



Akuisisi data kecepatan motor *pneumatic vane* dengan protokol Modbus RTU berbasis PLC

Hasbi Ashshidiqi¹, Toto Tohir^{2*}, Budi Setiadi³, Sudrajat⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung

Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Kab. Bandung Barat, Jawa Barat 40559, Indonesia

¹hasbi.ashshidiqi.toi19@polban.ac.id, ^{2*}toto.tohir@polban.ac.id, ³budi.setiadi@polban.ac.id,

⁴sudrajat@polban.ac.id

ABSTRAK

Pengukuran kecepatan motor *pneumatic vane* dapat dilakukan menggunakan instrumen alat ukur, baik yang menyatu di sistem maupun terpisah. Penggunaan instrumen terpisah dari *plant* kemungkinan akan menimbulkan ketidakakuratan pengukuran khususnya *human and systematic error*. *Human error* akibat ketidakteelitian membaca data dan pencatatan manual, sedangkan *systematic error* akibat spesifikasi instrumen lebih rendah (resolusi), lingkungan, dan metode eksperimen. Penelitian ini mengembangkan dan membuat sistem akuisisi data dengan memanfaatkan fasilitas komunikasi Modbus RTU (*remote terminal unit*) yang sudah tersedia di sistem pengendali PLC eksisting. PLC eksisting (*slave*) ditambahkan Ladder dan pengaktifan pengaturan serial komunikasi menggunakan RS-485. Selanjutnya, dihubungkan ke komputer (*master*) yang sudah ditanam aplikasi *human machine interface* (HMI) dan datanya ditampilkan ke Excel. Proses pengukuran yang ditampilkan dibatasi 25 data dengan waktu *sampling* setiap satu detik. Hasil pengujian menunjukkan keakuratan untuk waktu *sampling* 100% dan keakuratan data 99,79%.

Kata kunci: motor *pneumatic vane*, PLC, Modbus RTU, akuisisi data

ABSTRACT

Measuring the speed of a pneumatic vane motor can be done using measuring instruments, either integrated into the system or separately. The use of instruments separate from the plant is likely to cause measurement inaccuracies, especially human and systematic errors. Human error is due to inaccuracy in reading data and manual recording, while systematic error is due to lower instrument specifications (resolution), environment and experimental methods. This research develops and creates a data acquisition system by utilizing Modbus RTU (remote terminal unit) communication facilities that are already available in the existing PLC control system. The existing PLC (slave) is added with a Ladder and activates serial communication settings using RS-485. Next, it is connected to a computer (master) which has a human machine interface (HMI) application installed and the data is displayed in Excel. The measurement process shown is limited to 25 data with a sampling time every one second. The test results show that the accuracy for the sampling time is 100% and the data accuracy is 99.79%.

Keywords: *pneumatic vane motor, PLC, Modbus RTU, data acquisition*

1. PENDAHULUAN

Sebagian besar proses yang ada di industri membutuhkan sistem pengendali dengan ketelitian dan keamanan yang tinggi, agar menghasilkan sebuah sistem yang memiliki kepresisian dan tingkat keamanan yang tinggi berbasis PLC (*programmable logic controller*). Sistem elektropneumatik merupakan salah satu sistem yang sangat dibutuhkan dalam era otomasi industri [1], [2]. Dalam industri saat ini pengembangan teknologi otomatisasi banyak dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil produksi dengan mempergunakan mesin-mesin yang bekerja secara sistem pneumatik [3]. Sistem pneumatik menggunakan udara terkompresi sebagai sumber tegangannya. Keunggulan dari sistem pneumatik meliputi ketersediaan udara yang tak terbatas, bersih, ramah lingkungan, mempunyai kecepatan yang relatif tinggi dan aman terhadap beban lebih [4]. Pada industri makanan penggunaan motor pneumatik dapat menjaga kebersihan produk makanan yang diproduksi dan juga dapat mencegah kontaminasi bahan pangan [5]. Oleh karena itu, dibutuhkan

pengendalian kecepatan motor pneumatik untuk menghasilkan kecepatan yang stabil tanpa mengabaikan faktor keamanan dan kebersihan.

