

## RANCANG BANGUN PESAWAT LATIH LENGAN ROBOT

Yoddy Agung Nuhgraha<sup>1)</sup>, Eling Selasri<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Teknik Mesin, <sup>2)</sup>Mekanik Industri & Desain, Politeknik TEDC

Email : yan\_nuhgraha@poltektedc.ac.id<sup>1)</sup>

### Abstrak

Pesawat latih robot lengan atau dalam Bahasa Inggrisnya adalah *Robot Arm Trainer* dibuat untuk melengkapi sarana pembelajaran praktek mahasiswa Teknik Mesin Politeknik TEDC Bandung. Sarana pembelajaran khususnya peralatan dan bahan untuk praktek merupakan hal yang sangat dibutuhkan dalam Kegiatan Belajar Mengajar (KBM), karena dengan adanya pesawat latih ini mahasiswa akan mendapatkan pengalaman yang mendekati kenyataan seperti di dunia kerja nantinya. Terlebih lagi dari segi kemampuan motorik mahasiswa akan terbentuk karena harus melakukan beberapa langkah pekerjaan dalam mengoperasikan pesawat latih ini. Sistem yang dipakai adalah sistem pneumatik, sehingga akan cocok sebagai pesawat latih untuk praktek mata kuliah pneumatik. Proses pembuatannya akan meliputi perancangan gambar teknik, dimana dalam gambar teknik ini akan dibuat model pesawat latih tersebut beserta fungsi-fungsi pergerakannya. Setelah desainnya terbentuk maka akan dilakukan perhitungan kekuatan titik-titik tumpu dan lengan-lengan robot yang ada agar dapat dikalkulasikan baik keamanan maupun kemampuan pesawat latih ini. Selanjutnya adalah merakit pesawat latih menggunakan teknik sambungan atau *joint* yang dapat bergerak sesuai fungsi pergerakan tiap-tiap lengan pesawat latih ini. Untuk kesesuaian pergerakan menggunakan sistem elektro-pneumatik yang dikontrol oleh *programmable logic control* (PLC). Tahap terakhir yang dilakukan dalam perancangan ini adalah menguji kinerja pesawat latih yang dirakit apakah sesuai dengan rancangan awal dan sesuai pula pergerakannya sehingga dapat dipakai sebagai alat praktek. Berdasarkan pengujian, kekuatan tumpuan-tumpuan sambungan (*joint*) masih dapat bertahan dan mampu menggerakkan lengan-lengan robotnya, hal ini dikarenakan tegangan yang terjadi masih di bawah batas tegangan yang diijinkan sehingga pesawat latih ini dapat dikatakan aman.

**Kata Kunci:** pesawat latih, lengan robot, pneumatik, alat praktek

### Abstract

*Robotic arm trainer made to complement the practical learning facilities of Polytechnic TEDC Bandung for Mechanical Engineering students. Learning tools, especially equipment and materials for practice, are very much needed in teaching and learning activities, because with this trainer students will get experience that is close to reality as in the field of work later. Moreover, in terms of motoric abilities students will be formed because they have to take several steps in operating this trainer. The system used is a pneumatic system, so it will be suitable as a training tools for practicing pneumatic courses. The manufacturing process will include designing a technical drawing, where in this technical drawing a model of the trainer will be created along with its movement functions. After the design is formed, it will be calculated the strength of the fulcrums and existing robotic arms so that it can be calculated both the security and the ability of this trainer. Next is to assemble trainer using a joint technique that can move according to the function of movement of each arm of this trainer. To control the movement using electro-pneumatic system controlled by programmable logic control (PLC). The last step carried out in this design is to test the performance of assembled trainer whether in accordance with the initial design and according to their movements so that it can be used as a practical tool. Based on the testing, the strength of the joints can still survive and is able to move the robotic arms, this is because the force that occurs is still below the allowable force limit so that the training tools can be said to be safe.*

