

Sistem Kendali dan Monitoring Kecepatan Motor Servo Berbasis *Human Machine Interface*

Fahrul Dames¹, Doni Tri Putra Yanto²

^{1,2} Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

^{*}Corresponding author, damesfahrul@gmail.com

Abstrak

Sistem kendali dan monitoring motor servo berbasis *human machine interface* merupakan sistem yang dapat mengendalikan dan memonitor kecepatan dari motor servo. Motor servo dapat dikendalikan dan dimonitoring karena adanya komunikasi timbal balik antara driver motor dengan *encoder* yang menerjemahkan dan mengontrol motor servo. Driver motor bekerja atas perintah *programmable logic controller* yang telah diprogram dengan bantuan komputer. Untuk pengendalian dan monitoring digunakan *human machine interface* sebagai alat yang dapat berinteraksi dengan user sebagai pengendali sekaligus pemantau kecepatan dan posisi dari motor servo. *Hardware* yang digunakan adalah *programmable logic controller* SIEMENS SIMATIC 1215C DC/DC/DC, *human machine interface* SIMATIC BASIC COMFORT, driver motor SINAMICS V90 dan motor servo SIMOTICS S-1FL6. *Software* TIA PORTAL dan V-Assistent digunakan untuk pemrograman dan pengaturan parameter dari setiap *hardware* sistem.

INFO.

Info. Artikel:

No. 273

Received. August, 15, 2022

Revised. August, 18, 2022

Accepted. September, 17, 2022

Page. 487 – 495

Kata kunci:

- ✓ Motor servo
- ✓ Sinamic V90
- ✓ Kendali dan monitoring
- ✓ HMI
- ✓ Siemens

Abstract

The servo motor control and monitoring system based on the human machine interface is a system that can control and monitor the speed of the servo motor. Servo motors can be controlled and monitored because of the mutual communication between the motor driver and the encoder that translates and controls the servo motor. The motor driver works on the command of a programmable logic controller that has been programmed with the help of a computer. For control and monitoring, the human machine interface is used as a tool that can interact with the user as a controller as well as monitoring the speed and position of the servo motor. The hardware used is the SIEMENS SIMATIC 1215C DC/DC/DC programmable logic controller, SIMATIC BASIC COMFORT human machine interface, SINAMICS V90 motor driver and SIMOTICS S-1FL6 servo motor. TIA PORTAL and V-Assistent software are used for programming and parameter setting of each system hardware.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini banyak mempengaruhi dari berbagai aspek kehidupan. Tentunya dapat dilihat dalam perkembangan yang terjadi di dunia industri, baik industri bermodal kecil maupun bermodal besar. Dalam perkembangan ini, banyaknya industri yang sudah menggunakan teknologi ini dapat meningkatkan efisiensi dan efektifitas kerja. Segala alat dicoba dan digunakan untuk mencapai efisiensi dan efektifitas setiap tindakan yang dilakukannya, berbagai percobaan dilakukan agar dapat menghasilkan jumlah efisiensi yang besar dengan tenaga yang seminimal mungkin [1].

Salah satu penggunaan teknologi industri terbaru yaitu sebuah sistem motor servo. Motor servo adalah sebuah motor listrik dengan system umpan balik tertutup (*close loop*) dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian control yang ada di dalam motor servo [2]. Motor servo ini banyak diterapkan sebagai alat penggerak dalam proses kerja didunia industri, dengan penggunaan motor servo dapat dipastikan pekerjaan akan lebih mudah dan cepat dibandingkan dengan cara

konvensional menggunakan tenaga manusia yang memakan banyak waktu dan berat untuk dilakukan [3].

