

PEMROGRAMAN ROBOT LENGAN HASIL MODIFIKASI MENGGUNAKAN PLC

Afan Andrianto

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: afan.srengdor@gmail.com

Agung Prijo Budijono

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: agung_pbudiono@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pada penelitian sebelumnya telah dibuat sebuah robot lengan generasi pertama dengan motor dc sebagai penggerak dan dioperasikan secara manual menggunakan kontrol *on/off (remote)* dan secara otomatis menggunakan PLC. Pada prakteknya, robot bekerja kurang maksimal dimana sering terjadi *back less* pada lengan bagian atas (*shoulder*) yang disebabkan oleh *clutch brake* yang tidak mampu menahan beban torsinya. Selain itu kondisi rangkanya kurang baik sehingga tidak bisa digunakan sebagai praktikum mata kuliah mekatronika. Metode yang digunakan dalam merealisasikannya yaitu dengan mengidentifikasi, memodifikasi dan mengujicobakan. Berdasarkan hasil uji diperoleh bahwa: 1) Perubahan yang dilakukan pada sistem kontrol robot lengan yaitu menambahkan komponen IRF 9640 dan IRF 640 untuk pengereman motor. 2) Robot lengan hasil modifikasi bisa bekerja secara otomatis dengan baik menggunakan program PLC OMRON CP1H. Semua motor mampu bergerak sesuai dengan yang diharapkan tapi hanya sampai 4 kali pengoperasian. 3) daya jangkau masing-masing motor robot lengan hasil modifikasi lebih kecil dari yang sebelumnya untuk menghindari terjadinya *back less*. Pergerakan *base* robot lengan hasil modifikasi ini maksimum bergerak ke kanan 91° dan ke kiri 70° sedangkan *base* robot lengan sebelumnya mampu bergerak ke kanan 90° dan ke kiri 90° . *Elbow* robot lengan hasil modifikasi mampu bergerak maksimum 74° sedangkan pada robot lengan sebelumnya *elbow* mampu bergerak hingga 90° . Pergerakan *shoulder* robot lengan hasil modifikasi hanya mampu mencapai 46° sedangkan *shoulder* robot lengan sebelumnya mampu bergerak hingga 70° .

Kata kunci: Robot lengan, program, PLC.

ABSTRACT

In the research previous has been made a robot arm with the first generation of dc motors as driving and using a manually operated on / off control (remote) and automatically using a PLC. In practice, less than the maximum working robot which is often the case back less on the upper arm (shoulder) caused by the clutch brake is not able to withstand the load torque. Besides the frame condition is not good so can not be used as a mechatronics lab courses. The method used in realizing that by identifying, modifying and testing. Based on the test results obtained that: 1) Changes made to control robotic arm system that adds components and IRF 9640 IRF 640 for braking the motor. 2) The robot arm can be modified to work automatically by either using CP1H OMRON PLC program. All motors able to move as expected but only up to 4 times the operation. 3) the coverage of each robot arm modified motors smaller than the previous one to avoid back less. Movement of the robot arm base is modified maximum moves to the right 91° and to the left 70° while the base of the robot arm to move to the right before 90° and 90° left. Elbow modified robot arm to move the maximum 74° while the robot arm elbow before being able to move up to 90° . Movement of the robot arm shoulder modified only able to peak at 46° shoulder while previous robot arm capable of moving up to 70° .

Keywords: Robot arm, program, PLC.

PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi pada saat ini teknologi berkembang sangat pesat khususnya di bidang teknologi robotika. Saat ini perkembangan teknologi robotika telah mampu meningkatkan kualitas maupun kuantitas produksi berbagai pabrik. Teknologi robotika juga telah menjangkau sisi hiburan dan pendidikan bagi manusia.

Pada alat-alat industri misalnya, penggunaan perangkat robotika sudah banyak mengeliminasi sekaligus membantu kerja manusia, hal ini dilakukan

agar pekerjaan dapat dilakukan secara otomatis dan terpusat. Dalam berbagai sendi kehidupan modern yang membutuhkan kinerja tinggi tidak ada yang terlepas dari fungsi robot. Meskipun penggunaan robot memiliki tingkat pengembangan kreativitas yang sangat rendah, robot memiliki keunggulan yang lebih dibandingkan dengan tenaga manusia dan hewan. Robot bisa bekerja terus menerus tanpa lelah dengan atau tanpa bantuan manusia sebagai operator, hal ini disengaja untuk meningkatkan produksi.

