

SISTEM KENDALI SERVO POSISI dan KECEPATAN MOTOR dengan *PROGRAMMABLE LOGIC CONTROL (PLC)*

Andani¹, Christoforus Y², Iqbal Zakariah³, Asifa Nurul Husnah⁴.

¹Dosen Teknik Elektro UNHAS Makassar, Indonesia

¹email: andani60@yahoo.com

Abstrak-The simulation of controlled position dan speed servo motor using Programmable Logic Control (PLC), done by compare input and output voltage from practical and theory. Controlling position of servo motor has error 2.24% till 22.22% while controlling speed between 0.67% till 2.92%.

Keywords : Programmable Logic Control (PLC), Servo motor, speed , position

I. PENDAHULUAN

Dalam dunia industri dapat memanfaatkan teknologi pengendali yang ada untuk meningkatkan keselamatan kerja dan juga efisiensi suatu pekerjaan. Banyak sistem manual tersebut dibuat menjadi otomatis untuk membuat pekerjaan tersebut lebih praktis. Seiring dengan perkembangan teknologi sistem kendali di dunia industri, sistem pengendalian dan monitoring mulai diambil alih oleh alat kendali untuk menggantikan pekerjaan manual yang penuh resiko tersebut. Salah satunya adalah sistem pengendali dengan menggunakan *Programmable Logic Control (PLC)*.

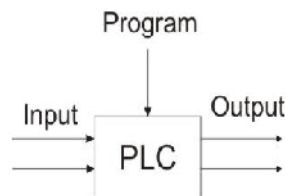
PLC dengan segala fasilitas di dalamnya mampu menggantikan peran manusia untuk mengoperasikan kendalian dari jarak jauh dengan sistem otomatis. Dalam [3] dijelaskan bahwa PLC dapat memantau masukan-masukan maupun keluaran-keluaran sesuai dengan instruksi di dalam program dan melaksanakan aturan kontrol yang telah diprogram. Hal ini membuat pekerjaan lebih efisien dan efektif dari beberapa hal seperti ekonomi, *safety* dan tenaga kerja.

II. DASAR TEORI

A. Programmable Logic Control (PLC)

Programmable Logic Control (singkatnya PLC) merupakan suatu bentuk khusus kendalian berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi isal logika, *sequencing*, pewaktuan (*timing*), pencacah (*counting*) dan aritmatika guna mengendalikan mesin-mesin dan proses-proses (Gambar 1) (*Bolton, 2004*). Rancangan dioperasikan oleh para insinyur yang hanya memiliki sedikit pengetahuan mengenai komputer dan pemrograman. Piranti ini dirancang sedemikian rupa agar tidak hanya programmer komputer saja yang dapat membuat atau mengubah program-programnya. Oleh karena itu, para perancang PLC telah menempatkan sebuah program awal di dalam piranti ini (*pre-program*) yang memungkinkan program-program kontrol dimasukkan dengan menggunakan suatu bentuk bahasa pemrograman yang sederhana dan intuitif. Istilah logika (*logic*) digunakan karena pemrograman yang harus dilakukan sebagian besar berkaitan dengan mengimplementasikan operasi-operasi logika dan penyambungan (*switching*). Misalnya jika A atau B terjadi maka sambungkan (atau hidupkan) C, jika A dan B terjadi maka sambungkan D. Perangkat-perangkat masukan berupa; sensor-sensor, saklar,

dan perangkat-perangkat keluaran di dalam sistem yang dikontrol, misalnya, motor, katup, dsb, dapat dihubung ke PLC. Sang operator kemudian memasukkan serangkaian instruksi, yaitu, sebuah program, ke dalam memori PLC. Perangkat pengontrol tersebut kemudian memantau masukan-masukan dan keluaran-keluaran sesuai dengan instruksi-instruksi di dalam program dan melaksanakan aturan-aturan kontrol yang telah diprogram.



Gambar 1. Sebuah *Programmable Logic Control*

PLC yang digunakan dalam penelitian ini adalah *PLC-5 Allen Bradley* yang penjelasannya dapat di bagi menjadi dua bagian yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

B. Hardware PLC-5 Allen Bready

1. Modul Analog Input

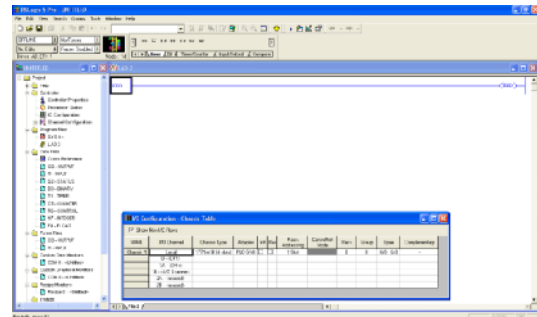
Modul analog *input* (masukan) adalah modul yang menghubungkan antara masukan sinyal analog dengan sinyal prosesor *PLC-5 Allen Bradley*. Untuk proyek ini yang digunakan adalah *1771-IFE Series C* dengan jarak masukan berupa tegangan antara 0-5 Volt.