**Keywords:** *trainer, robot arm, pneumatic, practical tool*

### I. PENDAHULUAN

Setiap kegiatan belajar mengajar (KBM) memerlukan bahan ajar yang dapat berupa media visual, audio, audio video, media peraga, media tayang, dan media-media lainnya yang memudahkan pemahaman mahasiswa terhadap suatu materi yang sedang dipelajari. Semakin banyak panca indera yang terlibat dalam pembelajaran maka akan semakin kuat

pemahaman dan pengalaman belajar mahasiswa. Artinya mahasiswa mengerti dan memahami apa yang sedang dipelajarinya sehingga transfer ilmu dan teknologi dari dosen sesuai dengan yang diharapkan. Salah satu media yang dapat memberikan pengalaman belajar secara langsung adalah pesawat latih (*trainer*) atau media peraga atau alat peraga. Melalui media ini semua panca

indra dapat dioptimalkan untuk mendapatkan hasil yang baik.

Oleh karena hal tersebut di atas, maka dibuatlah suatu alat peraga untuk praktek mata kuliah hidrolik dan pneumatik, khususnya pada materi pneumatik. Kemudian untuk lebih mendapatkan kesan kekinian maka alat peraga yang dibuat adalah berupa lengan robot yang dapat bergerak berputar, naik turun, dan mendekat atau menjauh. Lengan robot ini fungsi utamanya untuk memindahkan produk atau barang yang berulang-ulang atau memerlukan penempatan produk dengan keakuratan yang tinggi yang akan sulit dilakukan oleh manusia.

**II. LANDASAN TEORI**

Untuk memahami proses pembuatan lengan robot ini diperlukan pemahaman mengenai sistem pneumatik, karena untuk menggerakkan lengan robotnya menggunakan daya pneumatik. Dalam mata kuliah hidrolik dan pneumatik diajarkan kepada mahasiswa sistem pneumatik yang meliputi silinder, katup, diagram, dan lainnya.

**A. Silinder Pneumatik**

Untuk silinder pneumatik diperlukan aktuator, aktuator adalah bagian keluaran untuk mengubah energi masukan menjadi energi kerja. Aktuator penumatik dibagi menjadi dua yaitu aktuator gerak lurus dan gerak berputar. Kemudian berdasarkan gerak lurus atau linear terbagi lagi menjadi silinder kerja tunggal dan ganda. Berdasarkan gerakan putar terbagi lagi menjadi motor udara dan aktuator yang berputar (ayun).

SIMBOL	NAMA KOMPONEN
	Silinder kerja tunggal
	Silinder kerja tunggal , piston dengan magnet tetap
	Silinder kerja ganda

Simbol aktuator gerakan putar :

SIMBOL	NAMA KOMPONEN
	Motor udara, putaran satu arah, kapasitas tetap.
	Motor udara, putaran satu arah, kapasitas bervariasi.
	Motor udara, putaran dua arah ,kapasitas bervariasi.
	Aktuator putar lintasan terbatas. Putaran dua arah.

**Gambar 1.** Simbol aktuator linear dan putar

**B. Prinsip Kerja Lengan Robot**

Pesawat latih lengan robot ini dirancang dengan beberapa gerakan dasar yaitu:

1. Gerakan berputar 180°

Gerakan ini merupakan gerakan dasar yang diperlukan agar lengan robot dapat menjangkau posisi benda yang akan dipindahkannya yang biasanya dari titik pertama ke titik berikutnya.

2. Gerakan naik dan turun  
Gerakan ini diperlukan untuk mengangkat dan menurunkan benda yang dibawanya.
3. Gerakan maju dan mundur  
Gerakan ini untuk menjangkau titik yang jauh atau dekat dari posisi lengan robot.
4. Gerakan menjepit dan melepaskan  
Gerakan ini dilakukan oleh pengecam yang berfungsi menjepit atau melepaskan benda yang dibawanya.

**C. Desain Umum**

Dalam perancangan ini beberapa komponen yang digunakan adalah diantaranya sebagai berikut:

1. *Base Unit*  
Befungsi sebagai base atau tumpuan untuk menopang rangkaian lengan robot.
2. *Base Tetap*  
Befungsi untuk menopang mekanisme lengan robot agar dapat berputar dan bergerak.
3. *Lengan Kesatu*  
Lengan ini berfungsi sebagai lengan untuk menggerakkan lengan kedua, yaitu gerakan naik dan turun dan lengan ini juga berfungsi sebagai tempat pemasangan lengan kedua.
4. *Lengan Kedua*  
Lengan ini berfungsi sebagai lengan untuk pergerakan maju dan mundur, yaitu gerakan untuk menjangkau benda yang akan dipindahkan dan lengan ini juga berfungsi sebagai tempat pemasangan pengecam.
5. *Pengecam*  
Pengecam inilah yang nantinya berfungsi sebagai pemegang benda yang akan diambil dan dipindahkan.

