

Sistem Auto Homing pada Motor Servo Berbasis Programmable Logic Controller (PLC)

Auto Homing System for Servo Motor Based On Programmable Logic Controller (PLC)

Riski Indra Kafila¹, Hendri Maja Saputra², Abdurrahman Nurhakim³

¹Program Studi Teknik Elektro, Universitas Komputer Indonesia

Jl. Dipati Ukur No.112-116 Lebakgede, Coblong Kota Bandung, Jawa Barat 40132

²Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Jl. Cisit, No.21/154D, Bandung 40135, Indonesia (022) 2503055

³Departement Of Electrical Engineering, UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Jalan A.H Nasution 105, Cibiru – Bandung 40614, Indonesia

riskiindra2404@gmail.com¹, hendri.maja@gmail.com², Abdurrahmannurhakim@gmail.com³

Abstrak – Pada beberapa sektor industri seperti makanan, minuman, otomotif, dan lainnya motor servo menjadi salah satu bagian penting dalam sistem produksinya. Beberapa masalah kerap kali terjadi ketika motor servo kehilangan daya, sehingga motor servo tidak kembali ke titik awal dia berkerja. Pada penelitian ini metode pengendalian motor servo dilakukan dengan menggunakan PLC OMRON CPlH, dimana posisi motor servo dikendalikan oleh PLC berdasarkan jumlah pulsa. Adapun kecepatan motor servo diatur berdasarkan frekuensi sinyal pulsa. PLC juga dapat menyimpan data terakhir ke alamat memori. Berdasarkan konsep tersebut, motor servo dapat kembali ke titik awal setelah daya kembali ada. Adapun pengujian dilakukan dengan menekan sebuah tombol untuk menggerakkan motor secara acak, kemudian data sinyal pulsa dan frekuensi dicatat setiap perputaran motor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa PLC OMRON CPlH dapat menghasilkan frekuensi maksimal sebesar 100KHz dengan duty cycle sebesar 56%. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa motor servo juga dapat kembali ke titik awal setelah daya dimatikan dan dihidupkan kembali.

Kata Kunci: PLC OMRON CPlH, motor servo, industri.

Abstract –In some industrial sectors such as food, beverage, automotive, and other servo motors become an important part in the production system. Some problems often occur when the servo motor loses power, so that the servo motor does not return to the starting point it works. In this study the servo motor control method is performed using the OMRON CP1H PLC, where the position of the servo motor is controlled by the PLC based on the number of pulses. The speed of the servo motor is regulated based on the frequency of the pulse signal. PLC can also save the latest data to a memory address. Based on this concept, servo motors can return to the starting point after the power returns. The test is done by pressing a button to move the motor randomly, then the pulse signal and frequency data are recorded at each motor cycle. The test results show that the OMRON CP1H PLC can produce a maximum frequency of 100KHz with a duty cycle of 56%. The test results also show that the servo motor can also return to the starting point after the power is turned off and turned on again..

Keywords: PLC OMRON CP1H, motor servo, industri..

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi telah memberikan manfaat yang cukup besar bagi manusia, sehingga memudahkan berbagai macam pekerjaan [1]. Salah satu teknologi yang memudahkan pekerjaan manusia adalah pengendali motor servo. Teknologi pengendalian motor servo berkembang secara pesat dalam beberapa tahun terakhir, sehingga desain pengendali motor servo cukup sering digunakan pada teknologi dengan kinerja tinggi [2]. Sistem posisi pada dunia industri banyak menggunakan motor servo [3].

Teknologi ini diperlukan di dunia industri karena kualitasnya yang terjamin. Beberapa industri seperti peralatan mesin, percetakan berkecepatan tinggi, sistem pengemasan, sistem pengisian botol, mesin kayu, perakitan otomotif, penanganan material membutuhkan teknologi motor servo [4]. Secara sederhana sistem kontrol motor servo adalah sistem umpan balik yang dapat mengikuti, menjalankan suatu proses dengan tepat, dan bisa dinamai sebagai sistem tindak lanjut. Pada banyak kasus, sistem ini mengendalikan posisi, kecepatan dan akselerasi dengan umpan balik berupa sinyal *encoder*. Akurasi posisi dan kebenaran lintasan sangat penting dalam bidang kontrol motor servo [5]. Ketepatan posisi yang tinggi tidaklah mudah untuk didapatkan [6]. Oleh karena itu, sinyal *encoder* berguna untuk membaca sudut rotasi motor, supaya dapat mengoreksi sistem motor servo tersebut.