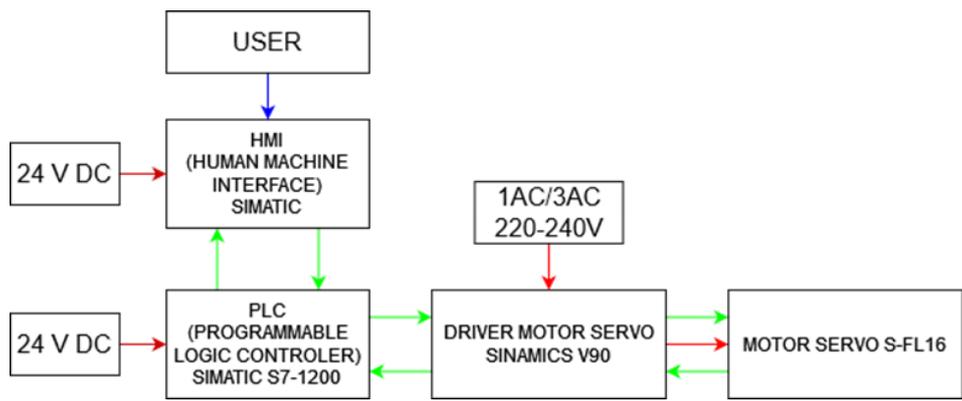
Dalam sistem motor servo terdapat sistem kendali dan monitoring, sistem kendali dan monitoring ini yang akan menggerakkan motor servo agar dapat bergerak sesuai dengan kecepatan yang dibutuhkan dalam penggunaannya, sistem ini dikendalikan dan dimonitoring menggunakan *driver* motor servo. *Driver* motor memiliki *encoder* yang membaca kecepatan dan posisi sudut dari motor servo [4]. Sistem kendali merupakan pengendalian terhadap beberapa besaran nilai sehingga berada pada suatu nilai tertentu, sistem kendali ini bertujuan untuk mengendalikan nilai keluarannya yang diperintah oleh manusia terhadap alat yang dikendalikan [5]–[7]. Monitoring merupakan proses pengumpulan data secara *real time* yang didapat dari informasi status dari pengukuran dan penilaian yang dilakukan berulang kali dari waktu ke waktu untuk mendapatkan tujuan tertentu dan menverifikasi proses dalam kelangsungan sistem kerja yang dimonitoring [8], [9].

Pengembangan perangkat keras sistem kontrol memungkinkan penerapan sistem kontrol pengawasan (*Supervisory Control*) untuk kontrol motor. Kontrol pengawasan memungkinkan untuk melakukan tindakan kontrol dan memantau parameter kontrol melalui sistem pemantauan dengan tampilan. Konsep seperti itu meningkatkan keandalan sistem kontrol dan meminimalkan kesalahan sistem kontrol [10], [11].

Programmable Logic Controller atau disebut juga PLC merupakan sebuah alat berbasis *mikroprocessor* yang digunakan untuk menggantikan rangkaian banyak relay yang ada pada kontrol konvensional [12], [13]. PLC ini salah satu alat kontrol yang dapat melakukan pengontrolan dan monitoring terhadap *driver* motor servo. Pengontrolan dan memonitoring *driver* motor servo menggunakan PLC pada industri dapat mengurangi resiko dan meningkatkan efisiensi kerja. Pekerjaan yang dilakukan secara manual dapat digantikan secara otomatis dengan menggunakan PLC sebagai alat pengontrol dan pengendali dalam industri. NEMA (*The National Electrical Manufacturers Association*) mendefinisikan PLC sebagai piranti elektronikal digital yang menggunakan memori yang bisa diprogram sebagai penyimpanan internal dari sekumpulan instruksi dengan mengimplementasikan fungsi – fungsi tertentu, seperti logika, sekunsial, pewaktuan, perhitungan dan aritmetika untuk mengendalikan berbagai jenis mesin ataupun proses melalui modul I/O digital dan analog [14]. Dalam pengendalian dan monitoring dibutuhkan proses *input* dan *output*, untuk mempermudah penggunaan digunakanlah HMI atau *Human Machine Interface*. HMI ini sudah menjadi perangkat yang selalu terintegrasi dengan PLC yang saling berkomunikasi dalam bentuk tampilan *interface* [15]. HMI dapat mengontrol dan memonitoring *input* dan *output*, mode kontrol dan indikator sistem yang akan ditampilkan secara *real time* melalui sebuah layar *interface* [16].