2. Modul Analog Output

Modul analog *output* (keluaran) adalah sebuah modul *intelligent block transfer* yang mengubah besaran biner atau nilai empat digit BCD (yang berasal dari prosesor) ke sinyal analog pada ke empat keluaran modul. Untuk proyek ini yang digunakan adalah *1771-OFE2* dengan jarak keluaran berupa arus antara 4-20mA.

3. Software PLC-5 Allen Bready

a. *RSLogix-5*

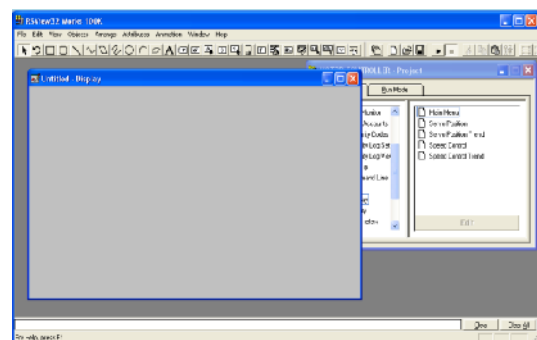


Gambar 2. Tampilan awal *RSLogix5*

RSLogix-5 gambar 2 adalah perangkat lunak berbasis pada grafis sehingga memudahkan setiap pengguna dalam merencanakan program PLC yang diinginkan dengan menggunakan teknologi *Human Machine Interface* sehingga pengguna dapat mengakses instruksi hanya dengan metode *klik dan drag*.

b. *RSView32*

RSView32 gambar 3 adalah sebuah perangkat lunak yang berfungsi untuk membuat sebuah antarmuka agar seluruh sistem pada PLC dapat dikendalikan dan dimonitor oleh antarmuka tersebut. Perangkat lunak ini dapat berkomunikasi dengan perangkat lunak pemogram dari *Allen Bradley* (dalam hal ini *RSLogix 5*) sehingga setiap parameter dan kondisi yang berubah pada PLC dapat diketahui oleh antarmuka yang dibuat.



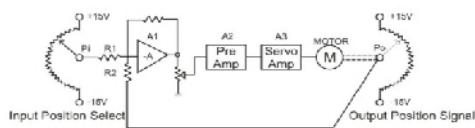
Gambar 3. Tampilan awal *RSView32*

C. Motor DC Servo Trainer

Dalam acuan [8] dijelaskan bahwa *DC Servo Trainer* ED-4400B dari ED Co., LTD. adalah sistem loop tertutup servo DC yang didesain untuk modul praktikum. Inti konsep pembuatan sistem trainer ED-4400B untuk memberikan pengetahuan praktik kerja pada sistem loop tertutup servo DC kepada pengguna dengan mengintegrasikan dasar teori dan langkah demi langkah percobaan dengan satu subjek.

1. Pengendali Sudut dengan Loop Tertutup

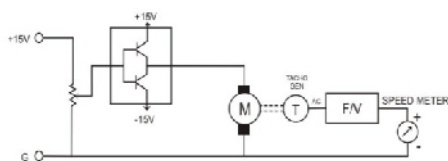
Dalam sistem pengendali servo posisi gambar 4, informasi posisi dari potensiometer yang dihubungkan pada motor menjadi umpan balik pada penguat kontrol (*control amplifier*). Kemudian, pengaturan posisi masukan dari masukan potensiometer dikombinasikan dengan sinyal balik pada *input amplifier* yang menjalankan motor pada bagian yang berbeda antara dua sinyal. Ketika kedua posisi teridentifikasi, keluaran pada amplifler akan menjadi nol.



Gambar 4. Sebuah loop tertutup pengontrol posisi servo

2. Kecepatan Motor dan Karakteristik Input

Secara umum motor merupakan sebuah mesin yang mengkonversi energi listrik menjadi energi gerak. Elemen kunci dari motor DC adalah medan (*field*) dan armatur gambar 5. Aliran arus listrik yang melewati medan akan menimbulkan torka (tenaga putaran) pada armatur.