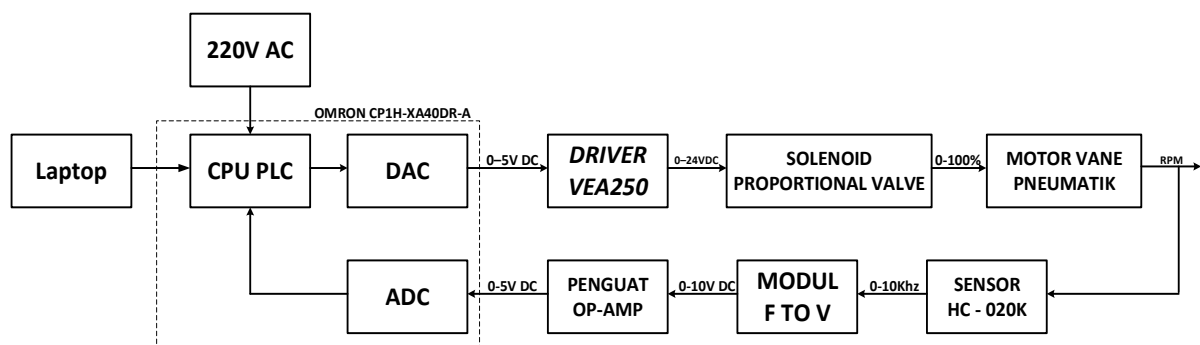
Menurut referensi penggunaan Modbus dalam beberapa industri telah terbukti sangat membantu dalam proses produksi sebuah pabrik. Penelitian yang dilakukan oleh Herath berhasil mengembangkan sistem yang mampu mengambil data dari power meter dan menampilkannya pada komputer menggunakan antarmuka GUI berbasis C#. Sistem ini melakukan pengiriman dan penerimaan data secara real-time sehingga tidak ada jeda antara data yang ada pada *power meter* dengan data yang ada pada komputer [6]. Penelitian yang dilakukan oleh Tabaa menyimpulkan bahwa dengan adanya sistem Modbus, komunikasi antar perangkat yang berbeda merk di industri menjadi lebih mudah. Penggunaan protokol komunikasi Modbus juga membuka peluang bagi industri untuk beradaptasi dengan Revolusi Industri 4.0, di mana sistem industri dapat dikembangkan menjadi sistem nirkabel [7]. Penerapan Modbus dalam penelitian yang dilakukan oleh You dkk menghasilkan sistem bangunan cerdas yang terintegrasi sepenuhnya dengan komputer pusat berbasis Linux. Penelitian tersebut lebih berfokus pada pemantauan suhu dan kelembaban bangunan, serta kemampuan mengontrol beberapa perangkat [8]. Penelitian yang dilakukan oleh Kekre dan rekan-rekannya mengusulkan pengembangan Modbus-TR, yaitu versi Modbus RTU yang telah diperbaiki untuk mengatasi beberapa keterbatasan. Dengan demikian, batasan-batasan yang ada pada Modbus RTU konvensional sejak tahun 1979 dapat diatasi [9]. Selanjutnya, penelitian oleh Phillips menjelaskan tentang kerentanan keamanan sistem SCADA berbasis Modbus terhadap serangan kejahatan siber. Untuk mengatasi hal ini, dikembangkan suatu sistem yang dapat mendeteksi aktivitas mencurigakan atau anomali dalam sistem menggunakan metode *machine learning*. Hasil penelitian ini mampu meningkatkan keamanan sistem SCADA berbasis Modbus [10].

Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan sistem akuisisi data kecepatan motor *pneumatic vane* dengan memanfaatkan protokol komunikasi Modbus RTU yang tersedia di PLC. PLC berfungsi sebagai perangkat *slave* yang akan mengambil data kecepatan motor *pneumatic vane* dan data tersebut akan dikirim melalui komunikasi Modbus RTU ke komputer Master. Data kecepatan motor *pneumatic vane* dapat dimonitor melalui HMI yang diimplementasikan menggunakan Visual Basic dan tampilan pada aplikasi Ms. Excel.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Rancangan Sistem

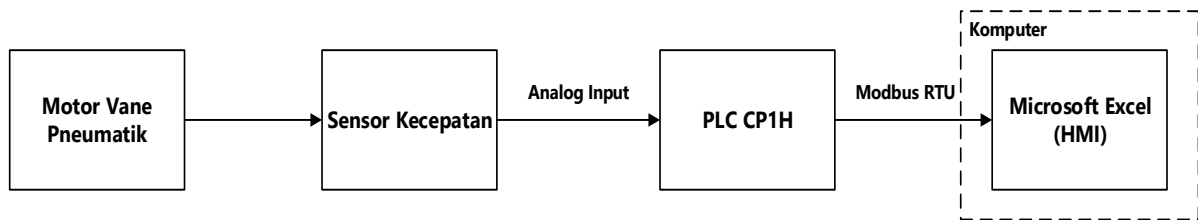
Penggambaran cara kerja dari sistem yang dibangun seperti ditunjukkan pada diagram blok sistem Gambar 1. Sistem kecepatan motor *pneumatic vane* dibangun secara otomatis berbasis PLC OMRON CP1H. Pada sistem ini kecepatan motor *pneumatic vane* dapat dipertahankan pada kecepatan 300 rpm. Kecepatan motor *pneumatic vane* dipengaruhi oleh bukaan katup (%). Bukaan katup meningkatkan sinyal daya blok driver VEA250 dari 0-5V DC menjadi 0-24V DC melalui pengendali *fuzzy*. Sensor kecepatan HC-020K mendeteksi piringan dengan satu lingkaran berdiameter 90 milimeter dan 60 lubang dalam sistem *closed-loop*. Melalui modul frekuensi ke tegangan, sensor menghasilkan pulsa frekuensi dan diubah menjadi tegangan analog 0-5V DC. Sebagai umpan balik untuk kendali *fuzzy*, rangkaian penguat OP-AMP menguatkan tegangan tersebut. Akan tetapi, penelitian ini berfokus pada akuisisi data kecepatan menggunakan komunikasi Modbus RTU.



Gambar 1. Diagram blok sistem keseluruhan

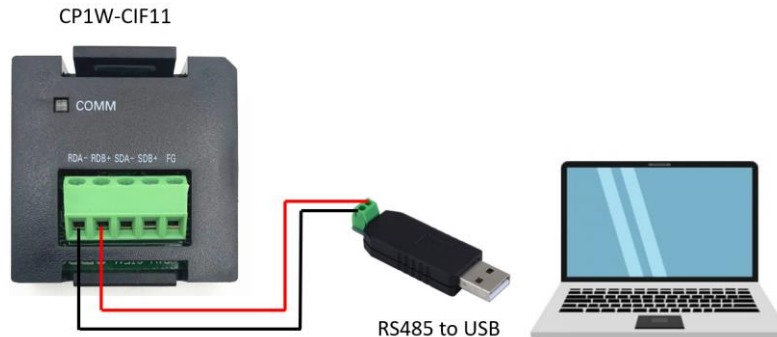
2.2 Rancangan Komunikasi

Penggambaran komunikasi antara PLC dan komputer yang dibangun seperti ditunjukkan pada diagram blok sistem komunikasi Gambar 2. Motor *pneumatic vane* berputar berdasarkan perubahan laju aliran udara dari kompresor yang diatur melalui bukaan-tutupan *proportional valve*. Untuk melihat kecepatannya, motor *pneumatic vane* dikopel dengan sensor kecepatan dan dikeluarkan dalam bentuk sinyal tegangan 0V-5V. Sinyal tegangan dari hasil pembacaan kecepatan, selanjutnya dibaca input analog PLC CP1H dan dikonversi menjadi nilai numerik dengan resolusi 6000. Selanjutnya melalui modul RS-485 di PLC, data pembacaan nilai analitik analog dan kecepatan dikirimkan ke HMI (Komputer) menggunakan protokol Modbus RTU dan ditampilkan dalam bentuk grafik serta tabel Excel (dibatasi 25 data, ketika sudah lebih maka otomatis data yang terakhir masuk akan terhapus).