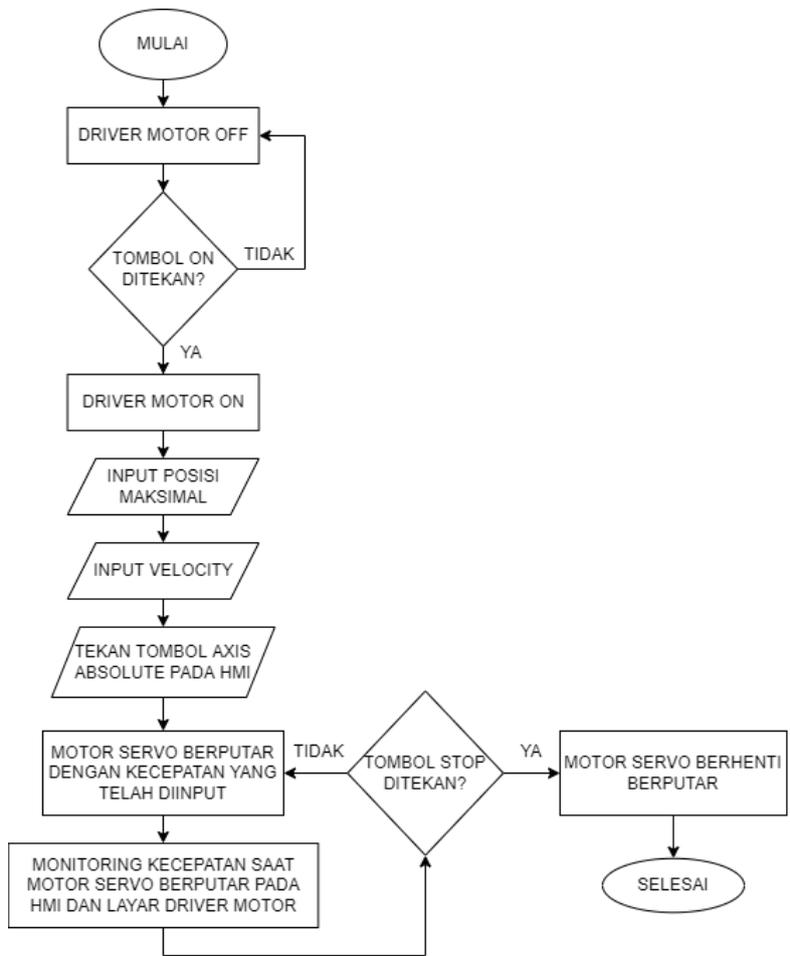
METODE PENELITIAN

Perancangan kendali motor servo berbasis HMI ini pada dasarnya adalah mengendalikan sebuah motor servo yang dapat dikendalikan dengan bantuan *interface*, sehingga user dapat dengan mudah untuk mengendalikan sekaligus memonitoring motor servo saat bekerja. Dalam pembuatan alat ini terdapat suatu rencana bagaimana kecepatan motor servo dapat dikendalikan langsung menggunakan PLC dan HMI. Pada Gambar 1. Blok diagram kendali dan monitoring motor servo terdiri dari *Human Machine Interface* (HMI) dan *Programmable Logic Controller* (PLC) yang membutuhkan tegangan *input* 24 Volt DC, *driver* motor servo yang membutuhkan tegangan *input* 220 Volt AC dan juga *driver* motor servo memberikan daya ke motor servo yang terhubung. HMI yang digunakan adalah tipe Simatic KTP 700 Comfort, untuk PLC menggunakan PLC Siemens S7 1200 1215 DC/DC/DC, untuk *driver* motor servo menggunakan Sinamic V90 dan untuk motor servo menggunakan motor servo siemens dengan tipe S-1FL6. Untuk koneksi antara HMI, PLC dan *driver* motor menggunakan kabel LAN, sedangkan antara motor servo dan *driver* motor servo menggunakan koneksi *encoder*.



Gambar 1. Blok diagram kendali dan monitoring motor servo

Pada sistem ini terdapat *flowchart* sistem yang bisa dilihat pada Gambar 2. *Flowchart* kendali dan monitoring motor servo. Dalam sistem ini motor servo dapat dikendalikan kecepatan dan posisinya melalui *interface input* HMI, untuk monitoring motor servo akan ditampilkan dalam bentuk tampilan *real time* untuk kecepatan dan posisi motor servo pada tampilan *interface* HMI.