**III. RANCANG BANGUN**

Proses pembuatan pesawat latih ini dilakukan di bengkel produksi Jurusan Teknik Mesin Politeknik TEDC Bandung. Proses pembuatannya melalui beberapa tahapan seperti yang akan dijelaskan di bawah ini.

**A. Implementasi Mekanik**

Pembuatan mekanik disini meliputi pemilihan bahan yang akan digunakan untuk membuat lengan robot, setelah pemilihan bahan maka dilakukanlah pemotongan bahan sesuai yang telah didesain dalam perancangan. Selanjutnya

dilakukan pembentukan lengan robot sesuai desain, yaitu pembuatan lengan kesatu, lengan kedua, dudukan rotari dan mekanisme yang lainnya.



**Gambar 2.** Pembuatan Mekanik

### B. Menentukan Diameter Silinder

Bagian penggerak pada lengan robot ini terdiri dari 2 buah silinder pneumatik kerja ganda. Silinder 1 mempunyai panjang piston 12 cm dan silinder 2 mempunyai panjang piston 8 cm. Untuk mencari diameter minimal dari silinder pneumatik diambil tekanan kerja dari sistem sebesar 7 Kgf/cm<sup>2</sup> dan gaya yang terjadi pada lengan robot adalah 150 Kgf, untuk harga  $\mu$  diambil 0,94. Data ini digunakan dalam perencanaan silinder pneumatik untuk pengangkatan benda kerja. Diameter minimal adalah 24 mm. Maka untuk perencanaan ini, silinder yang digunakan yaitu diameter 28 mm dengan tipe *double acting cylinder*.

### C. Menentukan Pemakaian Udara

Besarnya konsumsi udara untuk tabung silinder pneumatik perlu diketahui, karena hal ini penting untuk menjamin tersedianya udara yang cukup sehingga gerak silinder pneumatik dapat stabil. Sumber suplai udara menggunakan kompresor dengan besar tekanan udara maksimal 6,5 bar sampai dengan 7 bar dan menggunakan silinder pneumatik tabung gerak ganda dengan diameter piston 4 cm, diameter batang piston 1 cm dan panjang langkah 12 cm. tekanan kerja yang diberikan 400 kpa, tekanan atmosfer sebesar 101,3 kpa dan banyaknya langkah tiap menit 40 langkah/menit.

### D. Menentukan Pergerakan Lengan Robot

Pergerakan lengan robot ini diatur berdasarkan fungsinya yaitu agar dapat memindahkan barang. Untuk itu diatur pergerakannya sebagai berikut:

1. Gerak normal

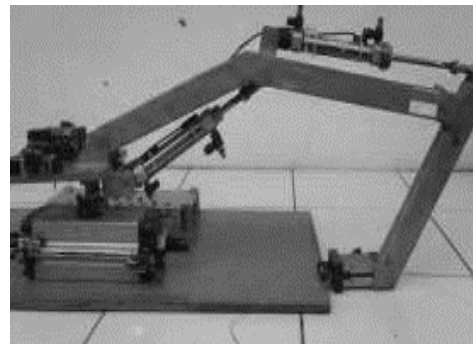
Pada posisi ini sistem telah dikatifikkan tetapi belum terjadi pergerakan dari pesawat latih karena masih dalam kondisi sedia (*standby*).

2. Gerak berputar 180°  
Gerakan berputar digunakan untuk menjangkau dan memindahkan benda kerja ke segala arah yang ditentukan.
3. Gerak lengan satu  
Lengan satu dapat bergerak ke atas dan ke bawah untuk menjangkau benda kerja yang tinggi dan rendah.
4. Gerak lengan dua  
Lengan dua dapat bergerak mendekat dan menjauh untuk menjangkau benda kerja yang dekat dan jauh.
5. Gerak pencekam  
Gerakan jari-jari pencekam untuk mencekam benda kerja yang akan di pindahkan.

