

PERANCANGAN SISTEM KOMUNIKASI PLC DENGAN RASPBERRY PI VIA PROTOKOL MODBUS

DESIGN OF PLC COMMUNICATION SYSTEMS WITH RASPBERRY PI VIA MODBUS PROTOCOL

Reka Amaliawati¹, Agung Surya Wibowo², Muhammad Ary Murti³

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹rekaamalia@student.telkomuniversity.ac.id, agungsw@telkomuniversity.ac.id,

³arymurti@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Seiring dengan perkembangan internet, teknologi dalam dunia industri juga berkembang dengan cepat dan pesat. *Programmable Logic Controller* (PLC) adalah sebuah pengendali digital pengganti relay yang terdiri dari *Central Processing Unit* (CPU), *Programming Memory* (PM), *Programming Device* (PD), modul *input output* dan unit catu daya. PLC sering dipilih sebagai pengendali digital di industri. Namun *monitoring device* di industri masih manual dan hanya dapat dikerjakan di area industri. Untuk itu *monitoring device* dan kontrol jarak jauh dibutuhkan sebuah perangkat antarmuka pengguna atau yang disebut *user interface*.

Pada tugas akhir ini akan dirancang *user interface* dalam *monitoring device* jarak jauh dengan menggunakan Raspberry Pi sebagai media pembaca data memori PLC dan mengirimkan data Raspberry Pi ke *cloud* internet ANTARES sebagai server dan untuk kontrol pada *device* dapat melalui Raspberry Pi. Protokol komunikasi yang digunakan adalah protokol MODBUS RTU, sebagai media pengiriman dan komunikasi data dari PLC ke Raspberry Pi.

Adapun hasil tugas akhir ini yaitu berhasil mengkomunikasikan Raspberry Pi B 3+ dengan PLC SIEMENS S7-200 menggunakan protokol MODBUS RTU sebagai media komunikasi. Untuk pengujian baudrate 9600 bps, 19200 bps, 38400 bps, 57600 bps, dan 115200 bps menghasilkan rata-rata waktu tertinggi 0,0009336 *second* pada waktu proses pencarian *device*, rata-rata waktu terendah 0,025 *second* pada proses pembacaan data memori dan *input/output* dan rata-rata waktu tertinggi untuk proses penulisan data pada Raspberry Pi yaitu 2,16475 *second*. Untuk hasil pengujian banyak data memori dan *input/output* yang dibaca oleh Raspberry Pi menghasilkan rata-rata tertinggi 0,02653 *second* pada proses pembacaan data memori dan *input/output* dan pada proses pengiriman data ke ANTARES menghasilkan rata-rata tertinggi 0,5221 *second*. Dan pengujian keseluruhan sistem tidak terdapat *error* pada proses pengiriman data, data 100% terbaca oleh Raspberry Pi.

Kata Kunci : *Cloud* Internet ANTARES, PLC, Raspberry Pi, Protokol MODBUS RTU

Abstract

Along with the development of the internet, technology in the industrial world is also developing rapidly and rapidly. Programmable Logic Controller (PLC) is a relay replacement digital controller consisting of a Central Processing Unit (CPU), Programming Memory (PM), Programming Device (PD), input-output module, and power supply unit. PLCs are often chosen as digital controllers in the industry. However, device monitoring in the industry is still manual and can only be done in industrial areas. For that, device monitoring and the remote control requires a user interface device or what is called a user interface.

In this final project, a user interface will be designed in remote device monitoring using the Raspberry Pi as a PLC memory data reader media and sending Raspberry Pi data to the ANTARES internet cloud as a server and for control can be done on the Raspberry Pi. The communication protocol used is the MODBUS RTU protocol, as a medium for sending and communicating data from the PLC to the Raspberry Pi.

The results of this final project are the success in communicating the Raspberry Pi B 3+ with the SIEMENS S7-200 PLC using the MODBUS RTU protocol as a communication medium. For testing the baud rate of 9600 bps, 19200 bps, 38400 bps, 57600 bps, and 115200 bps, the highest average time

was 0.0009336 second during the device search process, the lowest average time was 0.025 second in the process of reading memory data and input/output. and the highest average time for the process of writing data on the Raspberry Pi is 2.16475 seconds. For the test results, a lot of memory data and input/output read by the Raspberry Pi produced the highest average of 0.02653 seconds in the process of reading memory data and input/output and in the process of sending data to ANTARES the highest average was 0.5221 seconds And testing the whole system there were no errors in the data transmission process, the data was 100% readable by the Raspberry Pi.

Keywords: Cloud Internet ANTARES, PLC, Raspberry Pi, MODBUS RTU Protocol.

1. Pendahuluan

Dalam dunia industri saat ini teknologi terus berkembang dengan cepat dan pesat. *Programmable Logic Controller* (PLC) sering dipilih menjadi pengendali digital yang terdapat di industri. PLC dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian relay sekuensial dalam sistem kendali di industri. Sistem PLC mengintegrasikan berbagai macam komponen yang berdiri sendiri menjadi suatu sistem kendali terpadu dan dengan mudah merenovasi tanpa harus mengganti semua instrumen yang ada [1]. Dalam proses industri, *monitoring* terhadap mesin industri harus dilakukan setiap saat agar bisa meningkatkan hasil produksi. Menurut [2] kendala yang ada sekarang kemampuan *monitoring* yang selama ini hanya dapat diakses dilingkungan pabrik saja.