Gambar 5. Rangkaian ekivalen pengontrolan motor

3. Rangkaian Pembagi Tegangan

Pada acuan [5] menjelaskan bahwa rangkaian pembagi tegangan (juga dikenal sebagai pembagi potensial) adalah rangkaian linear sederhana yang menghasilkan tegangan *output* (V_{out}) yang berasal dari tegangan input (V_{in}). Pembagi tegangan merujuk pada pembagian dari tegangan tergantung pada komponen yang pembagiannya. Rumusnya adalah sebagai berikut :

$$V_{out} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V_{in} \dots\dots\dots(1)$$

III. PERANCANGAN SISTEM

Perencanaan komponen pengendali posisi dan kecepatan menggunakan *Programmable Logic Control* PLC-5 Allen Bradley, dilakuka dengan dua tahapan yaitu :

1. Perangkat Keras Kendalian
2. Perangkat Lunak Sistem Kendali

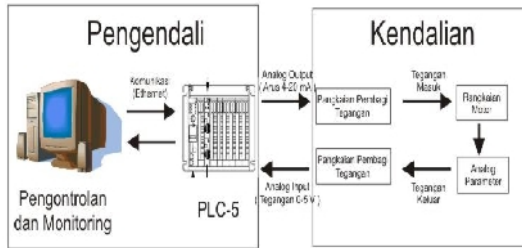
A. Perangkat Keras Kendalian

Gambar 6 memperlihatkan blok diagram dari system Pengendalian Servo Posisi dan Kecepatan Motor dengan *Programmable Logic Control (PLC)*. Motor sebagai kendalian dan PLC dan computer sebagai pengendali. Di dalam komputer terdapat antarmuka yang berfungsi sebagai pengendali dan monitoring. Komputer selalu berkomunikasi dengan PLC agar setiap perubahan nilai parameter pada PLC pada dapat dilihat di antarmuka.

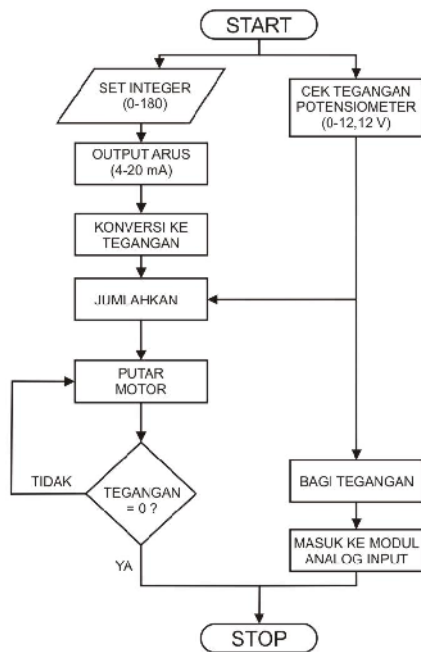
Pada modul analog keluaran PLC, terdapat keluaran berupa arus sebesar 4-20mA. Ini sesuai dengan nilai minimum dan maksimum Integer yang diatur sebelumnya. Rangkaian Pembagi Tegangan akan engubah arus keluaran dari PLC menjadi tegangan. Tegangan ini digunakan untuk mengendalikan sudut posisi dan kecepatan motor. Besar tegangan yang diperlukan harus sesuai

dengan keluaran arus dari modul analog PLC.

Rangkaian Pengendali Servo Posisi



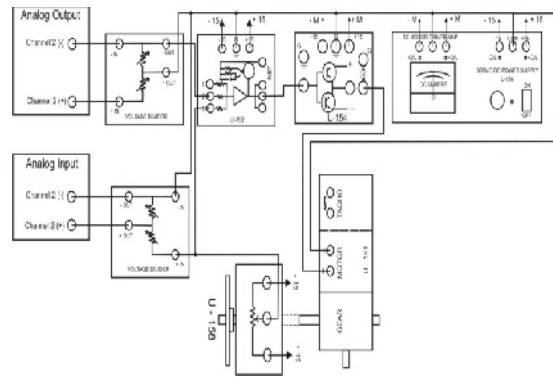
Gambar 6. Diagram bagan kotak pengendali motor