Gambar 2. Diagram blok sistem komunikasi

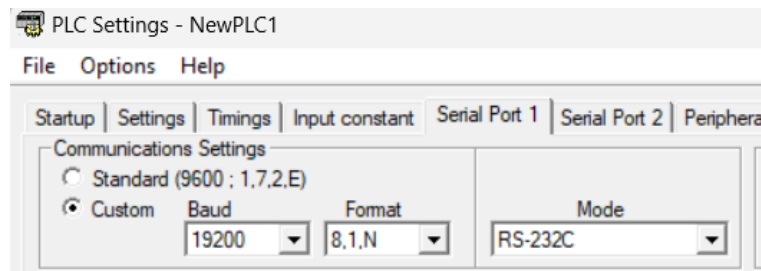
Penggambaran wiring rangkaian komunikasi modul RS-485 dengan protokol Modbus RTU seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Modul RS-485 yang digunakan disesuaikan dengan PLC, yaitu tipe CP1W-CIF11 dengan protokol modbus RTU. Dikarenakan komunikasi di komputer yang tersedia serial asinkron (com, tipe USM). Modul RS-485 sebelum dihubungkan ke komputer, terlebih dahulu dilewatkan ke konverter USB-RS485. Dan standar RS-485 ini merupakan komunikasi *half-duplex*, maka yang digunakan hanya 2 pin, yaitu RDA- dan RDB+.