Terdapat metode pemrograman yang dilakukan oleh PLC agar dapat beroperasi. Metode pemrograman tersebut adalah *ladder diagram*, *function block diagram*, *structure text*, *instruction list/statement list* [3]. Metode yang umum yang digunakan untuk pemrograman antara lain metode *ladder diagram* dan *function blok diagram*. Setiap peralatan *input* atau *output* yang terhubung pada I/O PLC mempunyai alamat yang spesifik. Program yang dijalankan PLC membaca data pada *input*, memproses data tersebut, lalu memberikan data ke alamat *output* [2].

Pada saat ini, PLC sudah didukung oleh modul-modul komunikasi data seperti Ethernet, RS232, RS422, RS485 dan port USB untuk berkomunikasi dengan perangkat lainnya. Port serial RS485 merupakan salah satu komunikasi yang dapat digunakan untuk menghubungkan peralatan dalam suatu jaringan komunikasi serial. Pada komunikasi data ini terdapat protokol MODBUS yang dapat membantu untuk komunikasi data antar PLC berbagai merk dengan perangkat lain yang menggunakan port serial RS485.

Komunikasi melalui RS485 ini dapat dibuat menggunakan mini komputer salah satunya menggunakan Raspberry Pi yang merupakan mini komputer dengan OS linux [2]. Oleh karena itu, diperlukan suatu perancangan sistem *monitoring plant* yang dikendalikan PLC menggunakan Raspberry Pi sebagai media untuk pembacaan data memori PLC. Penggunaan Raspberry Pi dihubungkan dengan server agar bisa mengirim data via protokol MODBUS untuk *monitoring plant* yang dilakukan secara praktis dan setiap saat. Dengan *monitoring plant* melalui komunikasi data PLC dengan Raspberry Pi via protokol MODBUS, maka *monitoring plant* dapat dilakukan dari jarak jauh tanpa harus mendatangi tempat produksi hal ini dapat menguntungkan pengguna karena lebih hemat tenaga dan biaya.

2. Dasar Teori

2.1 PLC (*Programmable Logic Controller*)

Programmable Logic Controller (PLC) adalah sebuah *Industrial komputer* yang dapat mengatur *device* seperti limit *switch*, sensor *proximity*, dan lainnya. PLC tercipta karena kebutuhan industri untuk mengganti elektromagnetik *relay*, *mechanical timer*, dan *counter*. PLC telah didesain sedemikian rupa sehingga dapat bekerja dalam kondisi industri dengan aman [2]. Layaknya sebuah komputer, PLC dapat diprogram sesuai kebutuhan industri sehingga memberikan fleksibilitas lebih. Hal-hal tersebut menyebabkan PLC banyak digunakan sebagai alat kendali utama pada industri.

2.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah komputer berukuran kartu kredit yang dihubungkan ke monitor komputer atau TV, dan menggunakan *keyboard* dan *mouse* standar. Perangkat ini mampu melakukan semua yang diharapkan dari komputer desktop, mulai dari menjelajah internet dan memutar video definisi tinggi, hingga membuat *spreadsheet*, pemrosesan kata, dan bermain *game* [4]. Raspberry Pi memiliki 4 port USB yang dapat digunakan untuk terhubung ke perangkat lain. Meskipun tidak secepat Komputer Desktop pada umumnya, adanya konektivitas WiFi membuat Raspberry Pi dapat digunakan pada proyek IoT berskala kecil maupun besar.

2.3 Komunikasi Serial

Komunikasi serial adalah salah satu metode komunikasi data dimana hanya satu bit data yang dikirim melalui sebuah kabel pada suatu waktu tertentu [5]. Pada komunikasi antar PLC dengan Raspberry Pi menggunakan komunikasi asinkron. Komunikasi antar perangkat mempunyai beberapa parameter penting. Salah satunya adalah

kecepatan dalam mengirim data atau yang disebut *data transfer rate*. *Data transfer rate* adalah data transfer kecepatan transfer data pada komunikasi data serial dalam satuan bit/detik.

2.4 Protokol MODBUS

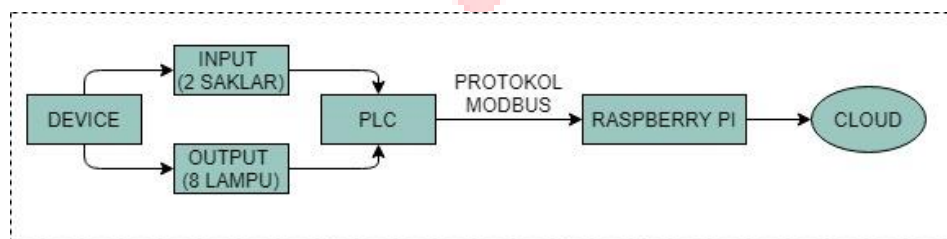
MODBUS adalah protokol komunikasi serial yang diterbitkan oleh modicon pada tahun 1979 untuk diaplikasikan pada *Programmable Logic Controller* (PLC). Protokol ini telah menjadi standar protokol komunikasi di industri, dan sekarang MODBUS merupakan protokol komunikasi dua arah yang paling umum digunakan sebagai media penghubung dengan perangkat industri atau media elektronik lainnya dengan komputer [6]. secara sederhana, MODBUS merupakan metode yang digunakan untuk mengirim data atau informasi melalui *port serial* (RS232/RS485) atau *ethernet* (TCP/IP) antar perangkat elektronik.