Gambar 7. Flowchart Rangkaian pengendali Posisi sudut

Prinsip kerja flowchart rangkaian pengendali posisi sudut gambar 7 diatas, dimulai dari PLC yang arus keluarannya sebesar 4 – 20 mA. Arus ini sesuai dengan nilai minimum dan maksimum yang ditur dari setting integer pada bagian input PLC. Arus keluaran dari PLC 4 -20 mA akan diubah menjadi besaran tegangan oleh rangkaian pembagi tegangan. Output tegangan tersebut akan berubah-ubah sesuai dengan perubahan dari potensiometer yang akan dijumlahkan dengan perubahan tegangan yang

dikeluarkan oleh rangkaian pembagi tegangan pada modul praktikum *Sum Amplifier* U-153. Perubahan tegangan ini akan menggerakkan posisi sudut dan kecepatan motor terhadap motor yang dikendalikan sampai tidak ada lagi perbedaan tegangan. Adapun rangkaian pengendali servo posisi dapat dilihat pada gambar 8 berikut



Gambar 8. Rangkaian Pengendali Servo Posisi

Jadi setiap perubahan nilai integer pada PLC akan membuat tegangan yang masuk ke motor berubah-ubah dengan demikian posisi dan kecepatan motor juga akan berubah.

Karena diketahui potensio meter dapat bekerja pada tegangan 0 – 12,12 Volt, maka untuk mengetahui tegangan maksimum dari potensiometer digunakan persamaan::

$$V = I * R \dots\dots\dots(2)$$

Dengan V = 12,12 Volt dan I = 20 mA, maka kita memperoleh R = 606

Untuk membaca parameter sudut yang dihasilkan oleh potensiometer, maka jumlah tegangan potensiometer juga dimasukkan kedalam modul masukan analog. Karena tegangan modul masukan analog hanya berjarak antara 0 – 5 Volt, maka diperlukan rangkaian pembagi tegangan agar perubahan tegangan potensiometer antara 0 – 12,12 Volt sama dengan 0 – 5 Volt. Maka nilai resistansi dari

kedua tahanan pada rangkaian pembagi tegangan yang dipakai adalah:

$$V_{out} = 5 \text{ Volt}, R_1 = 500 \text{ dan } V_{in} = 12,12 \text{ Volt, maka yang didapat adalah } R_2 = 354 \text{ .}$$

Rangkaian Pengendali Kecepatan Motor

Flowchart rangkaian pengendali motor dapat dilihat pada gambar 9.

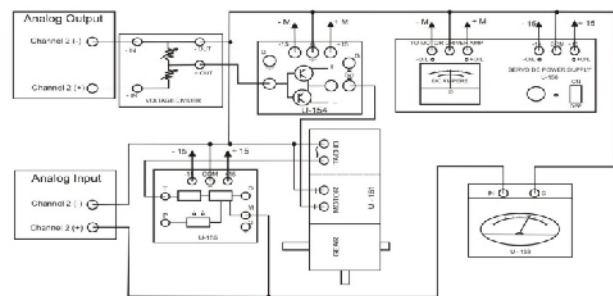


Gambar 9. Flowchart Rangkaian pengendali kecepatan motor

Adapaun urutan kerja dari flowchart seperti berikut : Input PLC dapat diberi nilai integer antara 80 – 400, PLC mempunyai output dengan arus sebesar 4 – 20 mA. Arus ini akan berubah-ubah sesuai dengan perubahan nilai integer yang diberikan pada input PLC. Arus keluaran dari PLC akan dikonversi menjadi tegangan oleh rangkaian pembagi tegangan yang akan menggerakkan motor berputar dari motor yang dikendalikan. Perubahan nilai integer berpengaruh pada meningkatnya kecepatan motor. Kecepatan motor tersebut akan menghasilkan nilai *Round per Minute* (RPM) sesuai kecepatan motor.

Nilai RPM ini dikonversi menjadi tegangan dengan menggunakan modul praktikum *F/V Converter* U-155. Nilai tegangan yang dihasilkan masuk ke

dalam modul analog masukan dan pada menjadi parameter pada antarmuka. Diperlukan pengukuran secara manual (menggunakan Multimeter) untuk mengetahui tegangan maksimum yang diperlukan motor. Untuk perubahan kecepatan motor antar 0-4000 RPM diperlukan tegangan antara 0-9,31 Volt. Dengan nilai tegangan $V = 9.31$ Volt dan nilai arus sebesar $I = 20$ mA maka dengan menggunakan Rumus 1 nilai tahanan dipakai pada rangkaian pembagi tegangan sebesar $R = 465$.