### E. Perakitan Pesawat Latih

Setelah semua langkah-langkah pembuatan selesai maka pesawat latih ini siap untuk dirakit. Proses perakitan dengan tahapan sebagai berikut:

1. Mempersiapkan *base* unit sebagai landasan dan tumpuan,
2. Memasang *base* tetap pada *base* unit,
3. Memasang lengan satu pada *base* tetap,
4. Memasang lengan dua pada lengan satu,
5. Memasang pencekam pada lengan satu,
6. Memasang silinder pneumatik pada lengan satu,
7. Memasang silinder pneumatik pada lengan dua,
8. Merangkai selang-selang suplai udara ke setiap silinder pneumatik,
9. Memasang sensor-sensor pneumatik,
10. Memasang kontrol pergerakan silinder pneumatik.



**Gambar 3.** Pesawat latih lengan robot

Setelah semua bagian komponennya terpasang kemudian di cat menggunakan cat untuk besi.

## F. Perancangan Kontrol PLC

Sebelum diimplementasikan ke alat yang sebenarnya maka dibuat terlebih dahulu tabel kebenaran dan simulasi sistem elektro-pneumatik yang nantinya akan digunakan untuk proses pergerakan robot lengan.

Jenis program yang digunakan adalah *ladder diagram*. Sebelum membuat program maka terlebih dahulu membuat diagram alir kerja dari robot lengan tersebut, agar apabila terjadi kesalahan dapat diselesaikan dengan mudah.

Diagram dibuat menggunakan software Festo FluidSIM karena sistem elektro-pneumatik memerlukan kelistrikan yang nantinya untuk memicu *solenoid valve*. Setelah diagram elektro-pneumatik berfungsi sesuai rencana maka diagram inilah yang nantinya akan dijadikan panduan untuk membuat program *ladder* pada PLC.

## G. Pemrograman PLC

Berikut ini langkah-langkah yang dilakukan selama memprogram PLC.

1. Program PLC *start* dan *stop*  
Program ini akan mengaktifkan dan mematikan sistem robot lengan.
2. Program pendeteksi benda kerja  
Berfungsi untuk memberi masukan perintah kepada robot bahwa sensor telah mendeteksi adanya benda kerja. Selanjutnya program ini akan memberi perintah untuk menggerakkan rotari yang akan membuat robot dapat berputar 180°.
3. Program menggerakkan lengan satu  
Berkerja pada saat posisi rotari telah benar-benar bergerak sejauh 180° dan terdeteksi oleh *reed switch (limit switch)* selanjutnya akan menggerakkan lengan bagian satu, yaitu untuk pergerakan naik dan turun.
4. Program menggerakkan lengan dua  
Setelah lengan satu bergerak dan terdeteksi oleh *reed switch* maka perintah selanjutnya adalah mengeksekusi program berikutnya yaitu menggerakkan lengan dua.
5. Program menggerakkan pencekam  
Berfungsi untuk menggerakkan pencekam mencekam benda kerja yang akan dipindahkan.

Setelah pemrograman selesai maka menyusun *wiring diagram* (diagram pengkabelan) untuk keseluruhan rangkaian sistem kelistrikan robot lengan yang nantinya akan dihubungkan satu sama lain, meliputi tombol *start*, tombol *stop*, dan juga sensor *reed switch* yang semuanya akan dihubungkan dengan PLC.

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian

Untuk memastikan pesawat latih lengan robot ini bekerja sesuai desain maka dilakukan pengujian. Pengujian pergerakan merupakan hal pertama yang dilakukan dan hasilnya semua komponen lengan robot bergerak dengan baik dan benar.