Gambar 2. *Flowchart* kendali dan monitoring motor servo

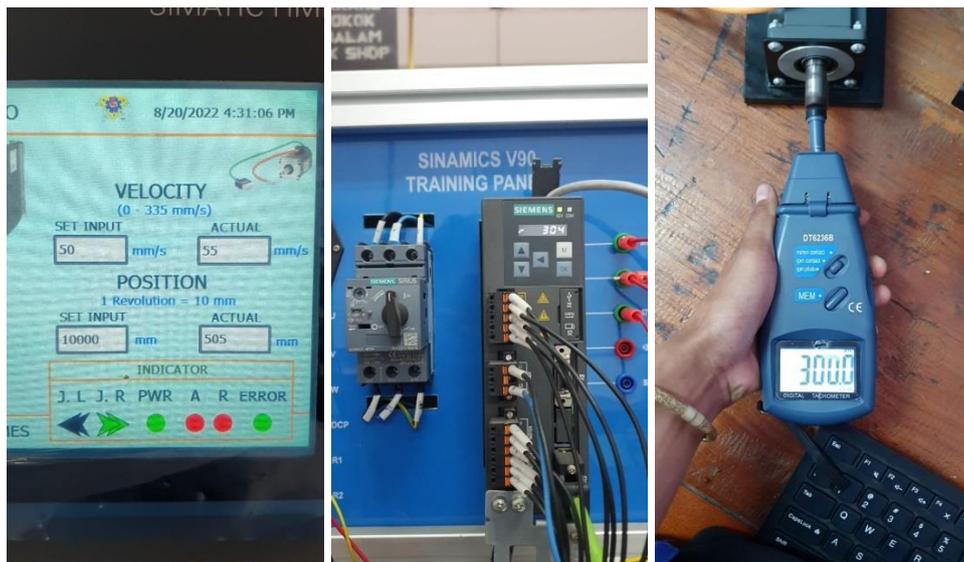
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem kendali dan monitoring motor servo yang telah dibuat dalam penelitian diuji melalui PLC dan HMI *Training Panel* yang terdapat pada laboratorium konversi energi. Pada uji coba dilakukan beberapa kendali motor servo, untuk satuan kecepatan pada sistem interface HMI adalah mm/s dan pada tampilan *driver* motor adalah rpm. Untuk validitas data kecepatan motor servo digunakanlah alat ukur tachometer digital dengan satuan rpm sebagai pembanding data yang tampil pada HMI dan *driver* motor.



Gambar 3. Rangkaian sistem kendali dan monitoring motor servo

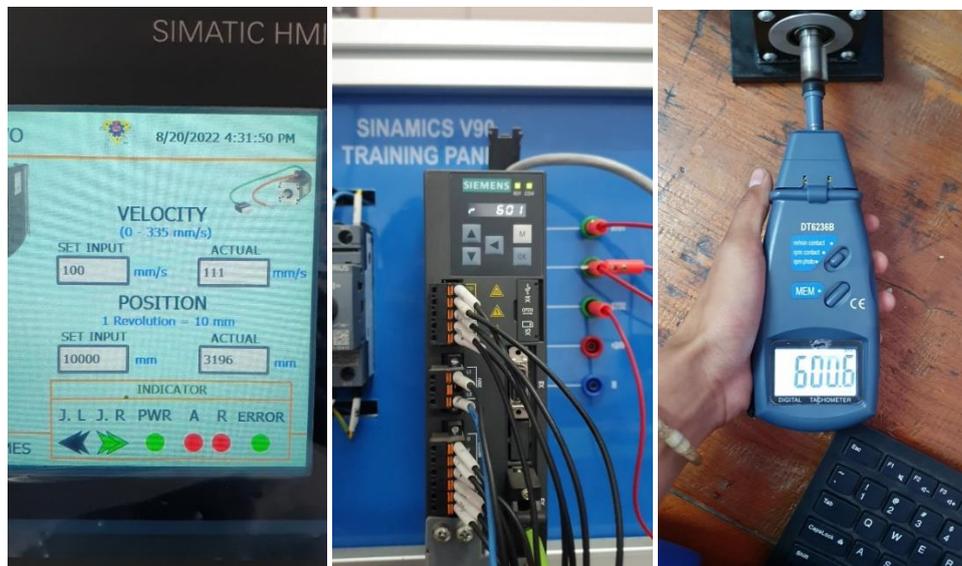
Pengujian sistem kendali dan monitoring kecepatan motor servo dengan HMI dilakukan variasi pada *input* kecepatan yang satuannya adalah mm/s. Dalam pengujian pertama pada *input* kecepatan 50 mm/s yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan *input* dan *output* kecepatan HMI, tampilan kecepatan driver motor dan pengukuran Tachometer pada kecepatan *input* 50 mm/s