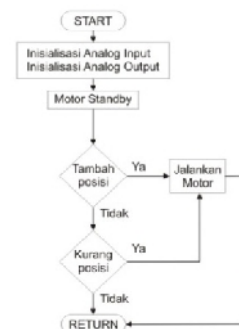


Gambar 10. Rangkaian pengendali kecepatan motor

B. Perangkat Lunak Kendalian

1. Perangkat Lunak Pengendali Servo Posisi

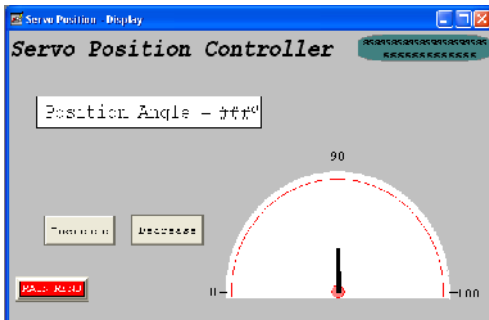
Sistem untuk kendalian Servo posisi dapat dilihat dari flowchart gambar 11 berikut :



Gambar 11. Flowchart pengendali sudut posisi

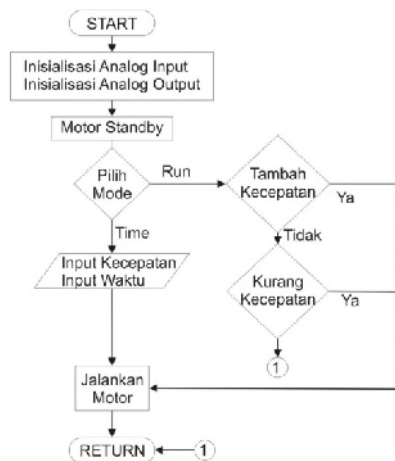
Ketika Motor Standby, maka posisi diatur dengan memutar potensiometer. Pengendaliannya berupa kenaikan dan menurunnya nilai integer

akibat perubahan potensio meter sehingga terjadi perubahan sudut setiap perubahan nilai Integer. Untuk antarmukanya dapat dilihat pada gambar 12 :



Gambar 12 Jendela Servo Position

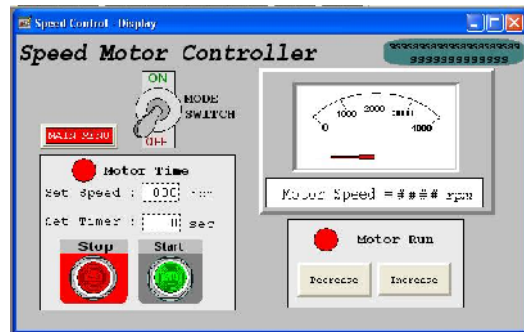
2. Perangkat Lunak Pengendali Kecepatan Motor
Sistem untuk kendalian Kecepatan Motor dapat dilihat dari flowchart gambar 13 :



Gambar 13. Flowchart pengendali kecepatan motor

Untuk program pada pengendali ini dibuat dua buah pilihan mode untuk mengendalikan kecepatan motor, yaitu *Motor Run* dan *Motor Time*. Prinsip kerja untuk mode *Motor Run* adalah menaikkan atau menurunkan kecepatan motor sesuai dengan nilai Integernya. Sedangkan untuk mode *Motor Time*, diperlukan pengaturan berapa kecepatan yang diinginkan dan berapa waktu putaran motor tersebut. Setelah dijalankan, maka motor akan berputar sesuai kecepatan dan waktu yang diatur. Setelah selesai, maka motor kembali dalam kondisi standby.

Antarmuka dari program kecepatan motor ini dapat dilihat pada gambar 14 :



Gambar 14 Jendela Motor Speed

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bagian ini akan dibahas apakah program antarmuka berjalan sesuai dengan yang diinginkan dan melihat berapa parameter analog yang keluar dari PLC untuk menggerakkan motor dan berapa parameter analog yang masuk ke PLC berasal dari potensiometer untuk pengaturan sudut dan *tachometer* untuk pengaturan kecepatan motor sebagai *feedback* dari kendalian. Kemudian dianalisis parameter yang muncul di antarmuka dan membandingkannya dengan kenyataan agar bisa dianalisis berapa persentase kesalahan dari parameter tersebut.

