

PROTOTYPE LENGAN ROBOT PEMINDAH BENDA BERBASIS PLC (*PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER*)

Vicky Rahmat Saputra¹⁾, Syufrijal²⁾

^{1,2)}DIII Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

Email: vicky_rahmat@yahoo.co.id, syufrijal@unj.ac.id

Abstract

The purpose of this research is to design , create and realize the robot arm transfer an object moving tool based PLC (Programmable Logic Controller) . PLC is used as a controller in performing robot arm that serves to move the objects automatically . It is easier and more efficient than the conventional way which requires manpower relatively longer. This tool is also a blend of servo motors are used to move the robotic arm and a stepper motor that serves to raise and lower the pincers. This tool will control the process of moving objects that are above the disc automatically based on the layout and position of objects on the disc. The robotic arm will move existing objects dipiringan 1 ke piringan 2 sequentially until all objects on the disc has moved entirely then the device will automatically shut off .

Keywords : Robot Arm , Motor Servo , Stepper Motor , PLC

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang, membuat dan merealisasikan lengan robot pemindah sebuah alat pemindah benda berbasis PLC (*Programable Logic Controller*). PLC digunakan sebagai pengontrol dalam menjalankan lengan robot yang berfungsi untuk memindahkan benda secara otomatis. Hal ini lebih mudah dan efisien dibanding dengan cara konvensional yang memerlukan tenaga manusia yang relatif lebih lama. Alat ini juga merupakan perpaduan motor servo yang digunakan untuk menggerakkan lengan robot dan motor stepper yang berfungsi untuk menaik-turunkan pengapit. Alat ini akan mengontrol proses pemindahan benda yang berada di atas piringan secara otomatis berdasarkan letak dan posisi benda di atas piringan. Lengan robot ini akan memindahkan benda yang ada di piringan 1 ke piringan 2 secara berurutan sampai seluruh benda pada piringan telah berpindah seluruhnya kemudian alat ini akan otomatis mati.

Kata Kunci: Lengan Robot, Motor Servo, Motor Stepper, PLC

PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya dunia perindustrian di berbagai belahan dunia yang cukup signifikan apabila dibandingkan dengan beberapa dekade ke belakang mendorong berbagai macam industri untuk membuat inovasi dalam setiap prosesnya untuk menghasilkan sesuatu yang lebih efisien. Hal ini

dapat dilihat berdasarkan banyaknya penggunaan robot dalam banyak bagian, sebab apabila dilihat dari beberapa aspek hal tersebut dapat memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan cara konvensional.

Salah satu aspek yang mendukung perkembangan industri adalah dengan muncul dan semakin berkembangnya

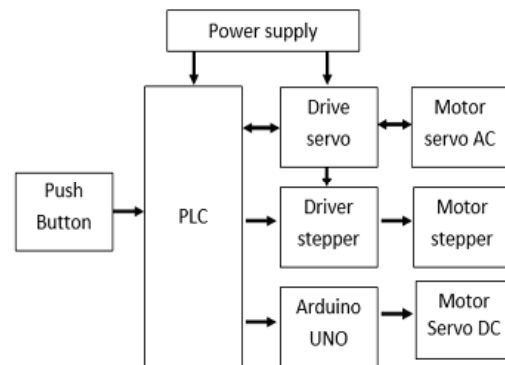
sistem otomasi industri yang telah lama hadir di dunia, otomasi yang berarti mengubah sesuatu dari yang sebelumnya manual menjadi otomatis jelas sangat memberikan dampak yang sangat besar terhadap perindustrian di seluruh dunia. Berbagai industri yang memproduksi berbagai macam produk telah beralih untuk menggunakan sistem otomasi karena memberikan hasil yang jauh lebih baik juga lebih mudah pengontrolannya.

Dalam beberapa jenis industri, biasanya terdapat beberapa alat yang dalam penggunaannya memerlukan sebuah motor sebagai penggerak utamanya misalnya saja itu mesin, konveyor, robot, dll. Motor dapat berperan penting guna menunjang berjalannya sebuah proses dalam kegiatan industri, yang dalam praktiknya pastilah membutuhkan pengawasan dan pengontrolan secara terus-menerus agar suatu proses dapat berjalan sebagaimana mestinya.

Tugas Akhir ini dibuat untuk merancang, membuat dan merealisasikan lengan robot pemindah sebuah alat pemindah benda berbasis PLC (*Programable Logic Controller*).