Gambar 3. Rangkaian komunikasi Modbus RTU

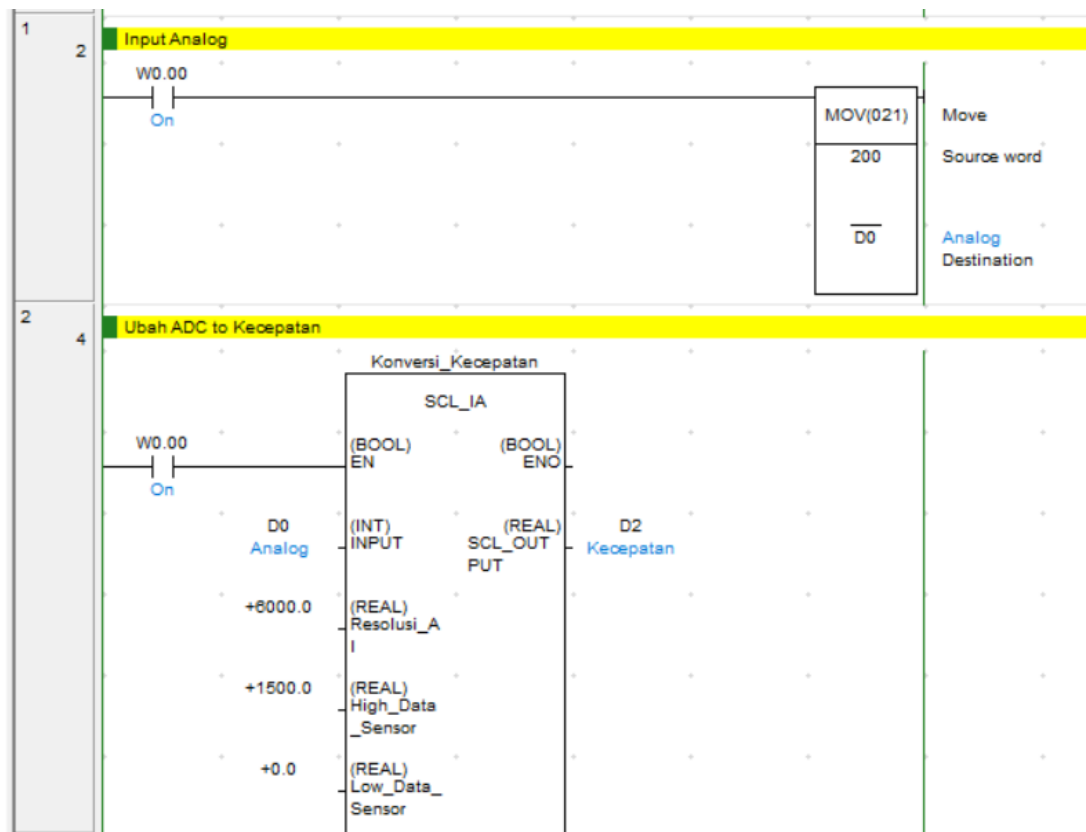
2.3 Program PLC

Modul RS-485 yang terpasang di PLC untuk dapat berkomunikasi dengan protokol Modbus RTU. Selain dilakukan konfigurasi secara perangkat keras perlu dilakukan konfigurasi secara program. PLC CP1H perlu dikonfigurasi pada perangkat lunak CX-Programmer. Gambar 4 menunjukkan parameter komunikasi modbus RTU pada CX- Programmer. Pengaturan parameter ini nanti perlu disamakan dengan pengaturan yang ada pada perangkat lunak OPC IOserver.



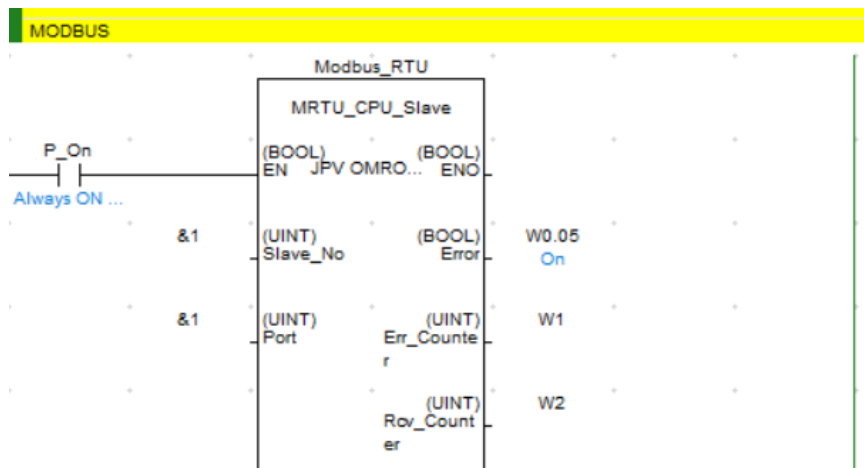
Gambar 4. Parameter komunikasi Modbus RTU

Pembacaan kecepatan dari sensor dibuat program pembacaan kecepatan pada Cx – Programmer dengan instruksi MOV dan alamat input analog yang digunakan yaitu CPIO 200, seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Selain membaca PLC digunakan untuk mengolah data, hasil dari pembacaan input analog diolah menggunakan persamaan interpolasi. Pada program dibuat pada fungsi *function block*. Hasil pengolahan interpolasi berupa nilai kecepatan *penuamtic vane* disimpan pada internal memori D2, sedangkan nilai analitik analog disimpan pada internal memori D0.



Gambar 5. Program pembacaan sensor kecepatan

PLC Omron memiliki dua jenis program Modbus RTU yaitu Modbus RTU *slave* dan Modbus RTU *master*. Pada skema sistem akuisisi data kali ini digunakan skema Modbus RTU *slave* seperti ditunjukkan pada program Gambar 6. Pemilihan Modbus RTU *slave* dikarenakan data awal berada pada PLC kemudian data tersebut dikirim menuju komputer. Program Modbus pada PLC Omron CP1H sudah tersedia dan dapat langsung dipakai dalam bentuk *Function block diagram* (FBD).