A. Pengujian Tegangan Masukan dan Keluaran

Tujuan dari pengujian ini untuk membandingkan antara tegangan yang dapat dihitung secara teori dan tegangan yang diukur secara praktek. Hasil perbandingan dari kedua data tersebut kemudian dilihat dalam persentase kesalahan. Rumus untuk melihat persentase kesalahan adalah sebagai berikut :

$$PK = \frac{\text{Teori} - \text{Praktek}}{\text{Teori}} \quad (3)$$

Pengujian ini dibagi atas dua yaitu pengujian pada bagian servo posisi dan pengujian pada bagian pengontrolan kecepatan motor.

1. Pengaturan Servo Posisi

Bagian ini terdiri atas dua bagian yaitu bagian tegangan masukan dan keluaran. Untuk bagian tegangan masukan jarak keluaran PLC antara 4-20 mA untuk jarak Integer antara 0 – 180. Tegangan masukan secara teori dihitung dengan memakai nilai tahanan $R = 606.5$. Hasilnya dapat dilihat pada table 1.

Dari tabel 1 dapat dianalisis bahwa setiap kenaikan integer berpengaruh akan besarnya nilai arus yang keluar dari PLC. Maka setiap kenaikan arusm tegangan akan bertambah. Dan juga dapat terlihat bahwa antara tegangan masukan pengaturan servo posisi tidak jauh berbeda antara teori dan praktek. Selisih perbedaan tegangan dapat dilihat dari presentase kesalahan yang berkisar antara 0.08% sampai dengan 0.82%.

Tabel 1. Tegangan masukan servo posisi

Integer	Arus (mA)	Vin teori (Volt)	Vin praktek (Volt)	Presentase Kesalahan
0	4	2.43	2.44	0.58%
10	4.89	2.97	2.99	0.82%
20	5.78	3.51	3.53	0.70%
30	6.67	4.05	4.06	0.36%
40	7.56	4.59	4.6	0.32%
50	8.45	5.12	5.15	0.49%
60	9.34	5.66	5.68	0.27%
70	10.23	6.20	6.22	0.25%
80	11.12	6.74	6.75	0.08%
90	12.01	7.28	7.29	0.08%
100	12.9	7.82	7.8	0.30%
110	13.79	8.36	8.29	0.88%
120	14.68	8.90	8.86	0.49%
130	15.57	9.44	9.39	0.56%
140	16.46	9.98	9.92	0.63%
150	17.35	10.52	10.45	0.69%
160	18.24	11.06	11	0.57%
170	19.13	11.60	11.53	0.62%
180	20	12.13	12.07	0.49%

Untuk tegangan keluaran pada pengaturan servo posisi maka dibandingkan pula tegangan yang masuk ke dalam PLC. Tegangan tersebut dihitung secara teoritis

dengan menggunakan persamaan 1 setelah dikonversi dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan. Untuk tegangan sumbernya berasal dari tegangan keluaran dari potensiometer, tahanan pertama $R_1 = 500$ dan tahanan kedua $R_2 = 354.1$

Dari tabel 2 dapat dianalisis bahwa untuk setiap kenaikan Integer, maka tegangan yang dihasilkan dari potensiometer akan naik. Dan juga dapat dilihat bahwa antara tegangan keluaran pengaturan servo posisi tidak jauh berbeda antara teori dan praktek. Selisih perbedaan tegangan dapat dilihat dari presentase kesalahan yang berkisar antara 0.20% sampai dengan 1.55%.

Tabel 2. Tegangan Keluaran Servo Posisi

Integer	Tegangan Sumber (Volt)	Vout teori (Volt)	Vout praktek (Volt)	Presentase Kesalahan
0	2.85	1.18	1.17	0.98%
10	3.38	1.40	1.38	1.52%
20	3.92	1.63	1.6	1.55%
30	4.46	1.85	1.83	1.03%
40	4.99	2.07	2.04	1.39%
50	5.53	2.29	2.27	0.99%
60	6.09	2.52	2.49	1.38%
70	6.64	2.75	2.71	1.56%
80	7.15	2.96	2.94	0.82%
90	7.57	3.14	3.13	0.27%
100	8.18	3.39	3.37	0.63%
110	8.57	3.55	3.52	0.93%
120	9.26	3.84	3.82	0.50%
130	9.8	4.06	4.05	0.32%
140	10.27	4.26	4.23	0.65%
150	10.86	4.50	4.45	1.17%
160	11.4	4.73	4.7	0.56%
170	11.73	4.86	4.84	0.48%
180	12.06	5.00	4.99	0.20%

2. Pengaturan Kecepatan Motor

Perbandingan tegangan secara teori dan praktik hanya digunakan pada tegangan keluaran mengingat pada tegangan keluaran rangkaian pembagi tegangan. PLC mengeluarkan arus keluaran antara 4-20 mA sehingga diperlukan rangkaian

tegangan untuk mengubah arus tersebut menjadi tegangan masukan ke motor. Integer yang mewakili perubahan kecepatan motor adalah 80-400. Pada rangkaian pembagi tegangan nilai tahanan yang dipakai adalah $R = 465$. Hasil yang didapat dilihat pada tabel 3.