METODE

Prototipe Lengan Robot Pemindah Benda Berbasis PLC adalah sebuah alat yang dapat mengontrol proses pemindahan benda yang berada di atas piringan secara otomatis berdasarkan letak dan posisi benda di atas piringan. Lengan robot ini akan memindahkan benda yang ada di piringan 1 ke piringan 2 secara berurutan sampai seluruh benda pada piringan telah berpindah seluruhnya kemudian alat ini akan otomatis mati.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

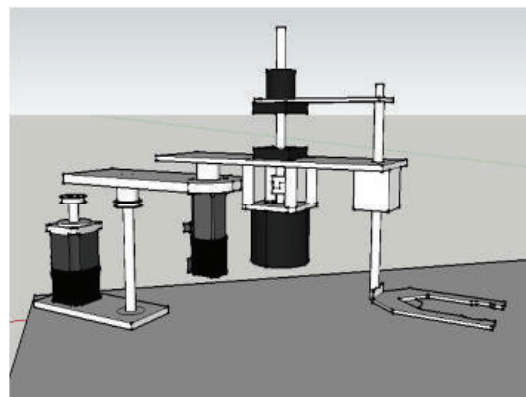
Seperti terlihat pada gambar 1, *Push Button*, digunakan untuk memberikan *input* kepada PLC. *Power Supply*, sebagai *supply* untuk rangkaian elektronik yang digunakan.

Drive Servo, berfungsi untuk mengontrol rotasi pada motor servo. *Drive Stepper*, sebagai pengatur rotasi pada motor stepper.

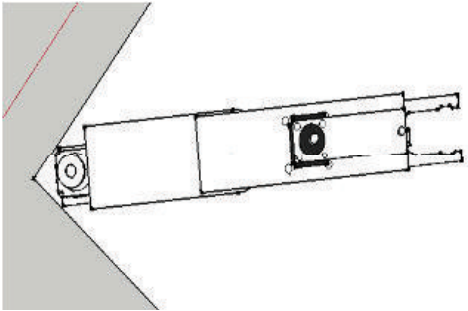
PLC, sebagai pusat pengendali dari semua alat-alat yang digunakan. Semua alat dan komponen terhubung menjadi satu dengan PLC. Arduino UNO, sebagai pengatur servo DC menggunakan PWM (*Pulse Wide Modulation*).

Desain Alat

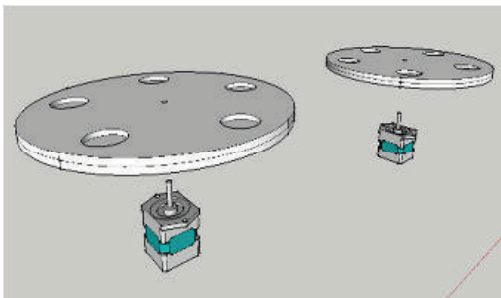
Desain dari prototipe lengan robot pemindah benda yang dibuat dapat dilihat pada gambar 2, 3, 4 dan 5.



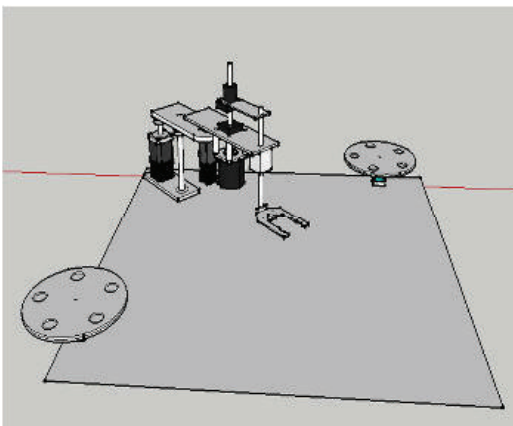
Gambar 2. Rancangan Mekanik Tampak Samping



Gambar 3. Rancangan Mekanik Tampak Atas



Gambar 4. Rancangan Piringan Benda



Gambar 5. Rancangan Mekanik Keseluruhan

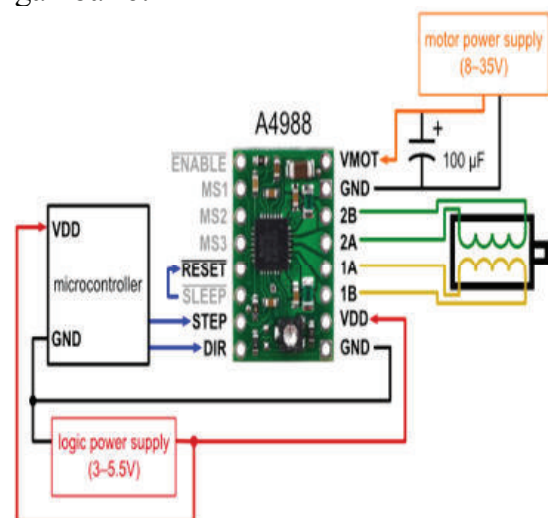
Proses Perancangan Alat

Perancangan prototipe lengan robot pemindah benda berbasis PLC dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu merancang desain mekanik prototipe mengimplementasikan mekanik prototipe yang telah didesain, menganalisis wiring antar semua perangkat yang digunakan, mencari tahu cara pengoperasian PLC

LS XGT, *drive* servo mitsubishi MRJ2S, dan *driver* motor stepper pololu A4988, lalu membuat rangkaian *interface* antara PLC dengan *driver* motor stepper, pembuatan alat untuk melakukan pengujian alat, dan terakhir melakukan evaluasi dan perbaikan.