Penelitian terkait dengan perancangan pengendalian servo motor telah banyak dilakukan pada beberapa penelitian. Salah satunya pada penelitian yang telah dilakukan oleh Sudarmanto, dkk [7], dimana motor servo dikendalikan oleh mikrokontroler berjenis PIC16F84 untuk diterapkan pada robot berkaki. Pada penelitian tersebut, sistem pengendali motor servo dibuat dengan harga yang cukup murah, sehingga memiliki nilai kebaruan yang cukup baik. Pada penelitian yang dilakukan oleh dilakukan oleh Mini Sreejeth, dkk, dibuat sistem monitoring daya pada motor servo tiga fasa yang dikendalikan menggunakan PLC [8].

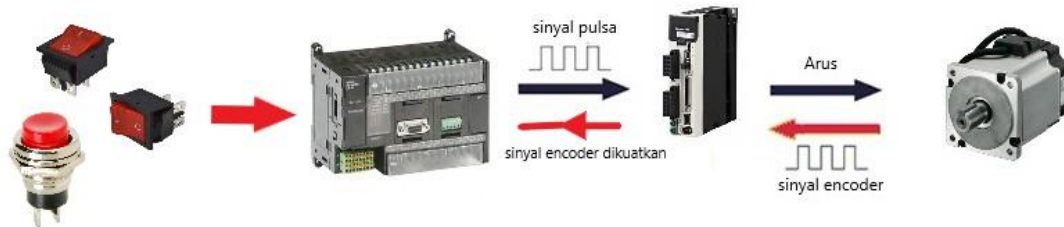
Pada penelitian ini, sistem pengendali motor servo dibuat dengan menggunakan PLC OMRON CP1H, dimana motor servo dapat dikendalikan berdasarkan pulsa dan frekuensi. Sistem pengendali juga memungkinkan motor servo dapat kembali ke titik awal setelah kehilangan daya.

2. Metode Penelitian

Bab ini membahas mengenai metode penelitian, yang berisi perancangan sistem dan penentuan parameter. Pembahasan dipaparkan pada Subbab A sampai dengan Subbab D.

A. Blok Diagram

Subbab ini membahas tentang perancangan sistem pengendali motor servo. Gambar 1 memaparkan Blok diagram yang terdapat pada penelitian ini.

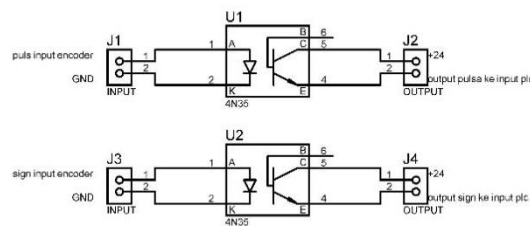


Gambar 1. Blok Diagram.

Berdasarkan Gambar 1 di atas, setiap komponen saling berhubungan menggunakan metode sistem kendali *loop* tertutup. Pada sistem ini PLC digunakan untuk mengolah data dari sinyal *encoder* yang di konversi ke sudut. Selain itu PLC juga mengatur frekuensi sinyal pulse untuk kecepatan dari putaran motor servo tersebut. Pada sistem ini menggunakan tiga *push button* sebagai instruksi untuk menjalankan servo motor, juga sebagai pengatur arah putaran motor servo. Driver servo berfungsi untuk menghubungkan sinyal pulsa dari PLC ke motor servo. Driver servo memiliki pin indikator “*servo ready*”, data pin ini digunakan sebagai acuan data bahwa motor servo sedang aktif. Data pin ini yang nantinya digunakan sebagai indikasi bahwa data sinyal *encoder* harus disimpan pada memori EEPROM di PLC.