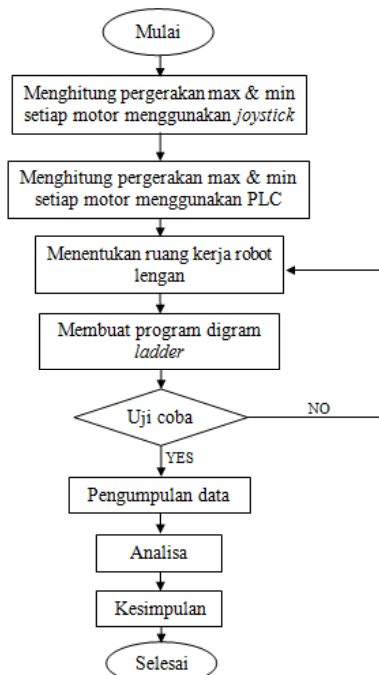
Pada penelitian sebelumnya telah dibuat sebuah robot lengan generasi pertama dengan motor DC sebagai penggerak pengoperasiannya secara manual menggunakan kontrol *on/off (remote)*, dan beroperasi secara otomatis menggunakan kontrol PLC. Pada prakteknya, robot lengan sebelumnya bekerja kurang maksimal dimana sering terjadi *back less* yang disebabkan sistem transmisi tidak bisa menahan beban torsi dengan baik. Penelitian sebelumnya terdapat kekurangan terutama pada setiap sendinya. Sehingga timbul gagasan untuk memodifikasi robot lengan tersebut agar lebih optimal dalam pemakaiannya. Sangat tidak memungkinkan robot lengan hasil modifikasi dapat bekerja secara otomatis dengan baik jika tetap menggunakan sistem kontrol yang lama. Dengan konstruksi robot lengan yang baru maka harus dibuat pemrograman PLC yang baru pula.

Tujuan penelitian ini adalah Memodifikasi sistem kontrol dan program PLC untuk robot lengan, mengetahui apakah robot lengan dapat bekerja secara otomatis dengan pemrograman PLC, mengetahui *work space* robot lengan hasil modifikasi.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah Menambah pengalaman mahasiswa karena sudah merancang dan membuat robot lengan otomatis, bisa dijadikan sebagai media praktikum beberapa mata kuliah di laboratorium mekatronika, bisa dijadikan referensi untuk pembuatan robot lengan yang lebih besar daya jangkauannya

METODE

Rancangan Penelitian



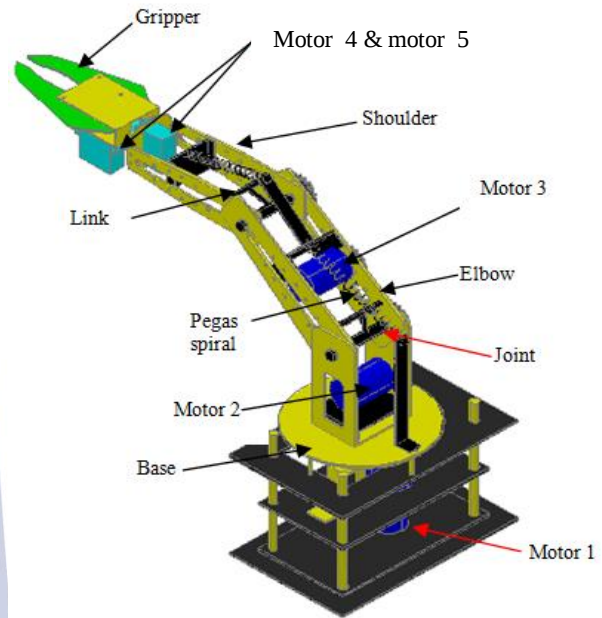
Gambar 1. Rancangan penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dimulai sejak Juli 2012 sampai Februari 2013 di dua tempat, untuk pembuatan rangka

dilaksanakan di bengkel Permesinan, sedangkan perakitan dan perograman dilaksanakan di Laboratorium Mekatronika Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya. Jenis pembuatan robot lengan ini merupakan bentuk penelitian pengembangan, dimana pembuatan robot lengan ini sebagai media pembelajaran sekaligus bentuk aplikasi *prototype* sistem kontrol otomatis yang berbasis PLC.

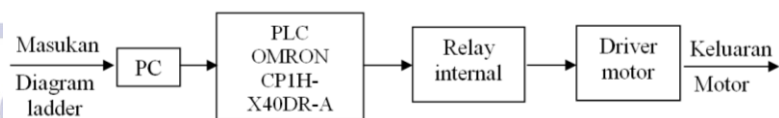
Desain Robot Lengan Modifikasi



Gambar 2. Robot Lengan Hasil Modifikasi.