2.5 Platform ANTARES

Platform Application and Technology Platform as your Reliable Solution (ANTARES) adalah *platform* IoT yang dikembangkan oleh PT Telekomunikasi Indonesia Tbk, khususnya bidang *Infrastructure Reseach and Strandardization* (IRS) Divisi *Digital Service*. ANTARES merupakan *platform* horizontal berbasis *open oneM2M* dengan standard M2M. *Machine to Machine* (M2M) merupakan teknologi nirkabel berbasis *cloud* [7].

3. Perancangan Sistem

3.1 Desain Sistem



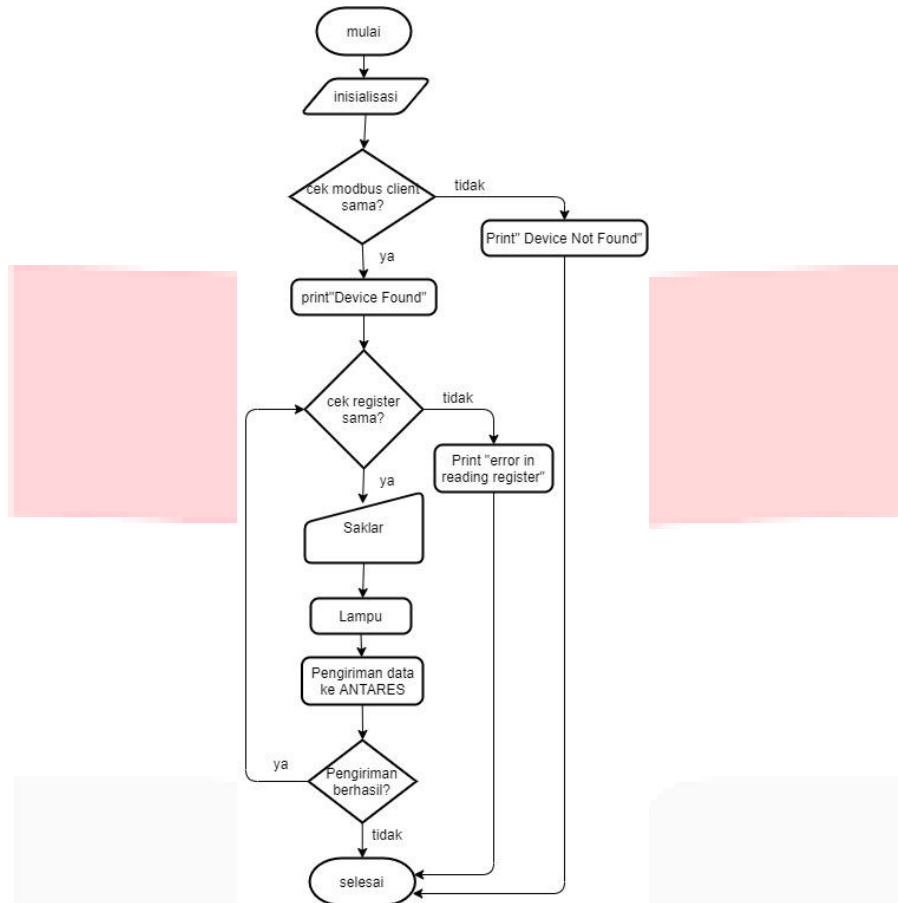
Gambar 3.1 Diagram blok sistem.

PLC merupakan pusat yang mengatur semua dari *input/output* untuk menggerakkan sebuah *plant*. Raspberry Pi akan menerima dan mengelola data dari PLC yang kemudian data tersebut dikirim ke *platform* ANTARES. Data yang dikirim berupa hasil pembacaan *input/output* pada data memori pada PLC. Menggunakan jaringan internet sebagai media penghubung antara ANTARES ke Raspberry Pi. Pengguna (*user*) dapat melihat data yang telah diterima dalam ANTARES sehingga pengguna (*user*) dapat *memonitoring* aktivitas *plant* dari jarak jauh.

3.2 Desain Perangkat Lunak

Diagram Alir proses pengiriman data pada PLC ke mikrokomputer algoritma untuk pengiriman data merujuk pada Gambar 3.2 adalah sebagai berikut.