B. Penguatan Sinyal Encoder

Encoder merupakan sensor yang membaca rotasi putaran motor, dimana *encoder* digunakan untuk mengoreksi posisi motor servo. Pada penelitian ini, *encoder* tertanam pada motor servo, sehingga tidak memerlukan *encoder* eksternal. Akan tetapi, tegangan keluaran sinyal *encoder* hanya berilai 5 volt, sedangkan tegangan yang dibutuhkan sebagai input pada PLC adalah sebesar 24 volt. Kondisi ini memerlukan penguatan sinyal *encoder* agar tegangan *encoder* dari 5v menjadi 24v. Pada penelitian ini, penguat sinyal *encoder* dibuat menggunakan IC 4n35. Gambar 2 memaparkan rangkaian IC 4n35.

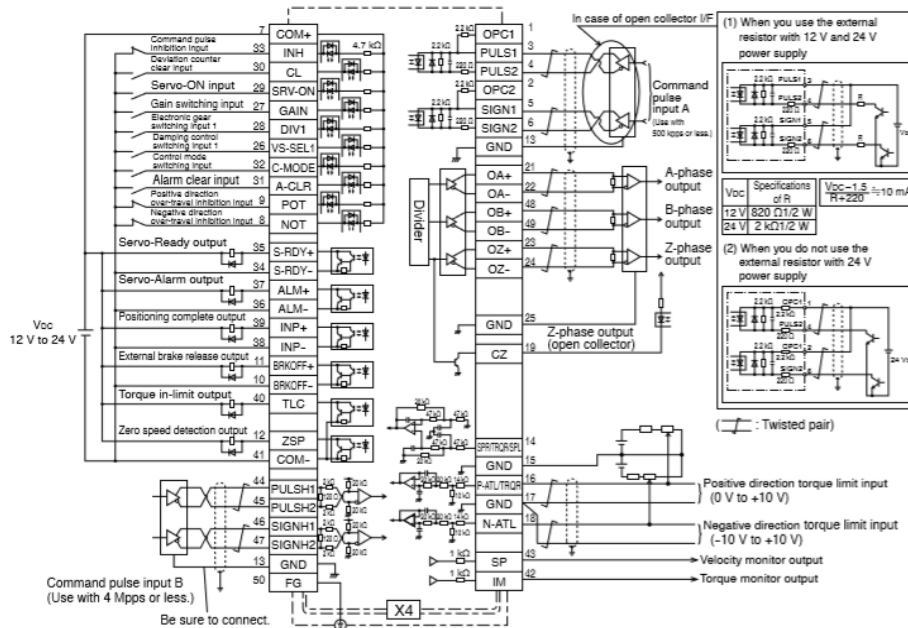


Gambar 2. Wiring IC 4n35 pada PLC.

Berdasarkan Gambar 2, sistem ini menggunakan 2 buah rangkaian penguat yang masing masing rangkaian dipasang pada output driver yaitu Phase A dan Phase B sebagai keluaran sinyal *encoder*. Sinyal keluaran *encoder* digunakan sebagai *feedback*.

C. Parameter dan Sekematik Driver Servo

Driver servo memerlukan penentuan parameter, dimana parameter ini mencocokkan sinyal masukan dan keluaran yang diterima dan dikirim oleh PLC. **Gambar 3a**, **Gambar 3b**, dan **Gambar 3c** di bawah memaparkan parameter dan skematik dari driver servo.



Gambar 3a. Diagram driver servo.

Pr0.06 setup value Command pulse rotational direction setup	Pr0.07 setup value Command pulse input mode setup	Command pulse format	Signal title	Positive direction command	Negative direction command
103	0 or 2	90° phase difference 2-phase pulse (A + B-phase)	PULS SIGN		
	(11)	Positive direction pulse train Negative direction pulse train	PULS SIGN		
1	3	pulse train + Signal	PULS SIGN		
	0 or 2	90° phase difference 2-phase pulse (A + B-phase)	PULS SIGN		
	1	Positive direction pulse train Negative direction pulse train	PULS SIGN		
	3	pulse train + Signal	PULS SIGN		

• Permissible max. input frequency, and min. necessary time width of command pulse input signal.