Pada hasil pengujian pertama yang ditunjukkan pada Gambar 4 didapatkan hasil konversi kecepatan dari satuan mm/s ke satuan rpm. Pada hasil konversi satuan didapatkan hasil yaitu pada

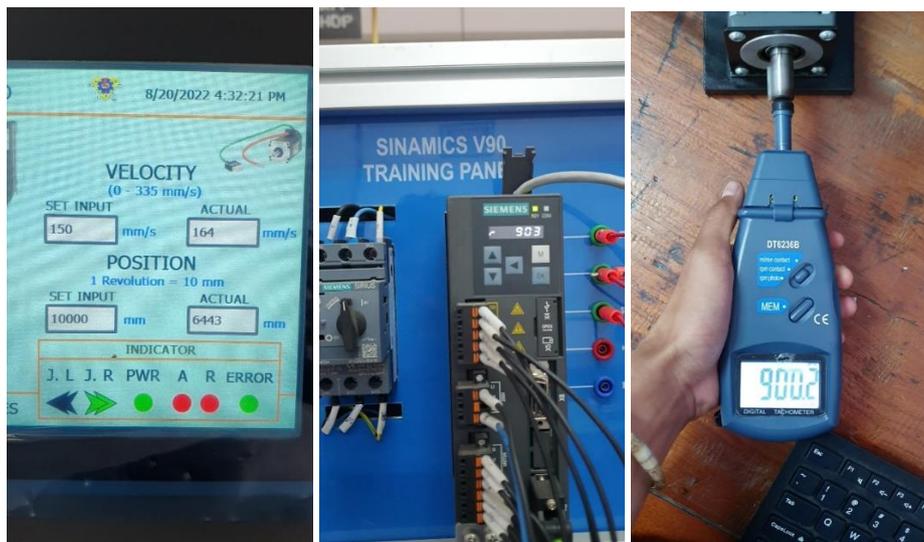
kecepatan 50 mm/s merupakan kecepatan yang sama pada 300 rpm. Hasil monitoring kecepatan pada HMI adalah 55 mm/s yang memiliki selisih perbedaan dengan nilai *input* yang dimasukkan sebesar 5 rpm atau 0.1%, hasil perbedaan ini mungkin bisa diakibatkan dari error sensor saat motor servo berputar dan delay komunikasi antara HMI dan *driver* motor. Untuk satuan rpm yang ditampilkan pada *driver* motor juga terdapat selisih perbedaan dengan tachometer sebesar 4 rpm atau 0.01%, perbedaan ini kemungkinan diakibatkan dari sensor encoder motor sensitif terhadap putaran motor servo.



Gambar 5. Tampilan *input* dan *output* kecepatan HMI, tampilan kecepatan driver motor dan pengukuran Tachometer pada kecepatan *input* 100 mm/s

Pada pengujian kedua yang tunjukan pada Gambar 5 dengan kecepatan *input* 100 mm/s didapatkan hasil monitoring pada HMI sebesar 111 mm/s, pada kecepatan 100 mm/s sama dengan kecepatan 600 rpm yang ditampilkan pada *driver* motor dan tachometer. Untuk perbedaan nilai yang diinputkan dan yang dimonitoring memiliki selisih error sebesar 11 rpm atau 0.11%.. Pada pengujian ini hasil yang didapatkan masih menunjukan nilai yang mendekati antara tampilan HMI dan *driver* motor.

Selanjutnya dilakukan pengujian ketiga dengan kecepatan *input* sebesar 150 mm/s. Pada pengujian ini didapatkan hasil monitoring pada HMI sebesar 164 mm/s, hasil antara *input* dan monitoring memiliki selisih error sebesar 14 rpm atau 0.09%. Pada kecepatan 150 mm/s memiliki persamaan kecepatan sebesar 900 rpm yang ditampilkan pada *driver* motor dan yang terukur pada tachometer, dari hasil monitoring kecepatan rpm terdapat selisih error sebesar 3 rpm atau 0.003%. Hasil pengujian ketiga bisa dilihat pada Gambar 6.