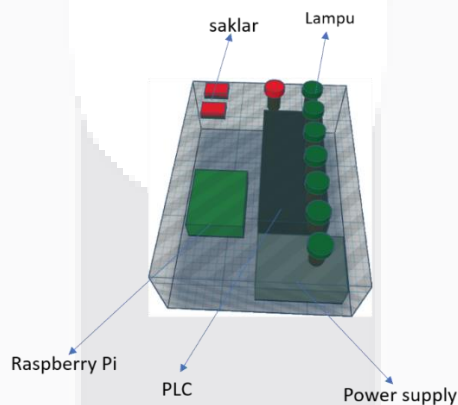
- Raspberry Pi akan mencari *device* yang terhubung lalu mencocokkan MODBUS *client*. Ketika berhasil ditemukan maka lanjut ke tahap selanjutnya, namun jika tidak berhasil ditemukan maka akan langsung keluar dari program;
- Ketika *device* PLC berhasil ditemukan, maka akan mengecek register atau bit data pada PLC jika bit data yang dikirim oleh PLC tidak sesuai akan langsung keluar dari program;
- Selanjutnya Raspberry Pi menerima bit data yang benar dari PLC dan akan membaca alamat dari PLC yang telah berhasil dikirim;
- Setelah bit data memori berhasil dibaca oleh Raspberry Pi, data akan diolah dan dikirim ke server (*cloud* ANTARES) melalui jaringan WIFI. Jika pengiriman ke server berhasil maka akan mengulangi permintaan data monitoring ke server. Jika tidak berhasil maka akan langsung keluar dari program



Gambar 3.2 Diagram Alir

3.3 Desain Perangkat Keras

Perangkat keras sistem komunikasi PLC dengan Raspberry pi via protokol MODBUS dapat dilihat pada gambar 3.3 berikut ini.

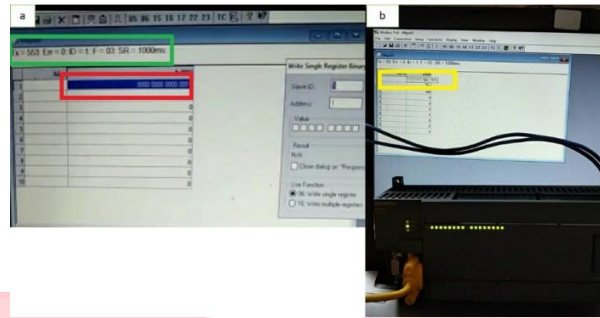


Gambar 3.3 Desain Perangkat Keras.

4. Pengujian Sistem

4.1 Pengujian pada Modbus Simulator

Pada pengujian ini akan dilakukan untuk mengetahui alamat PLC dapat terbaca oleh perangkat lain menggunakan Protokol Modbus RTU dengan menggunakan *software* MODBUS poll .



Gambar 4.1 Hasil Pengujian pada MODBUS Poll

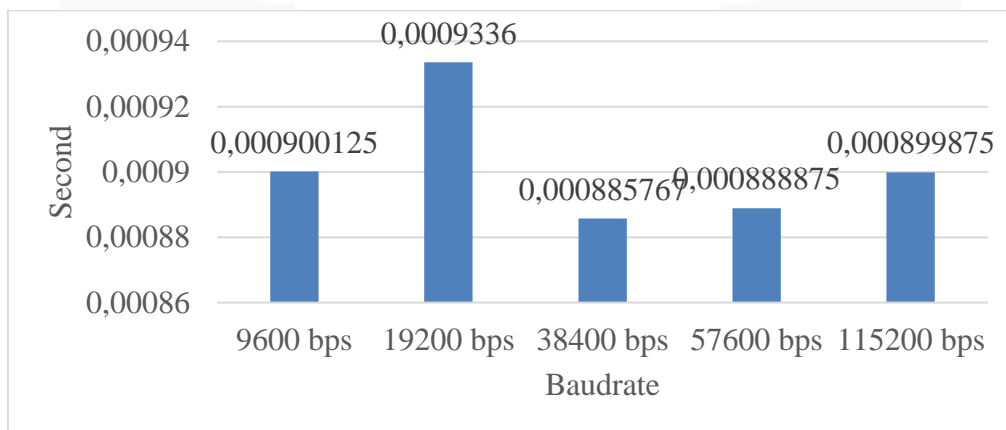
Dari hasil penelitian seperti pada Gambar 4.1 menunjukkan pembacaan alamat PLC yang berhasil terbaca oleh MODBUS poll dapat dilihat pada kotak berwarna kuning menunjukkan nilai 1 yang berarti pada bit 1 kondisi bernilai 1, nilai 0 ketika bit 1 kondisi 0 pada kotak berwarna merah.

4.2 Pengujian Baudrate terhadap Waktu Proses

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui USB-PPI atau media komunikasi pada protokol MODBUS dapat dibaca oleh Raspberry Pi dan mengetahui berapa cepat respon Raspberry Pi membaca data dari PLC. Baudrate yang sudah di atur pada ladder PLC dan program Raspberry Pi adalah 9600 bps, 19200 bps, 38400 bps, 57600 bps dan 115200 bps.

4.2.1 Pengaruh Baudrate terhadap Waktu Pencarian Device

Pengujian ini dilakukan 5 skenario perubahan baudrate dengan masing-masing skenario 40 pengujian perubahan baudrate pada ladder PLC dan program Raspberry Pi terhadap waktu proses pencarian *device*.