Input I/F or PULS/SIGN signal	Permissible max. input frequency	Min. necessary time width (µs)				
		t1	t2	t3	t4	t5
Pulse train interface exclusive to line driver	4 Mpps	0.25	0.125	0.125	0.125	0.125
Pulse train interface	Line driver interface	2	1	1	1	1
	Open collector interface	200	2.5	2.5	2.5	2.5

Make the rising/falling time of the command pulse input signal to 0.1 µs or smaller.

Gambar 3b. Parameter Input untuk Driver Servo.

Parameter No.	Title	Range	Unit	Function
Pr0.11	Output pulse counts per one motor revolution	1 to 262144	P/r	You can set up the output pulse counts per one motor revolution for each OA and OB with the Pr0.11 setup.
Pr0.12	Reversal of pulse output logic	0 to 3	—	You can set up the B-phase logic and the output source of the pulse output. With this parameter, you can reverse the phase relation between the A-phase pulse and the B-phase pulse by reversing the B-phase logic.
Pr5.03	Denominator of pulse output division	0 to 262144 ABS: 0 to 1048576	—	For application where the number of pulses per revolution is not an integer, this parameter can be set to a value other than 0, and the dividing ratio can be set by setting numerator of division to Pr0.11 and denominator of division to Pr5.03.
Pr5.33	Pulse regenerative output limit setup	0 to 1	—	Enable/disable detection of Err28.0 Pulse regenerative limit protection.
Pr6.20	Z-phase setup of external scale	0 to 400	µs	Set up the Z phase regenerative width of feedback scale in unit of time.
Pr6.21	Serial absolute external scale Z phase setup	0 to 268435456	pulse	Full-closed control using serial absolute feedback scale. When outputting pulses by using the feedback scale as the source of the output, set the Z phase output interval in units of A phase output pulses of the feedback scale (before multiplied by 4).
Pr6.22	A, B phase external scale pulse output method selection	0 to 1	—	Select the pulse regeneration method of A, B and Z parallel feedback scale.

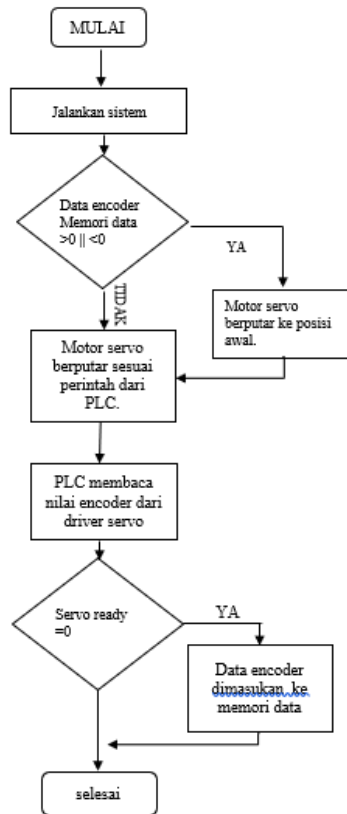
Gambar 3c. Parameter sinyal encoder setiap revolusi.

Berdasarkan **Gambar 3a**, sinyal masukan pulsa itu terdiri dari dua bagian yaitu *command pulse input A* dan *command pulse input B* yang berfungsi untuk membedakan kedua masukan pulsa ini berdasarkan batas maksimum frekuensi yang dimasukkan. Selain itu, terdapat sinyal keluaran *Phase-A*, *Phase-B*, dan *Phase-Z*, dimana sinyal tersebut berfungsi untuk mengetahui dimana posisi putaran motor servo itu berasal. Adapun *Servo ready output* pin berfungsi untuk menandakan motor servo sedang aktif atau tidak aktif. Sebelum menjalankan motor servo, perlu menentukan parameter supaya servo dapat kembali ke titik awal meskipun telah kehilangan daya.

Gambar 3b merupakan parameter untuk mengatur bentuk sinyal masukan yang diterima oleh motor servo. **Gambar 3c** merupakan Parameter untuk mengatur sinyal keluaran pulse per-revolusi dari motor servo.