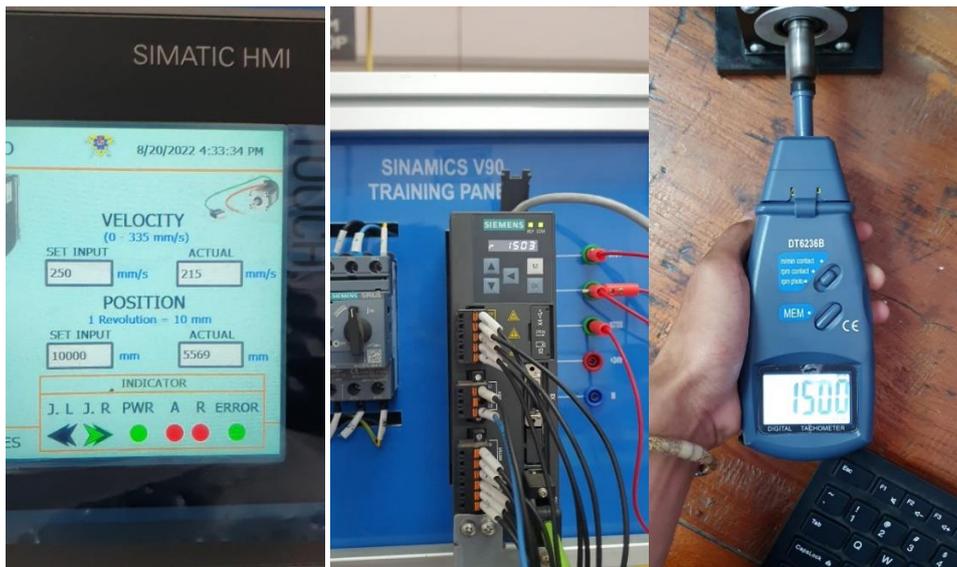
Gambar 6. Tampilan *input* dan *output* kecepatan HMI, tampilan kecepatan driver motor dan pengukuran Tachometer pada kecepatan *input* 150 mm/s



Gambar 7. Tampilan *input* dan *output* kecepatan HMI, tampilan kecepatan driver motor dan pengukuran Tachometer pada kecepatan *input* 200 mm/s

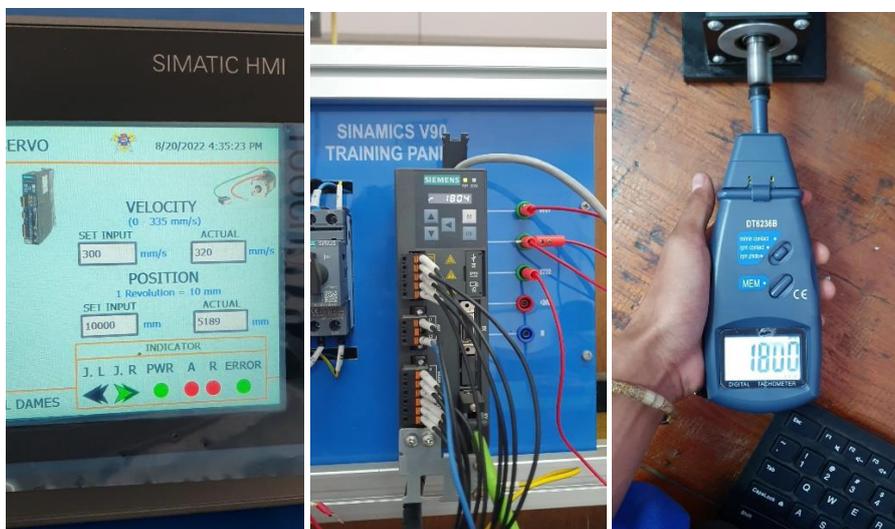
Pada pengujian keempat yang ditunjukkan pada Gambar 7 dengan kecepatan *input* sebesar 200 mm/s atau sebesar 1200 rpm didapatkan hasil monitoring kecepatan motor servo pada HMI sebesar 215 mm/s, hasil ini terdapat selisih sebesar 15 mm/s atau 0.075%. Sedangkan pada tampilan kecepatan pada *driver* motor menampilkan kecepatan sebesar 1201 sama seperti apa yang diukur oleh tachometer.