Gambar atau rancangan robot lengan ini dibuat menggunakan *software* Auto Cad 3D. Dalam perencanaan mekanisme robot lengan ini dapat diketahui komponen-komponen utama apa saja yang dibutuhkan dalam pembuatan robot lenngan adalah motor penggerak, *hardware*, poros, dan rangka robot lengan.

Prinsip Kerja Robot Lengan



Gambar 3. Prinsip Kerja Robot Lengan

Cara kerja robot lengan hasil modifikasi ini digerakkan oleh motor DC. Dimana pengoperasian mesin ini tergolong cukup sulit dijalankan karena menggunakan pemrograman PLC. Robot lengan hasil modifikasi tidak akan dapat bekerja otomatis menggunakan PLC OMRON CP1H-X40DR-A tanpa adanya program yang berupa diagram *ladder*. Diagram *ladder* adalah inputan tunggal pada robot lengan hasil modifikasi ini, dengan kata lain tidak ada umpan balik dari robot lengan menuju PLC untuk menentukan pergerakan robot lengan.

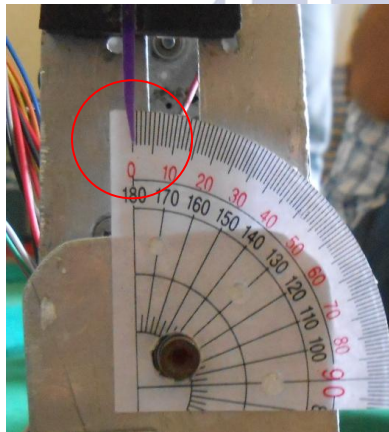
Cara kerja robot lengan hasil modifikasi dapat dilihat pada gambar 3 di atas. Diagram *ladder* dibuat

berdasarkan perhitungan sudut tempuh terhadap waktu pada PC menggunakan aplikasi CX-PROGRAMMER 8.1 OMRON. Diagram *ladder* tersebut selanjutnya didownload ke PLC melalui PC dan akan tersimpan pada PLC selama tidak ada diagram *ladder* yang didownload kembali. Data yang tersimpan pada PLC tersebut digunakan untuk memberi perintah relay dalam untuk memutus dan menyambung arus listrik yang akan menuju ke *driver* motor. *Driver* motor berfungsi menentukan pergerakan motor DC, motor DC akan bergerak apabila *driver* motor mendapatkan sinyal masukan berupa arus listrik. Pergerakan motor DC inilah yang menggerakkan robot lengan hasil modifikasi.

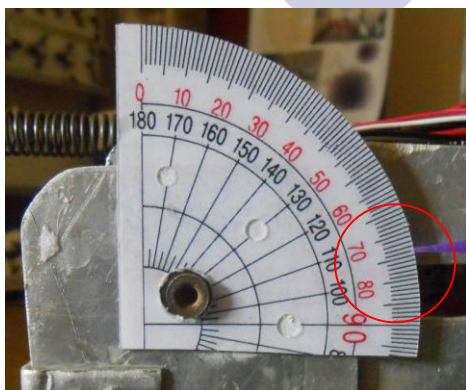
HASIL DAN PEMBAHASAN

• Sudut Tempuh Motor

Pergerakan motor 1 dibatasi pada posisi 0° sampai 161° menggunakan *limit switch* agar *base* tidak berputar melebihi 180°. Jika *base* dibiarkan berputar lebih dari 180° maka bisa menyebabkan rangkaian kabel terputus.

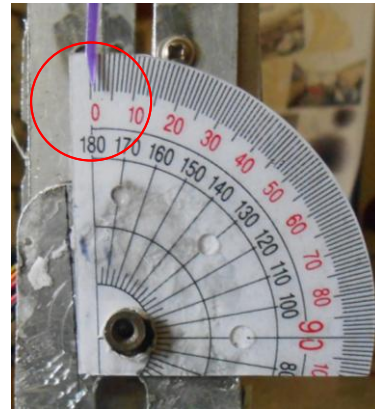


Gambar 4. Posisi awal *elbow* 0°



Gambar 5. Posisi akhir *elbow* 74°

Pada awalnya *elbow* mampu bergerak maksimal 0° sampai 90°, tapi motor 2 hanya mampu menggerakkan *elbow* ke arah bawa saja dan tidak mampu bergerak ke atas. Berdasarkan kegagalan pada tahap pengujian pertama maka dikurangi sudut tempuh pada motor 2 menjadi maksimal 0° sampai 74°.