Gambar 6. Program Modbus RTU *slave*

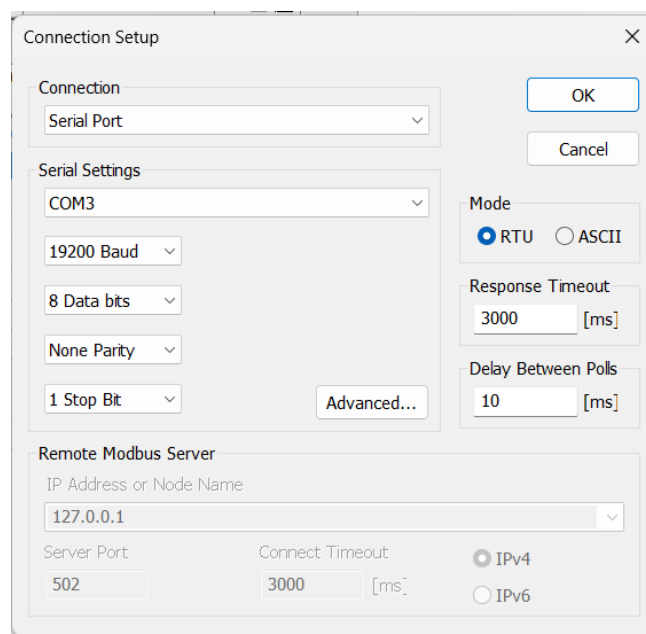
2.4 Perancangan HMI

Tampilan data yang telah diakuisisi program aplikasi Visual Basic dikirim ke perangkat lunak Ms. Excel untuk menyajikan nilai kecepatan motor *pneumatic vane* dan analitik analog. Selanjutnya dapat ditampilkan dalam bentuk grafik maupun bentuk tabel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Komunikasi

Pengujian komunikasi PLC Omron CP1H dengan komputer *master* dilakukan untuk membuktikan bahwa data dari PLC dapat diterima oleh komputer *master*. Pengujian awal dilakukan dengan menggunakan perangkat IO Server (*open source*) dengan pengaturan parameter komunikasi seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Parameter komunikasi Modbus RTU

Parameter yang diatur harus sesuai dengan parameter yang diprogram pada perangkat lunak Cx-Programmer. Perangkat ini menggunakan serial port untuk berkomunikasi dan memiliki 8 data bit. Kecepatan *baudrate*-nya 19200, dan tipe *parity*-nya *none* dengan 1 stop bit. *Slave ID* PLC Omron diatur menjadi *slave* satu.

Pada aplikasi IOserver, register kecepatan yang digunakan adalah 40003 karena data kecepatan yang disimpan pada PLC yaitu pada internal memori D2 maka register pada IOserver harus naik satu angka dari register PLC. Untuk angka empat diawal register mewaliki tipe register yaitu menggunakan tipe *Read Holding Registers*. Hasil dari pengujian data nilai kecepatan dapat diakuisisi oleh perangkat lunak IOserver pada kecepatan 305 rpm seperti ditunjukkan pada Gambar 8.

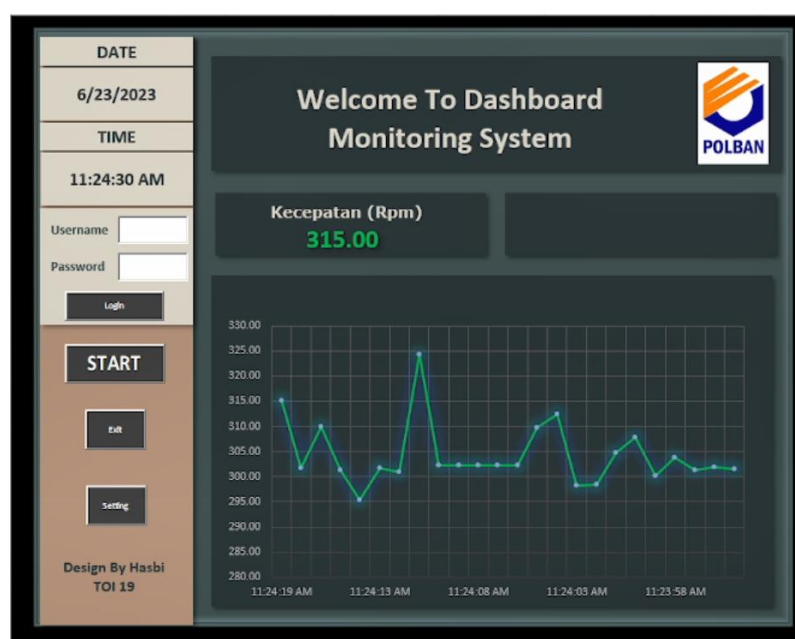
ItemID	Type	Raw Type	Value	Time Stamp
Device1.40002,R4	R4	R4	305	2023 07 05 11:30:27.0345312