Selanjutnya pengujian kelima yang bisa dilihat pada Gambar 8 dengan kecepatan *input* sebesar 250 mm/s, hasil monitoring yang ditampilkan pada HMI sebesar 215 mm/s dengan nilai yang berbeda maka terdapat selisih sebesar 35 mm/s atau 0.14%. Percobaan kelima ini merupakan percobaan yang memiliki selisih terbesar antara *input* dan tampilan monitoring HMI, selisih besar ini kemungkinan terdapat delay komunikasi antara HMI dan *driver* motor. Untuk tampilan kecepatan pada *driver* motor sebesar 1503 rpm yang memiliki selisih dengan tachometer sebesar 3 rpm atau 0.002%.



Gambar 8. Tampilan *input* dan *output* kecepatan HMI, tampilan kecepatan driver motor dan pengukuran Tachometer pada kecepatan *input* 250 mm/s

Untuk pengujian keenam sebagai pengujian terakhir dengan *input* kecepatan sebesar 300 mm/s didapatkan hasil monitoring kecepatan pada HMI sebesar 320 mm/s, hasil tersebut memiliki selisih sebesar 20 mm/s atau 0.06%. Pada kecepatan 300 mm/s bisa disamakan dengan kecepatan 1800 rpm yang diukur dengan tachometer dan untuk tampilan *driver* motor sebesar 1804 rpm, perbedaan nilai kecepatan rpm memiliki selisih sebesar 4 rpm atau 0.002%.



Gambar 9. Tampilan *input* dan *output* kecepatan HMI, tampilan kecepatan driver motor dan pengukuran Tachometer pada kecepatan *input* 300 mm/s

Dari keenam pengujian kendali dan monitoring kecepatan motor servo menggunakan HMI didapatkan beberapa hasil data untuk mengendalikan dan memonitoring motor servo yang di tampilkan oleh HMI, *driver* motor dan tachometer sebagai validitas data kecepatan. Agar data dapat dilihat dengan jelas maka hasil data pengujian diuraikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Alat

Kecepatan <i>Input</i> (mm/s)	Data Monitoring Kecepatan HMI (mm/s)	Data Tampilan Kecepatan <i>driver</i> Motor (rpm)	Data Alat Ukur (rpm)
50	55	304	300
100	111	601	600
150	164	903	900
200	215	1201	1201
250	215	1503	1500
300	320	1804	1800

Dari data yang diuraikan pada Tabel 1 dapat dianalisa bahwa data kecepatan yang ditampilkan pada HMI saat motor servo berputar sudah mendekati dengan kecepatan *input* yang dikendalikan oleh penguji. Untuk perbandingan data yang lain dimana satuan kecepatan mm/s bisa dilihat dalam bentuk satuan kecepatan rpm, dari hasil pengujian didapati bahwa setiap kelipatan satuan 50 mm/s berarti sama dengan kelipatan kecepatan 300 rpm. Hasil perbandingan kecepatan rpm yang ditampilkan oleh *driver* motor sudah mendekati dengan alau ukur tachometer, dengan ini didapati encoder pada motor servo sudah bekerja dengan sangat baik. Perbedaan data disetiap pengukuran mungkin disebabkan oleh keadaan motor servo yang sebelumnya jarang dipakai dan terjadi delay komunikasi antara HMI dengan *driver* motor yang mengontrol motor servo untuk berputar.