Gambar 6. Posisi awal *shoulder* 0°



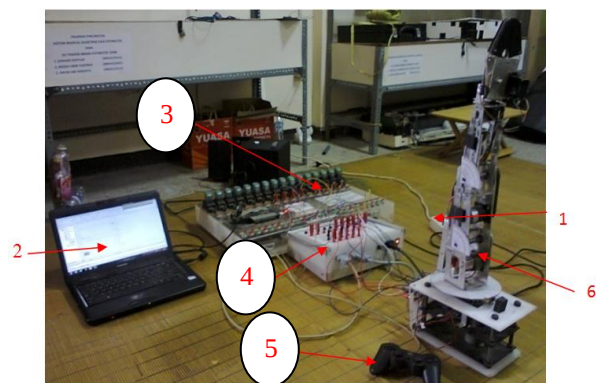
Gambar 7. Posisi akhir *shoulder* 46°

Pada pengujian pertama motor 3 tidak mampu mempertahankan posisi 90° dikarenakan ada gaya tarik dari pegas sehingga *shoulder* kembali bergerak ke atas. Oleh karena itu pergerakan *shoulder* dibatasi 0° sampai 46° menggunakan *limit switch*.

Pelaksanaan Pengujian

Terdapat beberapa hal yang harus dilakukan sebelum diadakanya proses pengujian agar memperoleh hasil yang diharapkan, yaitu persiapan alat dan bahan:

- Unit robot lengan
- PLC CP1H-X40DRA
- Tenaga listrik AC



Gambar 8. Robot lengan hasil modifikasi

Keterangan:

1. Sumber tenaga listrik AC
2. PC
3. PLC CP1H-X40DRA
4. *Box control*
5. *Joystick*
6. Robot lengan

Tahap Pengujian Alat

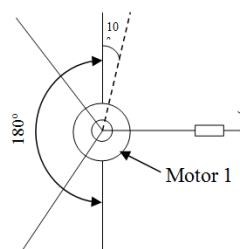
- Hubungkan steker *power supply* pada sumber arus PLN, sebagai sumber tegangan pada motor.
- Melakukan pengecekan motor dan *limit switch* secara manual menggunakan *joystick*. Setelah dipastikan motor dan *limit switch* berfungsi dengan baik maka bisa dilanjutkan ke langkah berikutnya.
- Sambungkan kabel penghubung antara PLC dan *box control* robot lengan sesuai alamat program yang dikehendaki.
- Setelah semua terhubung dengan benar, download diagram *ladder* yang sudah dibuat pada PLC.
- Untuk pengoperasian semua motor dilakukan dengan otomatis menggunakan PLC sesuai program yang dikehendaki. Sebagai contoh kita dapat mengambil sebuah balok yang terbuat dari bahan foam untuk dipindahkan sesuai yang kita inginkan.
- Dalam pengujian lengan ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan lengan dalam mengangkat beban, sebab dengan mengetahui kemampuan lengan, maka bisa menentukan bentuk beban dan berat beban yang dapat diangkat oleh lengan dengan baik sesuai dengan keinginan agar tidak terjadi *back less*.
- Untuk pengujian lengan pertama berdasarkan berat beban, beban yang diuji memiliki berat minimal 10 gr dan berat maksimal 200 gr.
- Sedangkan pengujian lengan bentuk beban, bertujuan untuk mengetahui bentuk beban seperti apa yang bisa dipindahkan, untuk pengujian bentuk beban ini kita menggunakan beberapa bentuk beban seperti: bentuk persegi, bentuk tabung, dan bentuk T dengan ukuran yang berbeda-beda.
- Pada sistem kontrol menggunakan PLC CP1H-X40DRA yang dirancang dengan beberapa program untuk mengatur gerak tiap – tiap motor pada lengan robot sehingga dapat bekerja secara otomatis.

Hasil Pengujian**• Pengujian Kerangka**

Tabel 1. Hasil pengujian robot lengan

	<i>Gripper</i>	<i>Elbow</i>	<i>Shoulder</i>	<i>Base</i>
Uji coba 1	✗	✗	✗	✗
Uji coba 2	✓	✗	✓	✓
Uji coba 3	✓	✓	✓	✓

Ket: ✗ = gagal
✓ = baik

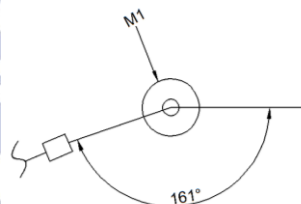
• Pengujian Motor

Gambar 9. Pengujian motor 1 robot lengan sebelumnya

Tabel 2. Hasil pengujian motor 1 robot lengan sebelumnya per 0,1 detik

No	Posisi awal (°)	Posisi akhir (°)	Perubahan sudut (°)
1	0	5	5
2	5	10	5
3	10	16	6
4	16	20	4
5	20	26	6
6	26	30	4
7	30	37	7
8	37	44	7
9	44	50	6
10	50	57	7

Berdasarkan hasil pengujian motor 1 dalam memutar *base* selama 1 menit terjadi interval sudut yang berbeda tetapi cenderung konstan, dengan sudut yang sering dihasilkan yaitu 6°/0,1 detik.