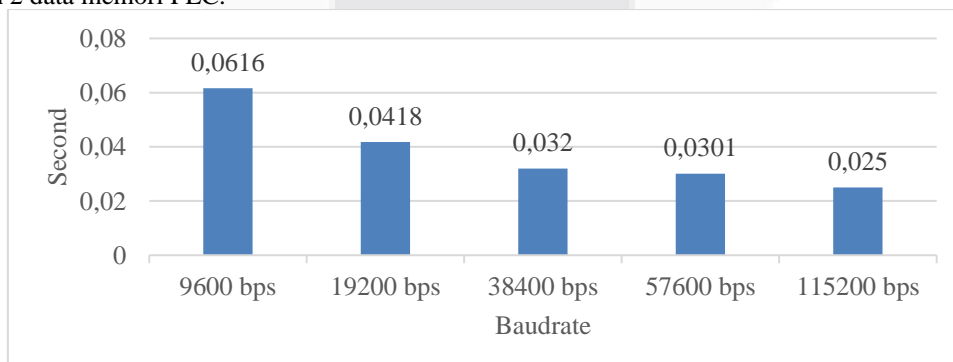


Gambar 4.2 Grafik Nilai Rata-Rata Waktu Proses.

Dari Gambar 4.2 terlihat bahwa grafik cenderung naik turun pada setiap pertambahan baudrate, dengan waktu rata-rata tertinggi pada baudrate 19200 bps yaitu 0,0009336 *second*.

4.2.2 Pengaruh Baudrate terhadap Waktu Proses Pembacaan Data

Pada pengujian ini dilakukan 5 skenario perubahan baudrate dengan masing-masing skenario 6 pengujian perubahan baudrate pada ladder PLC dan program PLC, kemudian akan diamati pengaruh perubahan waktu proses pembacaan 2 data memori PLC.

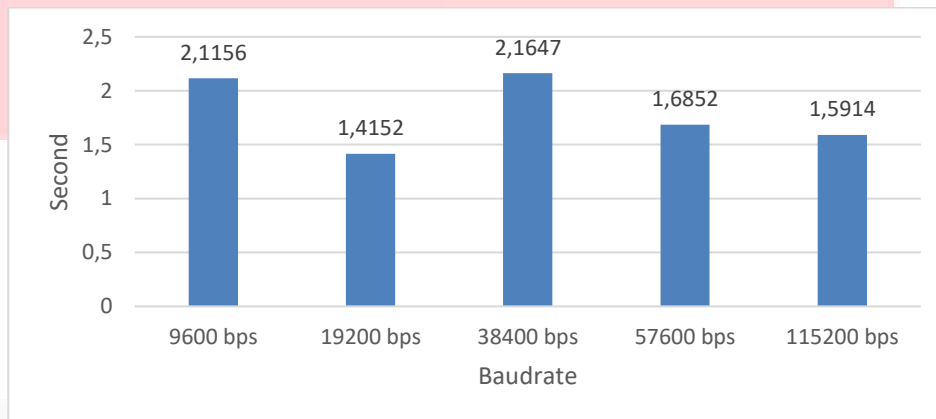


Gambar 4.3 Grafik Rata-Rata Waktu Proses Pembacaan 2 Data Memori PLC

Dari Gambar 4.3 terlihat pada grafik cenderung menurun seiring dengan bertambahnya nilai baudrate, pengaturan nilai baudrate pada program PLC dan Raspberry Pi pada baudrate 115200 memiliki waktu rata-rata terendah yaitu 0,0250 *second* ini membuktikan bahwa waktu proses pembacaan data memori PLC sangat dipengaruhi oleh baudrate *ladder* PLC dan program Raspberry Pi. Sehingga untuk mencapai waktu proses pembacaan data memori PLC yang optimal, harus memilih baudrate 115200 bps.

4.2.3 Pengaruh Baudrate terhadap Waktu Proses Penulisan Perintah Data pada Raspberry Pi

Pada pengujian ini dilakukan 5 skenario perubahan baudrate dengan masing-masing skenario 20 pengujian perubahan baudrate pada PLC dan program PLC, kemudian akan diamati pengaruh perubahan waktu proses penulisan perintah data pada Raspberry Pi.



Gambar 4.4 Grafik Nilai Rata-Rata Waktu Proses

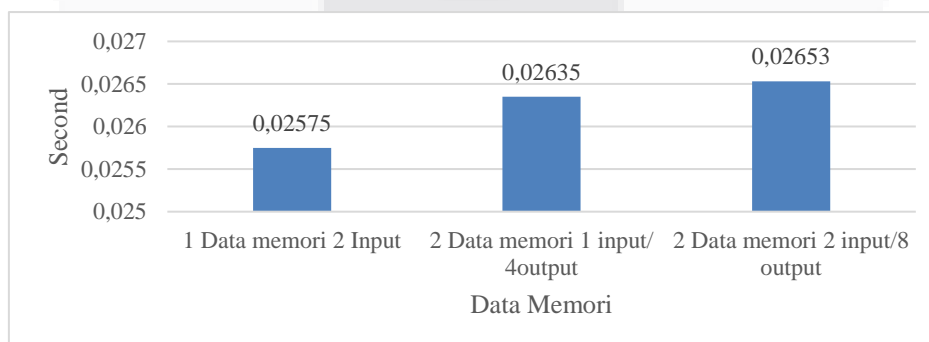
Dari Gambar 4.4 terlihat bahwa grafik cenderung naik turun pada setiap pertambahan baudrate dengan rata-rata tertinggi yaitu 2,1647 *second* pada baudrate 38400 bps.