D. Flowchart Algoritma

Pada **Gambar 4** merupakan flowchart dari sistem ini yang mana flowchart ini mewakili dari alur kerja pada sistem ini.



Gambar 4. Alur kerja sistem *auto homing*.

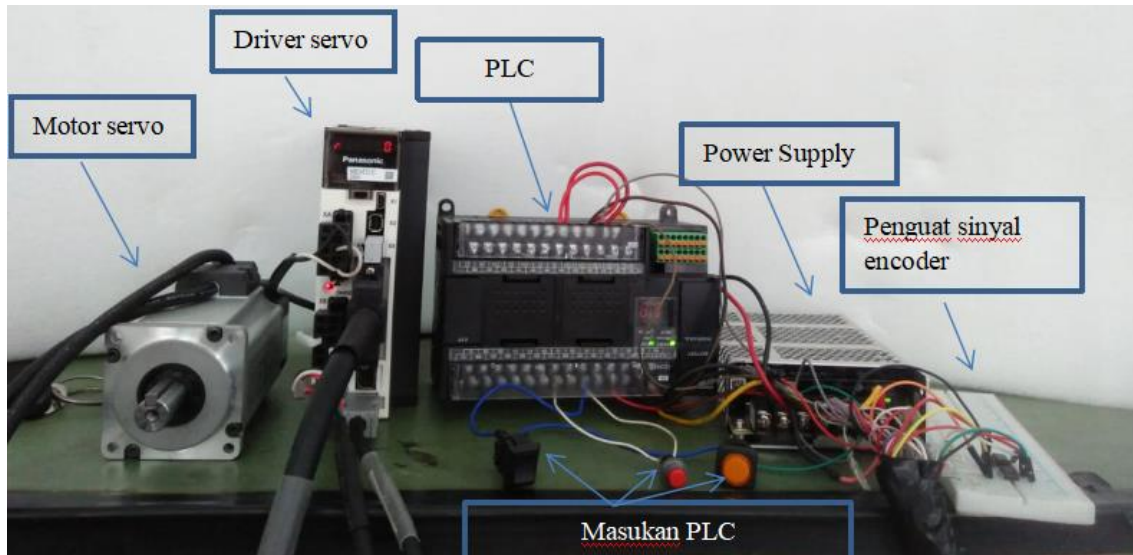
Alur kerja dari system *Auto homing* ini adalah PLC sebagai kendali dari driver servo mengirimkan pulsa yang sudah ditentukan besarnya, pulsa tersebut dikoreksi dan kuatkan oleh driver servo supaya pulsa tersebut menjadi titik acuan driver servo untuk menjalankan motor. Setelah itu motor servo mengeluarkan sinyal *encoder* ke driver servo. Sinyal *encoder* tersebut adalah suatu acuan posisi dari motor servo tersebut.

Sinyal *encoder* diteruskan ke PLC apabila sumber daya PLN terputus. PLC menyimpan data sinyal *encoder* di memori data PLC. Data *encoder* dikirim ke driver servo setelah supply daya dihidupkan kembali. motor servo kembali ke posisi awal dia bergerak sebelum sumber daya listrik dimatikan.

3. Analisis

A. Setup Rangkaian

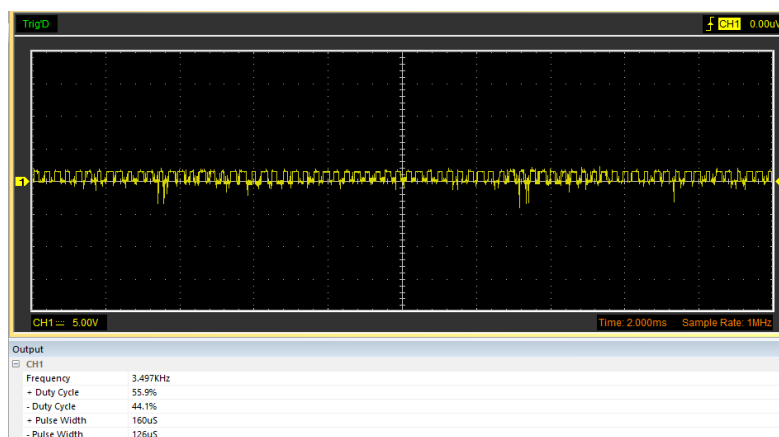
Berikut ini adalah *setup* rangkaian pada Sistem *auto homing* yang menggunakan beberapa komponen yang saling terintegrasi satu sama lainnya seperti yang tertera pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Setup Rangkaian.