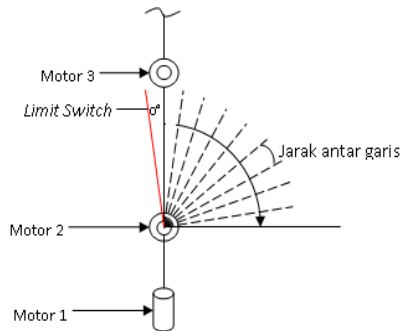


Gambar 10. Pengujian motor 1 robot lengan hasil modifikasi

Tabel 3. Hasil pengujian motor 1 robot lengan hasil modifikasi per 0,1 detik

No	Posisi awal (°)	Posisi akhir (°)	Perubahan sudut (°)
1	0	5	5
2	5	9	4
3	9	13	4
4	13	17	4
5	17	21	4
6	21	26	5
7	26	30	4
8	30	35	5
9	35	39	4
10	39	43	4

Berdasarkan hasil pengujian motor 1 dalam memutar *base* robot lengan diperoleh bahwa pada sudut 0° s.d. 43° ke kanan terjadi interval sudut yang berbeda tetapi ada kecenderungan konstan dengan sudut yang sering dihasilkan yaitu $4^{\circ}/0,1$ detik. Berdasarkan data robot lengan sebelumnya lebih baik pada bagian *base* karena mampu berputar hingga 180° sedangkan *base* robot lengan yang baru hanya mampu berputar sebesar 161° .



Gambar 11. Pengujian motor 2 ke bawah

Tabel 4. Hasil pengujian motor 2 robot lengan sebelumnya ke bawah per 0,1 detik

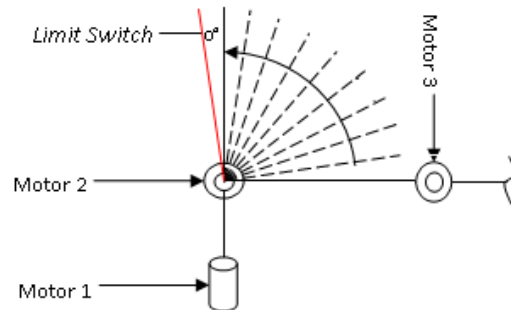
No.	Posisi awal ($^{\circ}$)	Posisi akhir ($^{\circ}$)	Perubahan sudut ($^{\circ}$)
1	36	38	2
2	38	40	2
3	40	42	2
4	42	45	3
5	45	47	2
6	47	50	3
7	50	53	3
8	53	55	2
9	55	57	2
10	57	60	3
11	60	90	30

Berdasarkan hasil pengujian motor 2 dalam menurunkan *elbow* robot lengan sebelumnya diperoleh interval sudut yang berbeda tapi ada kecenderungan konstan dengan sudut yang sering dihasilkan yaitu $2^{\circ}/0,1$ detik. Tapi pada sudut 60° - 90° terjadi pergeseran sudut yang sangat besar yaitu 30° .

Tabel 5. Hasil pengujian motor 2 ke bawah robot lengan hasil modifikasi per 0,1 detik

No.	Posisi awal ($^{\circ}$)	Posisi akhir ($^{\circ}$)	Perubahan sudut ($^{\circ}$)
1	11	14	3
2	14	17	3
3	17	21	4
4	21	25	4
5	25	29	4
6	29	33	4
7	33	38	5
8	38	42	4
9	42	47	5

Berdasarkan hasil pengujian motor 2 dalam menurunkan posisi *elbow* robot lengan diperoleh bahwa pada sudut 11° s.d. 47° ke bawah terjadi interval sudut yang berbeda tetapi ada kecenderungan konstan dengan sudut yang sering dihasilkan yaitu $4^{\circ}/0,1$ detik. Pada bagian menurunkan *elbow* ini robot lengan hasil modifikasi lebih baik dari pada robot lengan sebelumnya, karena robot lengan hasil modifikasi tidak mengalami perubahan sudut yang besar per 0,1 detik.