Dari tabel 4.3 dapat dianalisis bahwa setiap kenaikan integer berpengaruh akan besarnya nilai arus yang keluar dari PLC. Maka setiap kenaikan arus maka tegangan akan bertambah. Dan dapat juga dilihat bahwa antara tegangan keluaran pengendalian kecepatan motor tidak jauh berbeda antara teori dan praktek. Selisih perbedaan tegangan dapat dilihat dari presentase kesalahan yang berkisar antara 0.04% sampai dengan 1.22%.

Tabel 3. Tegangan masukan Kecepatan Motor

Integer	Arus (mA)	Vin teori	Vin praktek	Presentase Kesalahan
80	4	1.86	1.84	1.22%
100	5	2.33	2.31	0.79%
120	6	2.79	2.78	0.50%
140	7	3.26	3.25	0.30%
160	8	3.73	3.72	0.14%
180	9	4.19	4.19	0.02%
200	10	4.66	4.65	0.14%
220	11	5.12	5.12	0.04%
240	12	5.59	5.58	0.14%
260	13	6.05	6.03	0.39%
280	14	6.52	6.5	0.30%
300	15	6.98	6.95	0.50%
320	16	7.45	7.41	0.54%
340	17	7.92	7.87	0.58%
360	18	8.38	8.3	0.98%
380	19	8.85	8.76	0.99%
400	20	9.31	9.2	1.22%

B. Perbandingan Parameter Antarmuka dengan Alat Praktikum

Selain pengujian tegangan pada alat, sistem ini juga dibandingkan antara antarmuka yang dibuat dan dengan menggunakan modul praktikum ED-4400 *Servo System*. Alat praktikum ini

dilengkapi potensiometer untuk servo posisi dan tachometer untuk kecepatan motor sehingga dengan mudah bisa membandingkan hasilnya dengan sistem ini. Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan maka perubahan kenaikan integer adalah sebagai parameter yang diambil sehingga bisa menghasilkan hasil yang mendekati nilai pembacaan dari alat praktikum tersebut.

Hasil yang didapat dari sistem ini kemudian dibandingkan dengan alat ukur praktikum. Kemudian dibandingkan dengan antarmuka sehingga presentase kesalahan dapat menggunakan Rumus 4.1. Perbandingannya pun terbagi atas dua sistem yaitu pengendali sudut motor dan kecepatan putaran motor.

1. Pengaturan Sudut Posisi

Disini akan dibandingkan antara sudut yang ditunjukkan oleh antarmuka dan sudut dari potensiometer modul praktikum. Hasil yang didapat dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Derajat sudut pengontrolan posisi sudut

Integer	Sudut Potensiometer (°)	Sudut Antarmuka (°)	Presentase Kesalahan
0	134	137	2.24%
10	125	129	3.20%
20	117	121	3.42%
30	109	112	2.75%
40	103	107	3.88%
50	93	98	5.38%
60	84	90	7.14%
70	76	80	5.26%
80	70	75	7.14%
90	63	68	7.94%
100	55	59	7.27%
110	49	52	6.12%
120	40	42	5.00%
130	34	36	5.88%
140	27	28	3.70%
150	21	21	0.00%
160	15	13	13.33%
170	11	9	18.18%
180	9	7	22.22%

Data tabel 4 memperlihatkan prosentase kesalahan terbesar berada pada awal posisi yaitu pada integer 180 sampai 160 yaitu diatas 10%. Ini disebabkan karena jauhnya perbedaan tegangan yang masuk dan pembacaan pada integer. Kemudian penyebab besarnya perbedaan sudut karena kurang akuratnya potensiometer dalam memberikan tegangan yang masuk ke dalam masukan analog menyebabkan PLC kurang tepat membaca sudut yang ditunjukkan oleh potensiometer. Dan juga masih adanya selisih perbedaan tegangan yang masuk ke dalam rangkaian penjumlah tegangan modul praktikum. Selisih tegangan tersebut sangat kecil sehingga menyebabkan motor tidak berputar karena tidak cukup tegangan untuk memutar motor. Selisih perbedaan sudut posisi dapat dilihat dari presentase kesalahan yang berkisar antara 2.24% sampai dengan 22.22%.