Sebagaimana telah ditunjukkan pada **Gambar 5** sistem ini menggunakan 3 push button sebagai masukannya. Push button berwarna hitam digunakan sebagai pengatur arah putaran dari motor servo sedangkan 2 push button yang lainnya digunakan sebagai instruksi untuk menjalankan motor servo. Adapun ic penguat 4n35 yang digunakan untuk menguatkan sinyal encoder. Setiap perangkat diberi supply daya 24v oleh power supply.

B. Analisis Keluaran *Encoder*



Gambar 6. Sinyal keluaran *encoder* motor servo.

Pada **Gambar 6** merupakan keluaran sinyal encoder yang dihasilkan oleh frekuensi maksimal dari PLC sebesar 100 Khz dari sinyal tersebut menghasilkan frekuensi maksimal encoder sebesar 3.4 Khz. Settingan parameter Pr 0.11 adalah 360 jadi keluaran sinyal *encoder*

per pulse adalah 360 pulse/per-revolution dengan kata lain setiap 1 derajat keluaran sinyal encoder menghasilkan 1 signal pulse.

4. Kesimpulan

PLC OMRON CP1H dapat mengendalikan motor servo agar dapat melakukan sistem homing dengan cara mengirim pulse ke driver servo. Kecepatan motor dapat diatur dengan mengatur frekuensi keluaran pulse dari PLC OMRON CP1H dan arah putaran dapat diatur dengan *switch*. Motor servo akan kembali ketitik awal setelah supply daya kembali dihidupkan. Frekuensi maksimal yang dapat dikeluarkan oleh PLC OMRON CP1H adalah 100Khz dengan *duty cycle* 56%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kepala Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia yang telah mengizinkan kami untuk kerja praktek dan tugas akhir, selain itu kami berterima kasih pula dengan para anggota di kelompok penelitian otomasi industri yang turut memberikan motivasi dan membimbing.

References

- [1] M. Ngafifi, "Kemajuan Teknologi Dan Pola Hidup Manusia Dalam Perspektif SOSIAL BUDAYA," *jppfa*, vol. 2, no. 1, Jun. 2014.
- [2] Y. Yasa, E. Sahin, C. Acar, A. Gozutok, E. Firat and E. Mese, "Servo motor driver design for high performance applications," *2013 3rd International Conference on Electric Power and Energy Conversion Systems*, Istanbul, 2013, pp. 1-6.
- [3] K. Tamaki et al., "Microprocessor based robust control of a DC servo motor," *IEEE Contr. Syst. Magn.*, vol. CSM-6, no. 5, pp. 30-36, Oct. 1986.
- [4] D. Chen, Q. Ji, L. Zhao and H. Zhang, "The Application of AC Position Servo-control in Automatic Gamma Counters," *2010 International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation*, Changsha City, 2010, pp. 762-764.
- [5] P. Pillay and R. Krishnan, "Modeling, simulation and analysis of permanent magnet motor drives- Part I: The permanent magnet synchronous motor drive", *IEEE Trans, Ind. Appl.*, vol.25, no.2, pp. 265273, 1989.
- [6] J. Mo, Z. Qiu, J. Wei, and X. Zhang, "Adaptive positioning control of an 314 ultrasonic linear motor system," *Robot. Comput. Integr. Manuf.*, vol. 44, 315 pp. 156–173, 2017.
- [7] A. Cahyani, "Perancangan Sistem Pengendalian Motor Servo Pada Robot Berkaki Menggunakan Microcontroller PIC16F84," p. 4, 2007.
- [8] M. Sreejeth, M. Singh, and P. Kumar, "Monitoring, control and power quality issues of PLC controlled three-phase AC servomotor drive," in *2012 IEEE Fifth Power India Conference*, Murthal, Haryana, India, 2012, pp. 1–5.