Gambar 12. Pengujian motor 2 ke atas

Tabel 6. Hasil pengujian motor 2 ke atas robot lengan sebelumnya per 0,1 detik

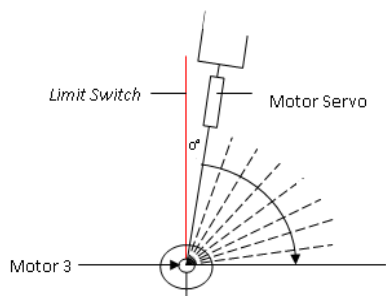
No	Posisi awal ($^{\circ}$)	Posisi akhir ($^{\circ}$)	Perubahan sudut ($^{\circ}$)
1	90	88	2
2	88	86	2
3	86	85	1
4	85	83	2
5	83	81	2
6	81	80	1
7	80	78	2
8	78	76	2
9	76	75	1
10	75	73	2

Berdasarkan hasil pengujian motor 2 robot lengan sebelumnya dalam menaikkan *elbow* diperoleh sudut interval yang berbeda tapi cenderung konstan.

Tabel 7. Hasil pengujian motor 2 robot lengan hasil modifikasi ke atas per 0,1 detik

No	Posisi awal ($^{\circ}$)	Posisi akhir ($^{\circ}$)	Perubahan sudut ($^{\circ}$)
1	47	45	2
2	45	43	2
3	43	41	2
4	41	38	3
5	38	35	3
6	35	33	2
7	33	31	2
8	31	28	3
9	28	25	3
10	25	22	3
11	22	18	4
12	18	15	3
13	15	11	4

Berdasarkan hasil pengujian motor 2 hasil modifikasi dalam menaikkan posisi *elbow* terjadi interval sudut yang berbeda tetapi ada kecenderungan konstan dengan sudut yang sering dihasilkan yaitu $3^{\circ}/0,1$ detik. Secara keseluruhan pada motor 2 robot lengan hasil modifikasi lebih unggul dibandingkan dengan robot lengan sebelumnya, karena kecepatan menurunkan dan menaikkan *elbow* hampir sama tidak terjadi perbedaan yang jauh.



Gambar 12. Pengujian motor 3 ke bawah

Tabel 8. Hasil pengujian motor 3 robot lengan sebelumnya ke bawah per 0,1 detik

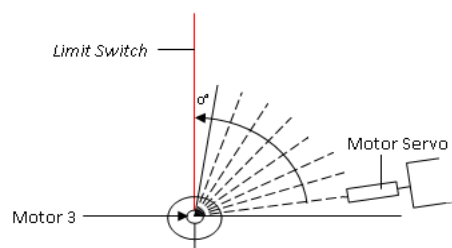
No	Posisi awal (°)	Posisi akhir (°)	Perubahan sudut (°)
1	0	3	3
2	3	7	4
3	7	11	4
4	11	15	4
5	15	20	5
6	20	24	4
7	24	30	6
8	30	33	3
9	33	37	4
10	37	42	5
11	42	70	28

Berdasarkan hasil pengujian motor 3 robot lengan sebelumnya ke bawah per 0,1 detik diperoleh sudut interval yang berbeda tapi cenderung konstan dengan sudut yang sering dihasilkan yaitu 4° .

Tabel 9. Hasil pengujian motor 3 robot lengan hasil modifikasi ke bawah per 0,1 detik

No.	Posisi awal (°)	Posisi akhir (°)	Perubahan sudut (°)
1	13	35	22
2	35	41	6

Berdasarkan hasil pengujian motor 3 robot lengan hasil modifikasi dalam menurunkan posisi *shoulder* diperoleh bahwa pada sudut 13° s.d. 41° ke bawah terjadi interval sudut yang berbeda. Berdasarkan tabel 8 dan tabel 9 robot lengan sebelumnya lebih baik daripada robot lengan hasil modifikasi dari segi kestabilan bergerak. Tapi dari segi kekuatan pengereman motor robot lengan hasil modifikasi lebih baik karena pada robot lengan sebelumnya terjadi pergeseran sudut yang besar pada posisi $42^{\circ} - 70^{\circ}$.



Gambar 13. Pengujian motor 3 ke atas

Tabel 10. Hasil pengujian motor 3 robot lengan sebelumnya ke atas per 0,1 detik

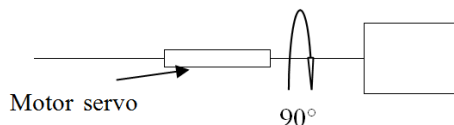
No	Posisi awal (°)	Posisi akhir (°)	Perubahan sudut (°)
1	70	68	2
2	68	65	3
3	65	62	3
4	62	61	1
5	61	58	3
6	58	55	3
7	55	53	2
8	53	52	1
9	52	51	1
10	51	49	2

Berdasarkan pengujian motor 3 robot lengan sebelumnya ke atas terjadi interval sudut yang berbeda tapi pergerakannya cenderung konstan yaitu 3° per 0,1 detik.