KESIMPULAN

Perancangan sistem kendali dan monitoring kecepatan motor servo berbasis HMI juga dikontrol melalui PLC dan *driver* motor servo. Sistem ini dirancang menggunakan PLC siemens S7 1200 1215 DC/DC/DC dengan *interface* HMI KTP700 comfort untuk mengendalikan *driver* motor servo Sinamics V90 dengan motor servo dengan tipe Simotics S-1FL6. Pada HMI dapat memberikan *input* kecepatan motor servo dengan satuan kecepatan mm/s dan untuk memonitoring kecepatan motor servo berputar HMI juga dapat menampilkannya secara *real time*. Satuan kecepatan rpm juga dapat dilihat melalui tampilan layar yang terdapat pada *driver* motor servo. Pada pengujian kendali dan monitoring kecepatan motor servo digunakanlah tachometer untuk validitas data. Pengujian dilakukan sebanyak enam kali pengujian dengan kecepatan kelipatan 50 mm/s yang diawali dari 50 mm/s dan diakhiri dengan 300 mm/s. Hasil data yang didapat adalah kendali dan monitoring kecepatan motor servo menggunakan HMI dapat berjalan dengan baik dibuktikan dengan sampel data yang menampilkan bahwa kecepatan motor servo yang tampil mendekati dengan kecepatan yang telah dimasukkan oleh penguji dan sekaligus tampilan data yang dihasilkan oleh alat ukur tachometer. Dengan adanya pengujian alat dan mendapatkan hasil data membuktikan bahwa alat kendali dan monitoring kecepatan motor servo berbasis HMI telah sukses dalam pengendalian dan memonitor motor servo secara *real time* dan akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Danuri, "Development and Transformation of Digital Technology," *Infokam*, vol. XV, no. II, pp. 116–123, 2019.
- [2] S. Hasibuan, "Pengembangan Trainer Kit Motor Servo Sebagai Media Pada Mata Pelajaran Piranti Sensor dan Aktuator di Jurusan Teknik Otomasi Industri 2020/2021." UNIMED, 2021.
- [3] D. Darmawis, "Penerapan Forward Kinematic Pada Pergerakan Robot Industri Dalam Proses Pick And Place Box Pada Conveyor Menggunakan Human Machine Interface (HMI)." Universitas Mercu Buana Jakarta, 2021.
- [4] H. M. Saputra, "Rancang Bangun Umpan Balik Eksternal Untuk Kendali Sudut Motor Servo Berbasis Arduino," no. May 2017, 2016, doi: 10.37209/jtbbt.v6i2.68.
- [5] S. Pakpahan, *Kontrol Otomatik Teori dan Penerapan*. Jakarta: Penerbit Erlangga, 1988.
- [6] W. Bolton, *Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol*. 2006.

-
- [7] A. Hidayatullah, "Sistem Kontrol Elektronik Pada Kendaraan," 2012.
- [8] I. Rifaldo and M. Yuhendri, "Sistem Monitoring Kecepatan Motor Induksi Dengan HMI Berbasis PLC," *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 3, no. 2, pp. 319–325, 2022.
- [9] D. Kumar, "PLC Based Monitoring & Protection of 3-Phase Induction Motors Against Various Abnormal Conditions," in *2019 2nd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET)*, 2019, pp. 1–6.
- [10] S. J. S. Prasad, "Safe Operation of Induction Motor with Programmable Logic Controller and Human Machine Interface," *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.*, vol. 8, no. 12, 2019.
- [11] D. Upadhyay and S. Sampalli, "SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) systems: Vulnerability assessment and security recommendations," *Comput. Secur.*, vol. 89, p. 101666, 2020.
- [12] M. Ilyas, "Rancang Bangun Otomatis Valve Motor Servo Berbasis PLC Menggunakan Interface HMI Omron." University of Muhammadiyah Malang, 2018.
- [13] G. Sudarto, M. Ma'ruf, and H. O. Kusuma, "Optimasi PLC omron C28H menjadi PLC omron CP1E untuk meningkatkan kualitas praktikum PLC di laboratorium sistem kendali," in *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 2019, vol. 2019, p. 5.
- [14] D. Yuhendri, "Penggunaan PLC Sebagai Pengontrol Peralatan Building Automatis," vol. 3, no. 3, 2018.
- [15] A. Tria Cahyaning, "Human Machine Interface (HMI) Pada Simulasi Pemilahan Barang Berdasarkan Sensor Barang yang Distempel dan Jenis Barang Logam Non Logam Berbasis Programable Logic Controller (PLC) SCHNEIDER MODICON TM221CE16R." undip, 2018.
- [16] N. Y. Putri and R. Mukhaiyar, "Control and Monitoring System Process Handling Production on SMI 4 . 0 Machines using PLC Controller Wirelessly Based on Human Machine Interface," vol. 8, no. 1, pp. 158–168, 2022.