2. Pengaturan Kecepatan Motor

Kecepatan putaran motor akan dibaca dengan melihat berapa *Round per minute* (RPM) yang dihasilkan motor. Untuk melihat RPM dari motor dengan menggunakan *tachometer* pada alat praktikum. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel 5.

Dari tabel.5 dilihat bahwa setiap perubahan nilai Integer akan menyebabkan naiknya nilai RPM pada motor. Dan juga dapat dilihat bahwa RPM dari pengontrolan kecepatan motor tidak jauh berbeda antara *tachometer* dan antarmuka yang ada. Selisih perbedaan kecepatan motor dapat dilihat dari presentase kesalahan yang berkisar antara 0.67% sampai dengan 2.92%.

Tabel 5. Perbandingan RPM pada pengontrolan kecepatan motor

Integer	Rpm Tachometer	Rpm Antarmuka	Presentase Kesalahan
80	790	770	2.53%
100	970	950	2.06%
120	1180	1160	1.69%
140	1370	1330	2.92%
160	1540	1510	1.95%
180	1770	1720	2.82%
200	1950	1900	2.56%
220	2160	2140	0.93%
240	2360	2300	2.54%
260	2560	2510	1.95%
280	2770	2720	1.81%
300	2970	2950	0.67%
320	3170	3100	2.21%
340	3290	3260	0.91%
360	3590	3500	2.51%
380	3720	3680	1.08%
400	4000	3950	1.25%

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Untuk pengujian tegangan masukan dan tegangan keluaran pada kendalian tidak jauh berbeda antara teori dan praktek. Persentase kesalahannya berkisar antara 0.04% sampai 1.55%.
2. Besar sudut untuk kendalian servo posisi antara antarmuka dan potensiometer mendekati kenyataan. Untuk presentase kesalahan dari kendalian ini berkisar antara 2.24% sampai dengan 22.22%.
3. Besar sudut untuk kendalian servo posisi antara antarmuka dan potensiometer mendekati kenyataan. Untuk presentase kesalahan dari kendalian berkisar antara 0.67% dampai dengan 2.92%.
4. Pengukuran alat praktikum yaitu potensiometer pada pengontrolan servo posisi dan *tachometer* pada pengaturan kecepatan motor menghasilkan tegangan. Tegangan ini bisa dimasukkan dalam modul analog masukan PLC kemudian

dikelola oleh antarmuka yang dibuat.

B. Saran

1. Kebutuhan PLC sebagai sistem kendali pada industri dewasa ini sehingga sangat bagus dipelajari. Namun karena tidak adanya mata kuliah tentang topik ini sehingga disarankan untuk menyeleraskan mata kuliah yang ada dengan topik ini.
2. Untuk modul keluaran analog, lebih baik diganti dengan model *Allen Bradley 1771 - OFE1B* yang keluarannya berupa tegangan sehingga tidak perlu lagi dikonversi menggunakan rangkaian pembagi tegangan.
3. Antarmuka dan program *ladder diagram* dibuat lebih banyak fitur yang memanfaatkan kecepatan dan sudut posisi motor sehingga aplikasinya lebih berguna.

DAFTAR PUSTAKA

Usman, S & Natsir, A 2003, *Pengendalian Suhu Ruangan Dengan Programmable Logic Control-5 (PLC-5 Allen Bradley)*, Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar.

Rais, A S & Machmoed, F 2004, *Perancangan Man Machine Interface Pada Pengendali Suhu Ruangan Dengan Menggunakan Program Wonderware*, Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar.

Bolton, W 2004, *Programmable Logic Control (PLC) Sebuah Pengantar Edisi Ketiga*, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Setiawan, I 2006, *Programmable Logic Controller (PLC) dan Teknik perancangan Sistem Kontrol*, Penerbit Andi, Yogyakarta.

Wikipedia 2011, viewed june 13th 2011, < http://en.wikipedia.org/wiki/Voltage_divider >

Allen Bradley 1999, *Analog Input Module (Cat. No. 1771-IFE Series C) User Manual*, Rockwell Automation Allen Bradley Inc., USA.

Allen Bradley 1999, *Analog Output Module (Cat. No. 1771-OFE Series B) User Manual*, Rockwell Automation Allen Bradley Inc., USA.

ED Co., Ltd. 2006, *ED-4400B DC Servo Trainer Instruction Manual*, ED Co., Ltd., SeongNam-City, South Korea