4.3 Pengujian Banyak Data Memori terhadap Waktu Proses Raspberry Pi

Pada pengujian ini dilakukan analisa pengaruh dari banyak data memori PLC yang di baca terhadap waktu proses pengiriman data ke Raspberry Pi. Banyak data memori yang sudah dibuat pada *ladder* 1 sampai 3 data memori dengan 2 alamat *input*/ 8 alamat *output* dan akan diamati 10 kali percobaan pengiriman data. Kemudian dari perubahan banyak data memori akan diamati pengaruh pada waktu proses pembacaan data memori dan pengiriman data ke *platform* ANTARES dan pada baudrate akan diatur 115200 bps.

4.3.1. Pengaruh Banyak Data Memori terhadap Waktu Proses Pembacaan Data Memori PLC pada Raspberry Pi

Pengujian ini dilakukan dengan 3 skenario terdiri dari 2 alamat *input* dan 8 alamat *output* dengan masing-masing skenario 10 kali percobaan. Kemudian akan diamati pengaruh pada proses pembacaan data.

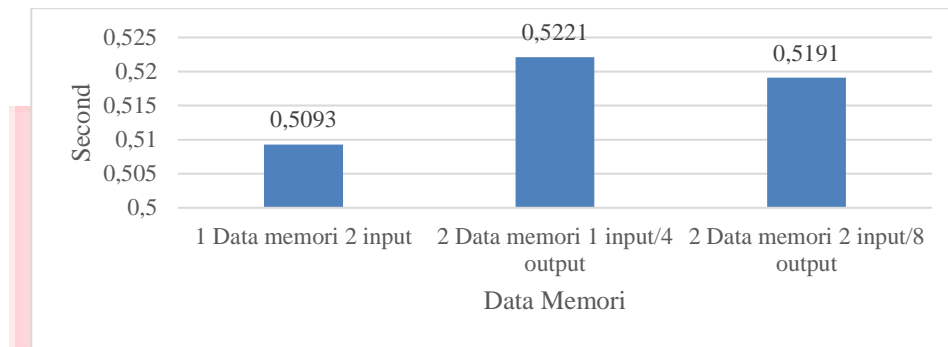


Gambar 4.5 Grafik Rata-Rata Pembacaan Data Memori PLC.

Dari Gambar 4.5 terlihat pada Grafik yang cenderung naik pada setiap penambahan data memori dan alamat *input/output* yang dibaca oleh Raspberry Pi dengan rata-rata tertinggi 0,02653 *second* ini membuktikan bahwa banyaknya data memori dan alamat *input/output* dapat mempengaruhi proses pembacaan data.

4.3.2. Pengaruh Banyak Data Memori terhadap Waktu Pengiriman Data ke ANTARES

Pengujian ini dilakukan dengan 3 skenario terdiri dari 2 alamat *input* dan 8 alamat *output* dengan masing-masing skenario dilakukan 10 kali percobaan. Kemudian akan diamati pengaruh perubahan waktu pengiriman data ke *platform* ANTARES.



Gambar 4.6 Grafik Rata-Rata Waktu Proses Pengiriman Data ke ANTARES.

Berdasarkan Gambar 4.6 terlihat pada Grafik yang cenderung naik turun pada waktu proses pengiriman data ke ANTARES pada saat penambahan data memori dan *input/output* pada PLC, ini membuktikan waktu proses pengiriman data ke ANTARES juga ditentukan oleh baik/buruknya kualitas jaringan internet.

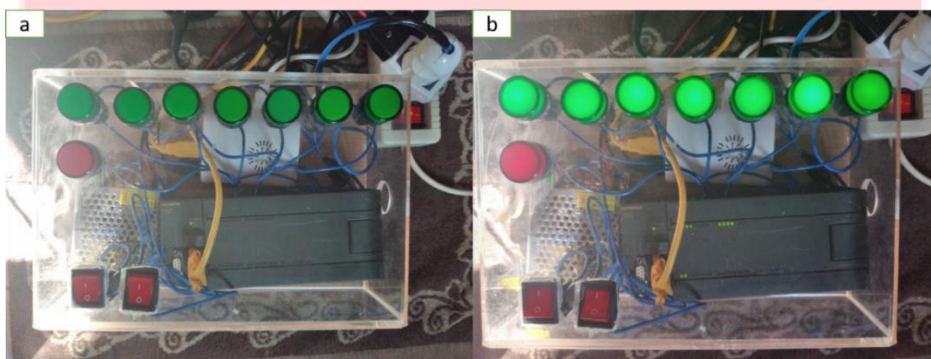
4.4 Pengujian Tingkat Keberhasilan Pengiriman Data

Pengujian dilakukan untuk menguji keseluruhan sistem Raspberry Pi dalam menerima data dari PLC dan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem menjalankan fungsi-fungsi yang telah direncanakan. Pengujian dilakukan dengan mengamati data yang dibaca oleh Raspberry Pi dan ANTARES pengambilan data dengan baudrate yang telah ditentukan pengiriman dilakukan secara terus menerus dan diamati adanya *error* pada setiap baudrate.