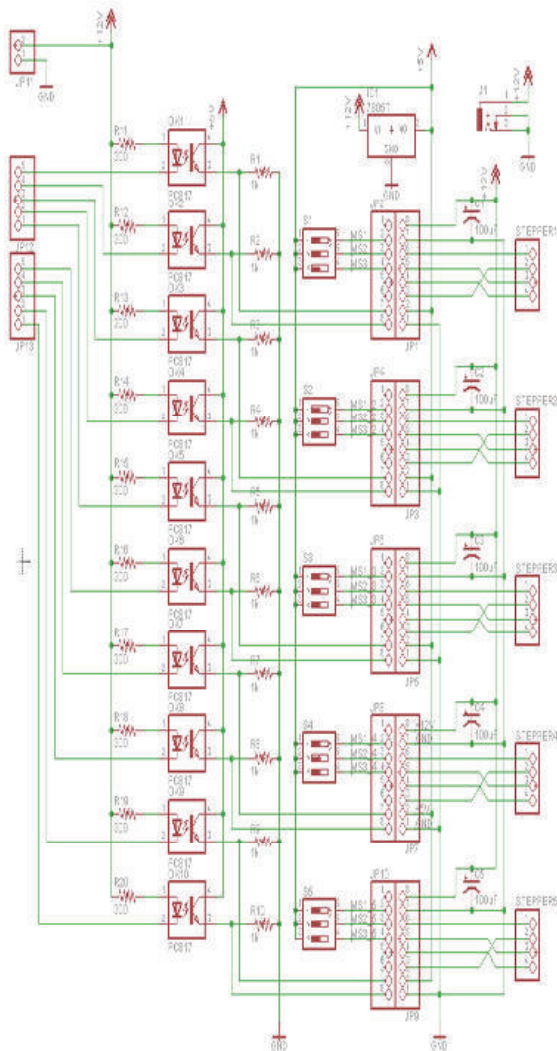
Perancangan Sistem Elektronik

Untuk dapat mengirim sinyal pulsa ke *driver* motor stepper yang berlogika 1 pada saat diberi tegangan 3-5,5V saja dibutuhkan rangkaian penghubung antara PLC dengan modul pololu A4988. Alasannya karena tegangan *output* pada PLC yang digunakan adalah sebesar 12V yang berarti tegangannya terlalu besar dan tidak dapat digunakan langsung terhubung dengan modul pololu A4988 karena sebenarnya modul ini adalah modul yang di peruntukan mikrokontroler seperti arduino. Berdasarkan anjuran dari situs pololu, modul ini dibuat untuk dikontrol dengan mikrokontroler sehingga rangkaian *wiring* minimalnya dapat dilihat pada gambar 6.

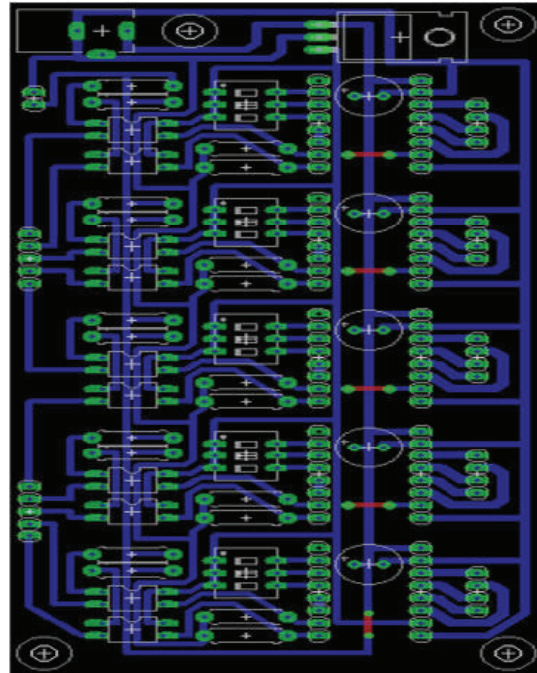


Gambar 6. *Wiring* Minimal Modul Pololu A4988 Dengan Mikrokontroler

Untuk itu, diperlukan sebuah rangkaian yang dapat mengontrol modul motor stepper yang hanya memerlukan tegangan 5V pada *inputnya* dengan *output* PLC yang memiliki tegangan 12V. Maka pada rangkaian pengontrol modul *driver* stepper ini digunakanlah *optocoupler* sebagai *inputnya* dan kemudian *output* dari *optocoupler* yang berupa phototransistor dihubungkan dengan *input* modul motor stepper. Rangkaian pengontrol driver motor stepper dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 7. Skematik Rangkaian Pengontrol Driver Motor Stepper



Gambar 8. Layout Rangkaian

Pengontrol Driver Motor Stepper

Rangkaian ini disuplai oleh listrik arus DC dengan tegangan 12V. Tegangan 12V ini dipilih untuk menyuplai arus ke motor stepper sekaligus digunakan sebagai listrik eksternal untuk modul I/O PLC dan suplai IC7805 yang berfungsi menurunkan tegangan menjadi 5V untuk input modul pololu A4988.