Pengujian selanjutnya adalah pada sistem pneumatik untuk mengetahui tegangan yang bekerja pada sistem kelistrikan robot lengan yaitu:

- 1) Pengukuran tahanan *coil solenoid valve*  
Untuk mengetahui apakah nilai tahanan *coil solenoid valve* tersebut masih memenuhi standar jika diberi arus/tegangan untuk membuat induksi magnetik agar dapat membuka *valve*. Hasilnya adalah bahwa nilai tahanan *coil solenoid valve* masih baik, dikarenakan *solenoid valve* dapat berfungsi normal.
- 2) Pengukuran tegangan dari *power supply* utama  
Dilakukan untuk mengetahui tegangan *output* yang keluar dari *power supply* utama, apakah terjadi penurunan tegangan pada saat sistem dalam keadaan aktif dan keadaan non aktif. Daya *power supply* 24 volt dan 1.5 ampere adalah 36 watt. Karena menggunakan rangkaian paralel maka tegangan pada setiap *solenoid valve* sama, akan tetapi arus/daya yang melewati *solenoid valve* tersebut akan lebih besar. Daya yang melewati 4 buah *solenoid valve* adalah sebesar 6,8 watt. Daya maksimum *power supply* adalah 36 watt. Jika semua *solenoid valve* aktif maka daya *power supply* yang terpakai adalah 6,8 watt, dapat disimpulkan bahwa pemilihan *power supply* dengan daya 36 watt sangat aman untuk mengaktifkan sistem kelistrikan robot lengan.
- 3) Pengukuran *output* tegangan dari sensor *reed switch*  
Untuk mengetahui tegangan *output* yang keluar dari sensor *reed switch* apakah terjadi kesalahan pada sistem pada saat aktif maupun pada saat tidak aktif dan juga untuk mengetahui kondisi sensor tersebut. Sensor *reed switch* pada saat sistem tidak aktif berada pada *range* tegangan yang dibutuhkan untuk tidak memberikan *input* ke PLC agar tidak mendeteksi adanya perintah. Sensor reed switch pada saat sistem aktif berada pada *range* tegangan yang dibutuhkan untuk memberikan input agar PLC mendeteksi adanya perintah melaksanakan instruksi kerja.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, kemudian melakukan analisa data pengujian dan pergerakan lengan robot maka dapat ditarik kesimpulan bahwa proses perancangan dan pembuatan pesawat latih robot lengan telah sesuai dengan tujuan awal perancangan dan dapat berfungsi dengan baik.

### Saran

Untuk menggunakan pesawat latih ini diperlukan suatu panduan pemakaian agar pengguna dapat mengoperasikannya dengan baik dan meminimalisir kesalahan pemakaian. Sampai artikel ini disusun, panduan yang dimaksud masih dalam proses penyusunan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arifianto, D. (2011). Kamus Komponen Elektronika. Jakarta Selatan: PT. Kawan Pustaka.
- Halim, S. (2007). Merancang Mobile Robot Pembawa Objek Menggunakan OOPic-R. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Iswanto. (2009). Mikrokontroler AT90S2313. Yogyakarta: C.V. Andi Offset.
- Komputer, W. (2012). Membuat Aplikasi Android Untuk Tablet dan Handphone. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo.
- Muis, S. (2011). Prinsip Dasar Cara Kerja Robot. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Saefullah, A., Immaniar, D., & Juliansah, R. A. (2015). Sistem Kontrol Robot Pemindah Barang Menggunakan Aplikasi Android Berbasis Arduino Uno. CCIT Journal, 8(2), 45–56.
- Sari, Y. R. (2015). Rancang Bangun Perangkat Lunak Robot Pemindah Barang Dengan Aplikasi Android Berbasis Bluetooth. Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Simarmata, J. (2010). Rekasa Perangkat Lunak. Yogyakarta: C.V. Andi Offset.
- Suyadhi, T. D. S. (2010). Buku Pintar Robotika: Bagaimana Merancang dan Membuat Robot Sendiri. Yogyakarta: Andi.
- Wahyudin, D. (2007). Belajar Mudah Mikrokontroler AT89S52 Dengan Bahasa Basic Menggunakan BASCOM-8051. Yogyakarta: C.V. Andi Offset.
- Wardana, G. T., Setiawan, D. E., Rahman, A., & Prasetia, N. (2012). Robot Lengan Pemindah Barang Berdasarkan Ukurannya Berbasis Mikrokontroler, (x), 1–12.
- Winoto, A. (2010). Mikrokontroler AVR ATmega8/16/32/8535 dan permrogramannya dengan bahasa C pada WinAVR (Ed. Revisi). Bandung: Informatika