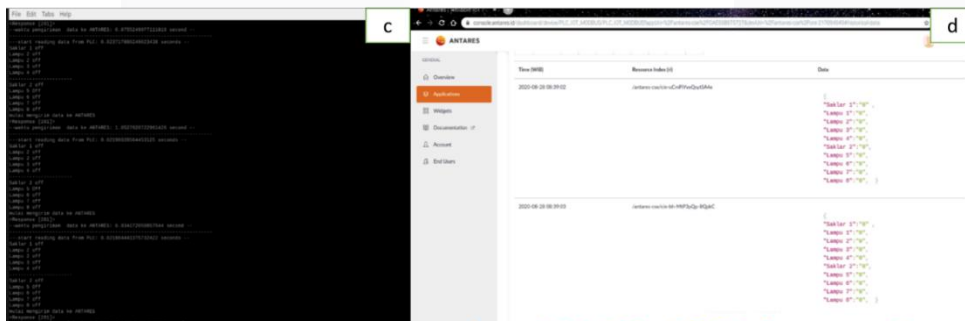
Tabel 4.1 hasil pengujian keseluruhan

Baudrate	Kondisi	Hasil pada Raspberry Pi	Hasil pada ANTARES	Kesimpulan
9600 bps	Saklar <i>off</i> , lampu <i>off</i>	Berhasil mengirim ke Raspberry Pi, pada tampilan Raspberry Pi <i>off</i>	Berhasil mengirim ke ANTARES, pada tampilan ANTARES 0 atau <i>off</i>	BENAR
	Saklar <i>on</i> , lampu <i>on</i>	Berhasil mengirim ke Raspberry Pi, pada tampilan Raspberry Pi <i>on</i>	Berhasil mengirim ke ANTARES, pada tampilan ANTARES 1 atau <i>on</i>	
19200 bps	Saklar <i>off</i> , lampu <i>off</i>	Berhasil mengirim ke Raspberry Pi, pada tampilan Raspberry Pi <i>off</i>	Berhasil mengirim ke ANTARES, pada tampilan ANTARES 0 atau <i>off</i>	BENAR
	Saklar <i>on</i> , lampu <i>on</i>	Berhasil mengirim ke Raspberry Pi, pada tampilan Raspberry Pi <i>on</i>	Berhasil mengirim ke ANTARES, pada tampilan ANTARES 1 atau <i>on</i>	
38400 bps	Saklar <i>off</i> , lampu <i>off</i>	Berhasil mengirim ke Raspberry Pi, pada tampilan Raspberry Pi <i>off</i>	Berhasil mengirim ke ANTARES, pada tampilan ANTARES 0 atau <i>off</i>	BENAR
	Saklar <i>on</i> , lampu <i>on</i>	Berhasil mengirim ke Raspberry Pi, pada tampilan Raspberry Pi <i>on</i>	Berhasil mengirim ke ANTARES, pada tampilan ANTARES 1 atau <i>on</i>	
57600 bps	Saklar <i>off</i> , lampu <i>off</i>	Berhasil mengirim ke Raspberry Pi, pada tampilan Raspberry Pi <i>off</i>	Berhasil mengirim ke ANTARES, pada tampilan ANTARES 0 atau <i>off</i>	BENAR

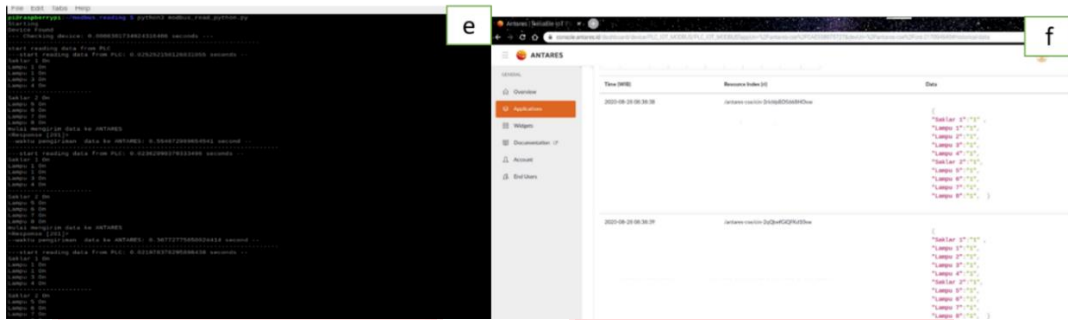
Baudrate	Kondisi	Hasil pada Raspberry Pi	Hasil pada ANTARES	Kesimpulan
	Saklar <i>on</i> , lampu <i>on</i>	Berhasil mengirim ke Raspberry Pi, pada tampilan Raspberry Pi <i>on</i>	Berhasil mengirim ke ANTARES, pada tampilan ANTARES 1 atau <i>on</i>	
115200 bps	Saklar <i>off</i> , lampu <i>off</i>	Berhasil mengirim ke Raspberry Pi, pada tampilan Raspberry Pi <i>off</i>	Berhasil mengirim ke ANTARES, pada tampilan ANTARES 0 atau <i>off</i>	BENAR
	Saklar <i>on</i> , lampu <i>on</i>	Berhasil mengirim ke Raspberry Pi, pada tampilan Raspberry Pi <i>on</i>	Berhasil mengirim ke ANTARES, pada tampilan ANTARES 1 atau <i>on</i>	