Untuk memilih ukuran *step* seperti *full-step*, *half-step*, atau *micro-step* digunakan *switch* sebagai sakelar di mana ketika salah satu *switch* digeser ON maka ukuran *step* akan berubah.

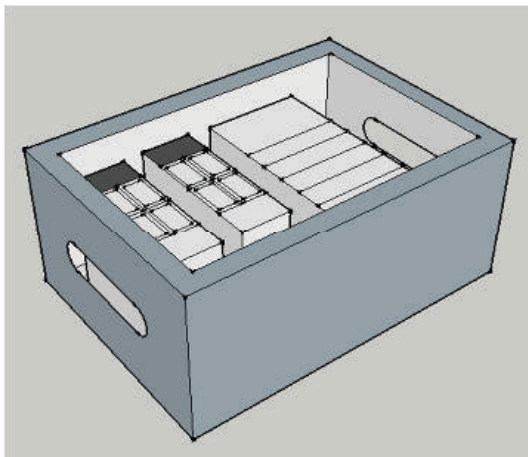
Ukuran *step* sesuai dengan kondisi input MS. Contohnya jika MS1 dan MS2 diberi tegangan 5V maka MS1 dan MS2 berkondisi *high* lalu metode yang diterapkan adalah $1/8$ *step*. Jadi motor dengan resolusi 200 pulsa per rotasi akan berubah menjadi 1600 pulsa per rotasi. Pemilihan ukuran *step* motor stepper dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pemilihan Ukuran *Step*

MSI	MS2	MS3	<i>MicroStep Resolution</i>
<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Full Step</i>
<i>High</i>	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Half Step</i>
<i>Low</i>	<i>High</i>	<i>Low</i>	<i>Quarter Step</i>
<i>High</i>	<i>High</i>	<i>Low</i>	<i>Eight Step</i>
<i>High</i>	<i>High</i>	<i>High</i>	<i>Sixteenth Step</i>

Rancangan Panel

Panel dibuat menggunakan bahan plat yang dibentuk kotak persegi panjang yang digunakan untuk meletakkan alat dan komponen yang digunakan.

**Gambar 9.** Rancangan Panel

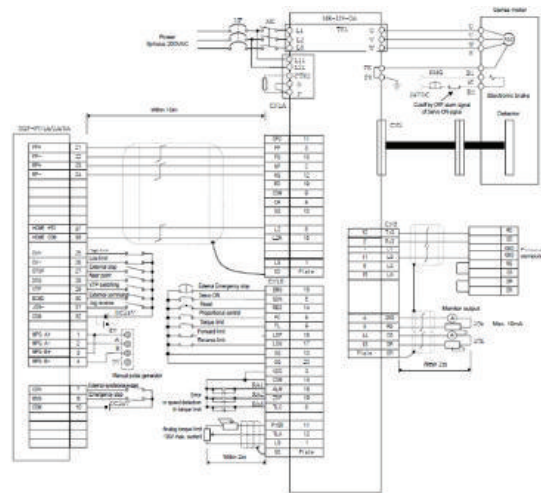
Proses *wiring* mengacu pada manual *book* dan *datasheet* alat atau komponen yang digunakan. Catu daya 24VDC digunakan sebagai penyuplai arus eksternal koneksi antar PLC dan *drive* servo sebagaimana anjuran pada manual *book*-nya, sedangkan 12 VDC digunakan untuk suplai tegangan antar PLC dan rangkaian modul *driver stepper*.

Ujung kabel konektor I/O PLC dan *drive* servo menggunakan skun kabel Y karena penghubung antar I/O

PLC, *drive* servo dan *driver stepper* menggunakan terminal blok baut agar mudah melakukan *wiring* serta meminimalisir kesalahan yang mungkin terjadi. Sedangkan untuk konektor rangkaian modul *driver stepper* menggunakan kabel pelangi *male* dan *female*.

Wiring PLC Dengan *Drive* Servo

Berdasarkan manual *book* modul *positioning* APM, *wiring* PLC melalui modul *positioning* XGF-PD2A *line driver* dengan *drive* servo mitsubishi MRJ2S.

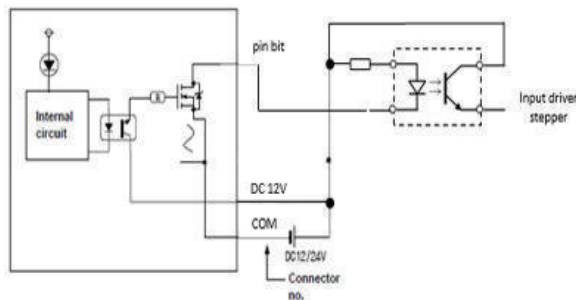
**Gambar 10.** *Wiring* PLC Dengan *Drive* Servo

Pulsa *forward* dan *reverse* pada modul *positioning* jenis *line driver* tidak membutuhkan tegangan eksternal seperti jenis *open collector*. Dan beberapa input pada modul *positioning* dan *drive* servo harus berada dalam keadaan NC (*normally close*) karena kontak ini merupakan kontak *emergency*.

