keluar	Keluar	Keluar	OFF
10	Keluar	Masuk	Keluar	OFF
11	Masuk	Masuk	Keluar	OFF
12	Masuk	Masuk	Masuk	OFF

3.2.2 Diagram Alir Program

Diagram alir program secara umum dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Diagram Alir Program



Gambar 3.11 Lanjutan Diagram Alir Program

IV PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pengujian Perangkat Keras (Hardware)

Pengujian perangkat keras dilakukan dengan pengambilan data dari uji coba yang dilakukan terhadap komponen-komponen perangkat keras.

Setelah dilakukan pengujian, didapatkan kesimpulan bahwa seluruh komponen perangkat keras yang diuji dapat berfungsi dengan baik.

4.2 Pengujian Perangkat Lunak (software)

Pengujian perangkat lunak (*software*) meliputi beberapa uji coba untuk menguji program pada *Programmable Logic Controller* yang telah dibuat

apakah telah sesuai dengan perancangan algoritma pada diagram alir program.

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa seluruh program ladder yang dibuat telah sesuai dengan algoritma program.

4.3 Pengujian Lengan Robot Pneumatik

Lengan robot pneumatik bekerja efektif pada *range* tekanan udara pneumatik antara 2,5 – 6,5 Bar dengan benda kerja yang digunakan adalah sepotong plat dengan berat 300 gram.

Dari variasi benda kerja yang diberikan pada lengan robot pneumatik, ternyata lengan robot pneumatik tidak hanya dapat memindahkan plat, tetapi berbagai macam benda yang memiliki permukaan yang rata.

V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan perancangan, pembuatan, serta pengujian dan analisa pada Tugas Akhir ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Keseluruhan proses pada saat tombol start ditekan sampai dengan selesai lengan robot pneumatik pemindah plat berhasil beroperasi sesuai dengan algoritma.
2. Silinder pneumatik berhasil digunakan sebagai komponen kontrol akhir (*final control element*) untuk menghasilkan gerakan keluar atau masuk meskipun silinder yang digunakan mengalami kebocoran. Kebocoran pada silinder tidak terlalu berpengaruh pada aksi silinder tetapi hanya akan menimbulkan rugi-rugi pada suplai udara pneumatik. Udara suplai pneumatik akan habis lebih cepat.
3. Generator vakum yang juga merupakan komponen akhir kontrol (*final control element*) berhasil digunakan sebagai penghasil udara vakum (hisap), yang digunakan sebagai penghisap benda kerja (plat) sehingga plat dapat menempel pada mangkuk hisap. Generator vakum bekerja pada tekanan udara pneumatik antara 1 – 6,5 bar. Generator vakum ini mampu menahan benda kerja sampai dengan berat 1,7 Kg pada tekanan udara pneumatik sebesar 6,5 Bar.
4. Lengan robot pneumatik bekerja efektif pada *range* tekanan pneumatik antara 2,5 – 6,5 Bar. Lengan robot pneumatik yang dirancang tidak hanya dapat memindahkan plat, tetapi berbagai macam benda yang memiliki permukaan yang rata.
5. Suatu sistem pneumatik sangat membutuhkan udara suplai yang stabil untuk mendapatkan suatu unjuk kerja yang maksimal.

5.2 Saran

1. Suplai udara pneumatik sebelum masuk ke peralatan pneumatik sebaiknya digunakan mesin pengering udara, filter udara dan alat pengkabut lumas, sehingga udara pneumatik yang masuk ke

silinder dan komponen pneumatik ini kering, bebas air dan tidak macet. Diperlukan agar komponen-komponen pneumatik yang digunakan keawetannya terjaga.

2. Agar proses pada pneumatik berjalan dengan stabil diperlukan suplai udara yang stabil, untuk itu diperlukan kompressor yang dapat mempertahankan kestabilan tekanan udara.

DAFTAR PUSTAKA

1. Budianto, M dan Wijaya, A.. **Pengenalan Dasar-Dasar PLC**. Yogyakarta: Gava Media. 2003.
2. Bryan, L. A. dan Bryan E. A. **Programmable Controllers Theory and Implementation**. Amerika Serikat: Industrial Text. 1997.
3. Ogata, Katsuhiko. **Teknik Kontrol Automatik Jilid I**. alih bahasa Edi Laksono. Jakarta : Erlangga. 1997.
4. Petruzella, Frank D. **Elektronika Industri**. alih bahasa Drs. Sumanto MA. Yogyakarta : Andi. 2002.
5. Scholer, Charles A. dan Mcnamee, William L. **Industrial Electronic and Robotics**. Amerika Serikat: McGraw Hill. 1986.
6. Setiawan, Nanang. **Simulator Lengan Robot Dengan Kemampuan Menghindari Rintangan Berbasis PC dan Mikrokontroler AT89C51**, Tugas Akhir. Teknik Elektro UNDIP. 2003.
7. Sugihartono. **Dasar-Dasar Kontrol Pneumatik**. Bandung : Tarsito. 1985.
8. Krist, Thomas. **Dasar-Dasar Pneumatik**. alih bahasa Dines Ginting. Jakarta : Erlangga. 1993.



Ari Setiawan (L2F00579), dilahirkan di Bekasi pada tahun 1982. Tercatat sebagai mahasiswa jurusan teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang pada tahun 2000. saat ini sedang menyelesaikan pendidikan S-1 pada jurusan yang sama dengan konsentrasi yang diambil adalah kontrol.

Semarang, September 2004
Mengetahui,

Pembimbing I

Pembimbing II

Sumardi, ST, MT
NIP. 132 125 670

Iwan Setiawan, ST, MT
NIP. 132 283 183