Gambar 4.7 Device Tugas Akhir



Gambar 4.8 Tampilan Raspberry Pi dan ANTARES saat *Plant Off*



Gambar 4.9 Tampilan Raspberry Pi dan ANTARES saat *Plant On*

Dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Gambar 4.7, Gambar 4.8, Gambar 4.9 menunjukkan hasil pengujian keseluruhan sistem dari komunikasi PLC dengan Raspberry Pi via protokol MODBUS menunjukkan bahwa sistem yang dirancang telah dapat bekerja dengan baik sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan. Raspberry Pi dapat membaca alamat *input/output* dari PLC dan Raspberry Pi dapat mengirim hasil pembacaan data ke *cloud* ANTARES. Dapat dikatakan bahwa tingkat keberhasilan telah mencapai 100%, 100% artinya bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dan tidak ada *error* pada proses pembacaan data di Raspberry Pi dan *cloud* ANTARES.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Bedasarkan perancangan, pengujian, dan analisis mengenai “Perancangan Sistem Komunikasi PLC dengan Raspberry Pi via Protokol MODBUS” yang telah dilakukan maka penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk membangun komunikasi Raspberry Pi dengan PLC harus menggunakan protokol komunikasi yang bergantung pada masing-masing merk dan jenis PLC dan untuk mengecek PLC dapat berkomunikasi via MODBUS dapat dites menggunakan *software* MODBUS poll. Pada tugas akhir ini berhasil mengkomunikasikan Raspberry Pi B 3+ dengan PLC SIEMENS S7-200 CPU 226 AC/DC/RELAY menggunakan port RS485 dengan protokol MODBUS RTU sebagai komunikasinya;
2. Dengan mengatur baudrate diladder PLC dan program Raspberry Pi 9600 bps, 19200 bps, 38400 bps, 57600 bps, dan 115200 bps. pada waktu proses pencarian *device* rata-rata waktu tertinggi yaitu 0,0009336 *second*, waktu proses terhadap pembacaan data memori rata-rata waktu terendah yaitu 0,0250 *second*. Sehingga untuk mencapai waktu proses pembacaan data yang optimal, pada PLC dan Raspberry Pi harus memilih baudrate 115200 bps dan waktu proses penulisan perintah pada Raspberry Pi rata-rata waktu tertinggi pada baudrate 38400 bps yaitu 2,16475 *second*;
3. Semakin banyak data memori dan *input/output* yang dibaca semakin lama waktu proses pembacaan datanya, hasil yang didapat rata-rata tertinggi pada proses pembacaan data memori dan *input/output* yaitu 0,02653 *second* dan rata-rata pada proses pengiriman data ke ANTARES mengalami naik turun karena dipengaruhi oleh kecepatan internet saat pengujian, rata-rata tertinggi yang didapat saat pengujian yaitu 0,5221 *second*;
4. Sistem yang dibuat berjalan dengan cukup baik dibuktikan dengan mengatur baudrate 9600 bps, 19200 bps, 38400 bps, 57600 bps, dan 115200 bps tidak terjadi *error* data yang dikirim oleh PLC, data 100% terbaca pada Raspberry Pi dan penerimaan data oleh Raspberry Pi dapat di *monitoring* pada ANTARES.

5.2 Saran

Bedasarkan perancangan, pengujian, dan kesimpulan yang telah dilakukan berikut adalah saran-saran yang dapat diberikan penulis untuk kajian lanjutan serta *practical implication*: Pengembangan *device* yang digunakan serta program *input/output* perlu dilakukan, agar *device* memiliki *input/output* yang lebih bervariasi.

6. Daftar Pustaka

- [1] Darawijaya, W. Perancangan dan Implementasi Sistem Monitoring PLC (*Programmable Logic Controller*) Omron CP1H via Ethernet. 1-2. Universitas Telkom, Bandung (2010).
- [2] Dzulfiqaar Adjie S. Perancangan Sistem Monitoring Jarak jauh pada PLC Berbasis Internet of Things (IoT). 1-2. Universitas Telkom, Bandung (2019).
- [3] Prakoso, R. Konstruksi Diagram Ladder Dengan Metode Sequence Charts Untuk Seleksi Dan Perakitan Part Pada Plant Dual Conveyor. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (2017).
- [4] Rizal Irfani Assidiq. Perancangan Monitoring Jarak Jauh Menggunakan Raspberry Pi dan Webcam Berbasis Internet. Universitas Telkom (2017)
- [5] Afijal. Perancangan dan pembuatan Komunikasi Serial Handphone dengan Mikro Sebagai Alat Kontrol Jarak Jauh. (2012). ISBN : 0605031010.
- [6] Sofian Yahya. Prototipe Sistem Remote Monitoring dan Pengukuran Besaran Listrik Menggunakan PLC Berbasis GPRS. Universitas Atma Jaya (2014)
- [7] Muhammad Abdu Ar Rahman. Prototype Pemantau AC berbasis ESP-12E Modul Wifi dan Platform ANTARES Telkom DDS. Universitas Telkom (2018).