Wiring PLC Dengan *Driver Stepper*

Modul digital *output* PLC tipe XGI-TR4A merupakan tipe *sink* di mana pin COM dan pin *bit* adalah

ground-nya sedangkan tegangan positifnya dapat menggunakan tegangan 12 atau 24 VDC maka dari itu modul ini memerlukan suplai eksternal untuk dapat dapat bekerja.



Gambar 11. Wiring PLC Dengan Driver Motor Stepper

Pengaturan Parameter

Parameter merupakan suatu nilai, kondisi, ukuran atau pembatasan yang dijadikan tolak ukur yang dianggap sebagai sesuatu yang diharapkan. Mengatur parameter wajib dilakukan karena akan menentukan kinerja sebuah sistem atau alat yang dibangun. Hal penting yang harus diperhatikan dari pengaturan parameter ialah keselarasan isi, nilai atau kondisi parameter agar tepat sesuai dengan parameter lainnya karena hubungan antar alat atau sistem yang dibuat.

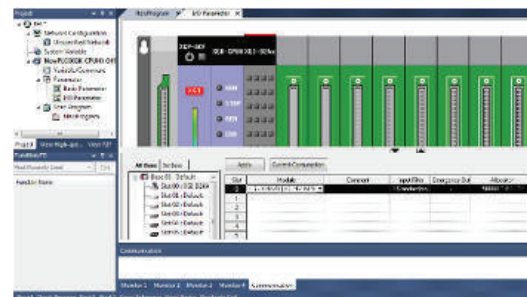
Misalnya pada modul *positioning* diatur *negative logic* maka pada *drive servo* pun harus dipilih mode *negative logic*, sehingga tidak terjadi kesalahan komunikasi. Terdapat 3 parameter pada *prototype* yang sedang dibuat ini dua di antaranya di PLC dan satu di *drive servo*.

Pengaturan Parameter I/O

Parameter I/O merupakan parameter tempat mendeklarasikan modul-modul yang digunakan pada slot rak PLC, dengan kata lain modul-

modul ini didaftarkan terlebih dahulu. Setelah parameter ini selesai dilakukan maka alamat I/O akan akan ditentukan secara otomatis. Karena itu, hal yang pertama kali dilakukan sebelum membuat program adalah melakukan pengaturan pada parameter I/O terlebih dahulu.

Pengaturannya dapat dilakukan di *software XG5000* dengan cara mengklik 2x menu I/O parameter di jendela *project* sebelah kiri maka akan muncul jendela pengaturannya seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 12. Tampilan Parameter I/O

Pengaturan Parameter Drive Servo

Pada *drive servo MRJ2S* parameternya diklasifikasikan menjadi 3 bagian yaitu *basic* parameter (nomor 0–19), *expansion* parameter (20-49), dan *expansion* parameter 2 (50-84) berdasarkan aspek keamanannya dan frekuensi penggunaannya.

Pada kondisi *drive* yang masih baru atau kondisi pabrik, pengguna dapat mengatur nilai *basic* parameter namun tidak dapat mengubah nilai *expansion* parameter. Untuk mengubah nilainya maka parameter 19 harus diubah terlebih dahulu nilainya sehingga *expansion* parameter pertama dan kedua dapat diubah nilainya. Namun untuk dapat beroperasi, parameter minimal yang

wajib diatur ada pada parameter *basic*, yang berarti tanpa mengatur nilai *expansion* parameter pun motor servo sudah dapat beroperasi.

Tabel 2. Basic Parameter MRJ2S

No.	Symbol	Name	Control mode	Initial value	Unit	Customer setting
0	*STY	Control mode, regenerative option selection	P+S+T	0000		
1	*OP1	Function selection 1	P+S+T	0002		
2	ATV	Auto tuning	P+S	72W or less: 0.05 11kW or more: 0.102		
3	CMX	Electronic gear numerator	P	1		
4	CDV	Electronic gear denominator	P	1		
5	INP	Impedance range	P	100	pulsa	
6	PG1	Position control gain 1	P	72W or less: 85 11kW or more: 18	rad/s	
7	PAF	Position command acceleration/deceleration time constant (position smoothing)	P	8	ms	
8	SC1	Internal speed command 1	S	100	rpm	
9	SC2	Internal speed command 2	S	500	rpm	
10	SC3	Internal speed command 3	S	1000	rpm	
11	STA	Acceleration time constant	S+T	0	ms	
12	STB	Deceleration time constant	S+T	0	ms	
13	STC	S-pattern acceleration/deceleration time constant	S+T	0	ms	
14	TQC	Torque command time constant	T	0	ms	
15	*SNO	Station number setting	P+S+T	0	station	
16	*BFS	Serial communication function selection, alarm history clear	P+S+T	0000		
17	MOD	Analog monitor output	P+S+T	0100		
18	*DMD	Status display selection	P+S+T	0000		
19	*RLK	Parameter write inhibit	P+S+T	0000		

Ada beberapa parameter yang tidak memiliki satuan unit yang berarti nilainya sudah ditentukan oleh pabrik, jika ingin dilakukan pengaturan maka harus sesuai dengan manual *book*-nya seperti contohnya parameter pertama (parameter 0) yang dijelaskan pada gambar di bawah ini :

Control mode, regenerative option selection
Used to select the control mode and regenerative option.