Tabel 11. Hasil pengujian motor 3 robot lengan hasil modifikasi ke atas per 0,1 detik

No.	Posisi awal (°)	Posisi akhir (°)	Perubahan sudut (°)
1	41	26	15
2	26	15	11
3	15	5	10

Berdasarkan hasil pengujian motor 3 dalam menurunkan posisi *shoulder* robot lengan diperoleh bahwa pada sudut 41° s.d. 5° ke atas terjadi interval sudut yang berbeda tetapi ada kecenderungan konstan. Dari perbandingan tabel 10 dan tabel 11 maka robot lengan sebelumnya lebih baik dari robot lengan hasil modifikasi.



Gambar 14. Pengujian motor 4 ke kiri

Tabel 12. Hasil pengujian motor 4 robot lengan sebelumnya ke kiri per 0,1 detik

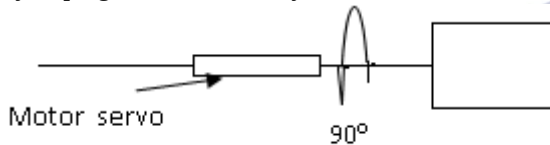
No.	Posisi awal (°)	Posisi akhir (°)	Perubahan sudut (°)
1	0	18	18
2	18	36	18
3	36	53	17
4	53	71	18
5	71	90	19

Berdasarkan hasil pengujian motor 4 robot lengan sebelumnya memutar *gripper* ke kiri terjadi interval sudut yang berbeda tapi cenderung konstan.

Tabel 13. Hasil pengujian motor 4 robot lengan hasil modifikasi ke kiri per 0,1 detik

No.	Posisi awal (°)	Posisi akhir (°)	Perubahan sudut (°)
1	0	30	30
2	30	60	30
3	60	90	30

Berdasarkan hasil pengujian servo 1 dalam memutar posisi *gripper* robot lengan berlawanan dengan arah jarum jam diperoleh bahwa pada sudut 0° s/d 90° ke kiri terjadi pergerakan konstan yaitu 30°/0,1 detik.



Gambar 15. Pengujian motor 4 ke kanan

Tabel 14. Hasil pengujian motor 4 robot lengan sebelumnya ke kanan per 0,1 detik

No.	Posisi awal (°)	Posisi akhir (°)	Perubahan sudut (°)
1	0	18	18
2	18	37	19
3	37	55	18
4	55	72	17
5	72	90	18

Berdasarkan hasil pengujian motor 4 robot lengan sebelumnya memutar *gripper* ke kiri terjadi interval sudut yang berbeda tapi cenderung konstan.

Tabel 15. Hasil pengujian motor 4 robot lengan hasil modifikasi ke kanan per 0,1 detik

No.	Posisi awal (°)	Posisi akhir (°)	Perubahan sudut (°)
1	0	30	30
2	30	60	30
3	60	90	30

Berdasarkan hasil pengujian motor 4 dalam memutar posisi *gripper* robot lengan searah dengan arah jarum jam diperoleh bahwa pada sudut 0° s/d 90° ke kiri terjadi pergerakan konstan yaitu 30°/0,1 detik. Berdasarkan tabel 12, 13, 14, dan 15 menunjukkan bahwa *gripper* robot lengan hasil modifikasi lebih baik karena pergerakannya konstan baik ke kiri maupun ke kanan.

• Pengujian Limit Switch

Tabel 16. Hasil pengujian limit switch

Letak limit switch	Jumlah	Keterangan	Posisi
Penjepit	1	Ok	0° - 50°
Gripper	2	Ok	0° - 180°
Elbow	2	Ok	0° - 74°

Dari data yang tertera pada tabel 9 dapat dikatakan bahwa limit switch dapat bekerja dengan baik pada setiap posisi baik pada *gripper*, *elbow*, *shoulder*, maupun *base* karena saat limit switch tertekan motor langsung mati.

• Pengujian Sistem Kontrol PLC

Program PLC pada robot lengan dalam tugas akhir ini dirancang untuk memindahkan suatu benda dari satu tempat ke tempat yang lain sesuai dengan logika sebagai berikut.

Robot dalam posisi tegak dengan ketentuan:

- Motor 1 pada posisi 0°
- Motor 2 pada posisi 15°
- Motor 3 pada posisi 8°
- Motor 5 pada posisi 0°
- Motor 6 pada posisi 0°

Ketika tombol start ditekan, maka robot lengan akan bekerja dengan ketentuan sbb:

- *Gripper* membuka°
- *Shoulder* turun 28°
- *Elbow* turun 40°
- *Gripper* mencekam benda
- *Base* berputar CW 70°
- *Gripper* membuka meletakkan benda
- Penjepit menutup
- *Elbow* naik 40°
- *Shoulder* naik 28°
- *Base* berputar CCW 70°

Hal ini berulang terus menerus secara otomatis dan ketika tombol stop ditekan, maka robot berhenti.