Gambar 8. Pengujian akuisisi data pada IOserver

3.2 Pengujian HMI

Setelah data dapat diterima oleh OPC IOserver, selanjutnya data akan dikirim menuju HMI yaitu perangkat lunak VB-Microsoft Excel. Komunikasi antara OPC dengan VB-Microsoft Excel menggunakan fungsi *Dynamic Data Exchange* (DDE) yang sudah terdapat pada Microsoft Excel. DDE sendiri merupakan komunikasi yang digunakan untuk saling menggunakan memori untuk bertukar data antara aplikasi. Hasil dari pengujian seperti ditunjukkan pada Gambar 9 dan Tabel 1.

Gambar 9 menunjukkan tampilan HMI yang telah dibuat menggunakan Visual Basic. Pada tampilan tersebut, terdapat data kecepatan (RPM) dalam bentuk angka dan grafik. Kemudian terdapat pula waktu secara *real-time* dan tombol *start*, *exit*, *setting*, dan *login*. Tabel 1 menunjukkan data akuisisi hasil pengujian berupa sampling waktu dan data. Data hasil pengujian terdapat 2 jenis, yaitu data asli hasil pembacaan PLC sensor analog pada alamat CPIO 200 dan data hasil interpolasi yang dikirimkan ke HMI berupa kecepatan. Interpolasi yang digunakan adalah linier dengan melibatkan tiga variabel tegangan, RPM, dan resolusi. *Range* nilai tegangan yang digunakan 0V sampai 5V, RPM dari 0 sampai 600, dan resolusi dari 0 sampai 6000. *Sampling* data kecepatan diambil setiap satu detik sekali. Data yang tersimpan pada tabel Excel hanya mencapai 25 data, ketika data kecepatan sudah mencapai 25 data dan terdapat data kecepatan baru yang diterima, maka data kecepatan paling akhir (ke-25) akan hilang dan seterusnya.



Gambar 9. Hasil pengujian pada HMI

Tabel 1. Hasil pengujian akuisisi data

Row Id	Data Pengukuran HMI			Data pembacaan PLC	Kesalahan	
	Date	Time	Kecepatan 0-600 (Rpm)	Analitik (Resolusi 6000)	$Em= EA-ER $	$\%E=(Em/ER) \times 100$
1	6/23/2023	11:23:52 AM	299,70	2997	0	0
2	6/23/2023	11:23:51 AM	302,67	3026	0,7	0,231274986
3	6/23/2023	11:23:50 AM	298,17	2981	0,7	0,234765402
4	6/23/2023	11:23:49 AM	307,08	3070	0,8	0,260518432
5	6/23/2023	11:23:48 AM	303,39	3033	0,9	0,296647879
6	6/23/2023	11:23:47 AM	310,32	3132	0,2	0,638569604
7	6/23/2023	11:23:46 AM	308,88	3088	0,8	0,259000259
8	6/23/2023	11:23:45 AM	302,13	3021	0,3	0,099295005
9	6/23/2023	11:23:44 AM	311,94	3119	0,4	0,128229788
10	6/23/2023	11:23:43 AM	308,97	3089	0,7	0,226559213
11	6/23/2023	11:23:42 AM	308,25	3082	0,5	0,162206002
12	6/23/2023	11:23:41 AM	308,34	3083	0,4	0,129726925
13	6/23/2023	11:23:40 AM	303,93	3039	0,3	0,098706939
14	6/23/2023	11:23:39 AM	304,29	3042	0,9	0,295770482
15	6/23/2023	11:23:38 AM	304,38	3043	0,8	0,262829358
16	6/23/2023	11:23:37 AM	311,67	3116	0,7	0,224596528
17	6/23/2023	11:23:36 AM	306,99	3069	0,9	0,293169159
18	6/23/2023	11:23:35 AM	311,04	3110	0,4	0,128600823
19	6/23/2023	11:23:34 AM	311,04	3110	0,4	0,128600823
20	6/23/2023	11:23:33 AM	307,89	3078	0,9	0,292312189
21	6/23/2023	11:23:32 AM	303,66	3036	0,6	0,197589409
22	6/23/2023	11:23:31 AM	308,79	3087	0,9	0,291460216
23	6/23/2023	11:23:30 AM	306,36	3063	0,6	0,195848022
24	6/23/2023	11:23:29 AM	313,65	3136	0,5	0,159413359
25	6/23/2023	11:23:28 AM	310,50	3105	0	0
Rata-rata kesalahan						0.209427632