Selection of regenerative option

00: Regenerative option or regenerative option is not used with 7kW or less servo amplifier (The built-in regenerative resistor is used.)
Supplied regenerative resistors or regenerative option is used with 11kW or more servo amplifier

01: FR-RC, FR-BU2, FR-CV
02: MR-RB032
03: MR-RB12
04: MR-RB32
05: MR-RB30
06: MR-RB50 (Cooling fan is required)
08: MR-RB31
09: MR-RB51 (Cooling fan is required)
0E: When regenerative resistors supplied to 11k to 22kW are cooled by cooling fans to increase capability

Select the control mode.

0: Position
1: Position and speed
2: Speed
3: Speed and torque
4: Torque
5: Torque and position

Gambar 13. Penjelasan Parameter 0

Pengaturan parameter pada *drive* servo MRJ2S dapat dilakukan dengan dua cara yaitu melalui *drive*-nya

secara langsung dan *software* MRZJW3-SETUP25E.

Sedangkan cara yang digunakan adalah melalui *drive*-nya secara langsung, dengan menggunakan *display seven segment* dan *push button* pada bagian depan atas *drive*. Tidak hanya digunakan untuk mengatur parameter saja, *display* pada *drive* servo MRJ2S pun dapat digunakan untuk diagnosis, monitoring, status, dan lain sebagainya.

Cara untuk mengatur parameternya ialah tekan tombol "*mode*" hingga display menampilkan huruf "P" disertai nomor seperti yang ditampilkan pada gambar 14.

Nomor parameter ditampilkan. Tekan tombol "up" atau "down" untuk merubah nomor

Tekan tombol "set" untuk memilih parameter hingga muncul tampilan angka tertentu. Tekan tombol "set" lagi hingga nomor berkedip untuk merubah nilainya

Selama berkedip, nilainya dapat diubah dengan menekan tombol "up" dan "down". Tekan kembali "set" untuk menetapkan nilai

Untuk beralih ke parameter lain tekan tombol "up" dan "down"

Gambar 14. Pengaturan Parameter Melalui Drive Servo

Apabila terdapat parameter yang diubah nilainya maka *drive* servo harus dinyalakan kembali agar nilainya *valid*.

Penentuan Pin Modul Positioning XGF-PD2A dan Drive Servo MRJ2S

Pada modul *positioning* pin *output* terhubung dengan *drive* servo untuk mengirim sinyal-sinyal pulsa, sedangkan beberapa pin *input* dihubungkan dengan tegangan 24V dan beberapa lagi dibiarkan tidak terhubung. Pengawatan *wiring* antara modul *positioning* dengan *drive* servo.

Tabel 3. Pin Modul *Positioning* XGF-PD2A Dengan *Drive Servo* MRJ2S

PLC (modul positioning XGF-PD2A)				Drive servo MRJ2S	
Nomor pin		Nama sinyal		Nomor pin	Nama sinyal
X axis	Y axis				
21	41	FP+	Output pulsa (forward+)	3	PP
22	42	FP-	Output pulsa (forward-)	13	PG
23	43	RP+	Output pulsa (reverse+)	2	NP
24	44	RP-	Output pulsa (reverse-)	12	NG
37	57	HOME	Home (SV+)	5	LZ
38	58	HOME	Home common	15	LZR
COM					

Selain tabel di atas ada beberapa pin lain yaitu pin *input* modul *positioning* dan *drive servo* yang tidak terhubung dengan apa pun kecuali tegangan 24V dan *ground*.

Tabel 4. Pin *Input* Modul *Positioning* XGF-PD2A

Nomor pin		Nama sinyal		Terhubung ke
X axis	Y axis			
25	45	OV+	High limit	+24V
26	46	OV-	Low limit	+24V
32,10	32	COM	Common	GND
33	53	DR/INP	Drive ready/in position	+24V
34	54	DR/INP COM	Drive ready/in position common	GND
8		EMG	Emergency stop	+24V