PENUTUP

Simpulan

Robot lengan hasil modifikasi ini daya jangkanya lebih dari yang sebelumnya untuk menghindari terjadinya *back less*. Pergerakan *base* robot lengan hasil modifikasi ini maksimum bergerak ke kanan 91° dan ke kiri 70° sedangkan *base* robot lengan sebelumnya mampu bergerak ke kanan 90° dan ke kiri 90°. *Elbow* robot lengan hasil modifikasi mampu bergerak maksimum 74° sedangkan pada robot lengan sebelumnya *elbow* mampu bergerak hingga 90°. Pergerakan *shoulder* robot lengan hasil modifikasi hanya mampu mencapai 46° sedangkan *shoulder* robot lengan sebelumnya mampu bergerak hingga 70°.

Meskipun pergarekan robot lengan hasil modifikasi lebih kecil dari robot lengan yang sebelumnya namun secara keseluruhan pergerakan robot lengan hasil modifikasi lebih baik karena mampu dioperasikan sebanyak 4 kali, sedangkan robot lengan yang sebelumnya hanya mampu dioperasikan sebanyak 2 kali saja selebihnya itu akan mengalami pergeseran posisi yang cukup signifikan. Selain itu motor 2 dan motor 3 robot lengan yang sebelumnya mengalami *back less* pada posisi 60° - 90° untuk *elbow* dan 42° - 70° pada *shoulder* saat bergerak ke bawah.

Akan tetapi robot lengan sebelumnya lebih unggul dari segi kecepatan. Robot lengan hasil modifikasi ini pergerakannya terlalu cepat sehingga sulit untuk dikontrol secara otomatis menggunakan PLC OMRON CP1H-DRA. Robot lengan hasil modifikasi lebih baik pada system pengereman motor karena menambahkan IRF 9640 dan IRF 640 pada rangkaian *hard ware*-nya. Robot lengan hasil modifikasi ini tidak bias dioperasikan lebih dari 1 jam, jika dipaksakan lebih dari 1 jam maka *hard ware*-nya menimbulkan panas berlebih yang mengakibatkan robot lengan hasil modifikasi tidak bias dioperasikan selama ± 5 jam ke depan.

Saran

1. Perhatikan keselamatan kerja, keselamatan pribadi, dan lingkungan kerja.
2. Sebelum mengoperasikan alat harus melakukan *checking* dan memastikan bahwa tidak ada singgungan kabel yang dapat mengakibatkan terjadinya hubungan pendek atau konsleting.
3. Hindari singgungan langsung antara operator dengan rangkaian elektronik, usahakan selalu menggunakan test pen untuk memastikan arus yang masuk tidak membahayakan operator.
4. Periksa pengunci gir sebelum mengoperasikan robot lengan, apabila pengunci gir kendur segera kencangkan agar tidak terjadi *back less*.
5. Apabila pegas ulir tidak mampu membantu motor 1 dan motor 2 untuk bergerak ke atas itu menunjukkan bahwa gaya tarik pegas sudah jauh berkurang dan harus segera diganti dengan pegas yang masih baik.
6. Sebaiknya robot lengan hasil modifikasi ini tidak dioperasikan lebih dari 1 jam karena akan menimbulkan panas yang berlebih pada *hard ware*-nya yang menurunkan kinerja robot lengan.

Tim. 2007. Panduan TA. Unesa University Press. Surabaya.

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Resistor.jpg>, diakses 18 Juli 2012.

<http://buatberbagisaja.com>, diakses 20 Juli 2012.

<http://elektronika-dasar.com>, diakses 20 Juli 2012.

<http://dhenk.blogdetik.com>, diakses 23 Juli 2012.

<http://meriwardana.blogspot.com/prinsip-kerja-relay.html>, diakses 23 Juli 2012

DAFTAR PUSTAKA

- Fauzan Ahmad. 2010. Rancang Bangun Modifikasi Robot Lengan Menggunakan PLC. Tugas Akhir. Surabaya: UNESA.
- Jayadin Ahmad. 2007. Ilmu elektronik. Jayadinwordpress. Jakarta.
- Pitowarno Endra. 2006. Robotika desain, Control, dan Kecerdasan Buatan. Andi. Yogyakarta.
- Sutiman. 2004. Listrik dan Elektronika dasar. Gama Press. Yogyakarta.