4. KESIMPULAN

Pemanfaatan modul RS-485 pada PLC dengan protokol modbus RTU menghasilkan pencatatan yang akurat. Waktu pencatatan dengan *sampling* setiap detik menghasilkan akurasi benar 100%. Sedangkan kesalahan rata-rata untuk setiap 25 sampel adalah 0,209%. Pengembangan selanjutnya dapat dilakukan pada sistem *database* dan data *logger*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas pendanaan bantuan Tugas Akhir dari Politeknik Negeri Bandung untuk anggaran tahun 2023.

REFERENSI

- [1] N. Nuryanti, R. Ridwan, and H. Rudiansyah, "Pengembangan Alat Pengajaran Kontrol Elektropneumatik Portabel Berstandar Industri," *Pros. SEMNASTERA (Seminar Nas. Teknol. dan Ris. Ter., no. September, pp. 45–52, 2019.*

-
- [2] W. J. Zhang, F. Zhang, J. Zhang, J. Zhang, and J. Zhang, "Application of PLC in Pneumatic Measurement Control System," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 452, no. 4, 2018.
 - [3] S. Wahyuni, "Penggunaan Festo Fluidsim Sebagai Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X Pelajaran Dasar Listrik Dan Elektronika Di Smk Negeri 2 Banda Aceh," *CIRCUIT J. Ilm. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 3, no. 2, p. 123, 2019.
 - [4] Purnawan, "Efektifitas Trainer Pneumatik Sebagai Media," *Jur. Pendidik. Tek. Mesin FPTK UPI*, vol. VIII, no. 1, pp. 46–57, 2012.
 - [5] B. Suhardi, M. Kadita, and P. W. Laksono, "Perbaikan Proses Produksi Dengan Standar Cara Produksi Pangan Yang Baik (Cpbb) Dan Work Improvement in Small Enterprise (Wise) Pada Industri Kerupuk Sala," *Simetris J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 1, pp. 579–586, 2018.
 - [6] H. M. K. K. M. B. Herath, S. V. A. S. H. Ariyathunge, and H. D. N. S. Priyankara, "Development of a Data Acquisition and Monitoring System Based on MODBUS RTU Communication Protocol," *Int. J. Innov. Sci. Res. Technol.*, vol. 5, no. 6, pp. 433–440, 2020.
 - [7] M. Tabaa, B. Chouri, S. Saadaoui, and K. Alami, "Industrial Communication based on Modbus and Node-RED," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 130, pp. 583–588, 2018.
 - [8] W. You and H. Ge, "Design and Implementation of Modbus Protocol for Intelligent Building Security," *Int. Conf. Commun. Technol. Proceedings, ICCT*, pp. 420–423, 2019.
 - [9] A. M. Kekre and A. Kothari, "MODBUS-TR: Advanced MODBUS-RTU Protocol for IoT with Auto-discovery and Triggers," *Wirel. Pers. Commun.*, vol. 125, no. 3, pp. 2769–2780, 2022.
 - [10] B. Phillips, E. Gamess, and S. Krishnaprasad, "An evaluation of machine learning-based anomaly detection in a scada system using the modbus protocol," *ACMSE 2020 - Proc. 2020 ACM Southeast Conf.*, pp. 188–196, 2020.