Tabel 5. Pin *Input* *Drive Servo* MRJ2S

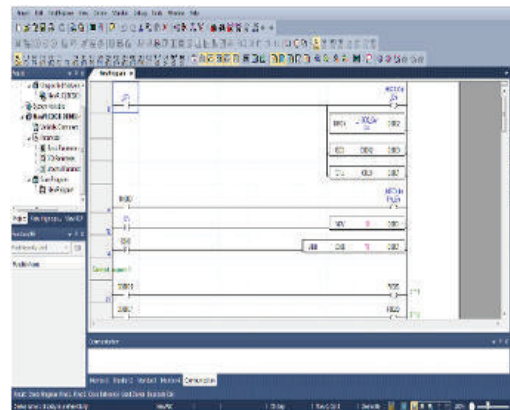
W	Nama sinyal	Terhubung ke
15	EMG External emergency stop	
5	SON Servo ON	
16	LSP Forward limit	GND
17	LSN Reverse limit	
10,20	SG Ground	

Perancangan Program

Perancangan program merupakan salah satu proses merancang perintah berupa program dan instruksi yang sekuen melalui *software* khusus PLC LS XGT series yang dapat digunakan untuk membuat program yaitu XG5000.

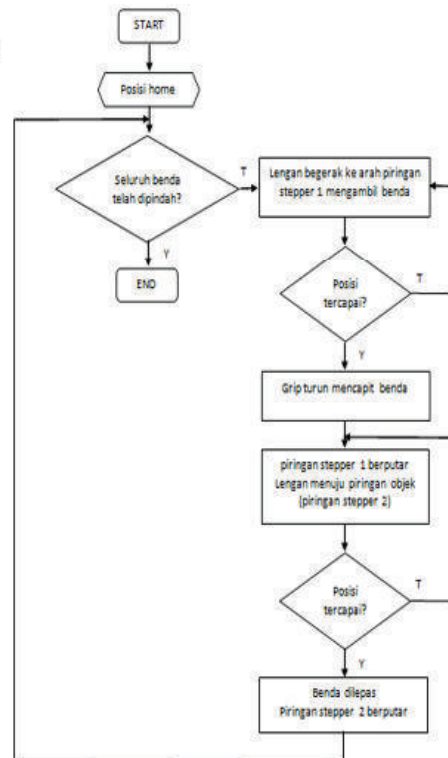
Untuk PLC tipe XGK-CPUS ada tiga bahasa pemrograman yang didukung oleh *software* ini yakni *ladder* (LD) asia, *sequential function chart* (SFC), dan *structured text* (ST).

Dari ketiga bahasa pemrograman tersebut, bahasa yang dipilih adalah *ladder* karena mudah dalam pembuatannya, pengecekannya, dan mengawasinya.



Gambar 15. Tampilan *Software* XG5000

Flowchart



Gambar 16. *Flowchart* Sistem

Deskripsi Kerja Alat

Pada saat lengan robot aktif alat akan berada pada posisi *home* yaitu pada posisi awal lengan robot.

Selanjutnya lengan robot akan bergerak menuju ke piringan 1 untuk mengambil benda yang terdapat pada piringan 1 sambil mengaktifkan *gripper* yang ada.

Setelah benda pada slot yang disiapkan telah diambil oleh *gripper* yang ada pada lengan robot maka piringan 1 akan berputar menyiapkan benda pada slot berikutnya.

Setelah itu lengan robot akan bergerak menuju ke piringan 2 untuk meletakkan benda pada slot yang tersedia pada piringan 2.

Selanjutnya setelah meletakkan benda pada slot di piringan 2, maka lengan robot akan kembali ke posisi awal untuk bersiap mengambil benda di slot berikutnya dan piringan 2 akan berputar bersiap menyiapkan slot benda berikutnya.

Pengujian dan Pengukuran

Pengujian alat merupakan tahapan dari pembuatan alat yang bertujuan untuk memeriksa setiap blok, agar bekerja sesuai dengan harapan. Dalam melakukan pengukuran, instrumen pengukuran yang digunakan adalah menggunakan alat berupa multimeter AVO (Ampere, Volt, Ohm meter). Tahap pengujian alat ini diklarifikasikan menjadi:

1. Pengukuran *Supply* 12V
2. Pengukuran *Supply* 24 V
3. Pengukuran pada rangkaian *driver* stepper
4. Pengukuran pada motor stepper

Pengukuran Catu Daya

Catu daya dalam rangkaian berfungsi untuk menyuplai tegangan pada tegangan AC dan mengubahnya menjadi tegangan DC yang dibutuhkan oleh rangkaian. Catu daya yang digunakan adalah catu daya 24V untuk I/O PLC dan 12V untuk rangkaian stepper yang keduanya berbentuk *box* dengan *input* 220VAC.

Tabel 6. Pengukuran Catu Daya

catu daya	tegangan		Arus maksimal
	input	output	
Sumber 12V	220VAC	11,9VDC	5A
Sumber 24V	220VAC	22,9VDC	3,5A

Pengukuran Rangkaian *Driver Stepper*

Rangkaian driver stepper dicatu dari sumber tegangan 12V sebagai penghubung antara modul *output* PLC dengan modul *driver* stepper. Pada rangkaian ini tegangan sumber diturunkan menjadi 5V dengan IC regulator 7805 agar sesuai dengan kebutuhan modul driver stepper.

Tabel 7. Pengukuran Rangkaian *Driver Stepper*

Nama	Tegangan (VDC)
Sumber tegangan	11,9
IC regulator 7805	5,01
Input optocoupler	1,8
Output optocoupler	5,01
Switch microstep	5,01
VDD modul	5,01
pulsa	5,01

Pengukuran Motor Stepper

Motor *stepper* yang terhubung ke rangkaian *driver stepper* dicatu langsung oleh sumber tegangan 12V, motor stepper dapat dicatu dengan tegangan maksimal 35V. Sedangkan arusnya dibatasi dengan modul memutar potensio pada modul hingga sesuai spesifikasi agar tidak merusak motor.

Tabel 8. Pengukuran Motor Stepper

Motor	Tegangan (VDC)	Arus (A)
Stepper 1	11,9	1,2
Stepper 2	11,9	0,52
Stepper 3	11,9	0,49

Hasil Analisis Sistem

Dari hasil penelitian yang didapat pada alat ini adalah alat ini dirancang dengan menggunakan bahan aluminium untuk kerangkanya dan menggunakan *ball bearing* untuk axis naik dan turun. Sedangkan perputaran motor servo dapat diatur dengan memberikan pulsa melalui program khusus positioning pada PLC.

Misalnya saja pada servo pertama yang memiliki daya 200 watt memerlukan pulsa sebesar 131072 pulsa untuk melakukan 1 rotasi, namun banyaknya pulsa per rotasinya dikurangi oleh *gear* elektronik pada *drive* servo menjadi 65356 pulsa/rotasi.

Sedangkan pada motor stepper, perputarannya diberikan dengan mengirim pulsa yang dibuat menggunakan instruksi *timer* pada PLC. Banyak pulsa motor stepper pertama yaitu 400 pulsa/rotasi, stepper kedua dan ketiga 384 pulsa/rotasi.

Arduino uno digunakan untuk mengontrol gerakan servo DC jenis 180 derajat yang berarti hanya dapat berputar setengah lingkaran karena memerlukan pulsa PWM yang dapat dilakukan arduino, hanya ada 2 perputaran motor servo dc yang digunakan yaitu sebesar 0 dan 90 derajat.

Implementasi

Setelah melakukan pengukuran dan pengujian pada alat. Maka hal yang di jadikan kriteria yang perlu di uji menurut peneliti adalah implementasi alat pada berbagai bidang di kehidupan. Hasil penelitian mempunyai implementasi pada beberapa aspek dan beberapa bidang di kehidupan yang berbeda-beda, yaitu:

Bidang Industri

Dalam bidang industri, alat ini diharapkan dapat digunakan dalam proses industri terutama industri yang memerlukan sistem otomasi guna menunjang proses produksi dan juga diharapkan dapat gunakan untuk masyarakat luas.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah melakukan perencanaan dan pembuatan robot yang kemudian dilakukan pengujian, maka dapat diambil kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Lengan robot pemindah barang ini telah berfungsi dengan baik dan bergerak berdasarkan program yang dimasukkan pada PLC dan *drive* servo.
2. Motor servo yang berfungsi untuk menggerakkan lengan dan *gripper* dapat berfungsi.

3. Pengapit pada lengan robot tidak dapat mengangkat beban yang terlalu berat.
4. Motor stepper yang berfungsi menaik-turunkan pengapit dan memutar piringan dapat berfungsi.

Saran

Penulis mempunyai beberapa saran untuk mengatasi dan melengkapi beberapa kelemahan pada penelitian Prototype Lengan Robot Pemindah Barang Berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*) ini, yaitu sebagai berikut:

1. Pada *gripper* sebaiknya menggunakan motor yang memiliki torsi yang kuat agar *gripper* dapat menjepit beban yang lebih berat lagi.
2. Gunakan motor servo dengan torsi yang kuat dan dapat berotasi dengan baik agar dapat menggerakkan lengan dengan sempurna.
3. Gunakan *supply* yang stabil untuk arduino agar dapat mengontrol *gripper* dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

2006. Mitsubishi Programmable Logic Controller Training Manual Q-series Basic Course (for GX Developer)", SH(NA)-080617ENG-A(0601)MEE, Mitsubishi
2008. Badristo, Akhmad. Prototype Lengan Robot. Skripsi S1. Universitas Trisakti.
2007. Agus, dkk. Perancangan Prototipe Kontrol Mobile Robot Pemindah Benda. Skripsi S1. Universitas Bina Nusantara
2008. Badristo, Akhmad. Prototype Lengan Robot. Skripsi S1. Universitas Trisakti.
- Al-Himaone, Dasar Motor Stepper (Online), www.ilmu.8k.com/pengetahuan/stepper.htm, diakses tanggal 17 Mei 2016 pukul 19.00 WIB.
2011. Pudin, Saripudin, Kendali Motor