

Aplikasi *Internet of Things* (IoT) untuk Pemantauan Simulator Plant Berbasis PLC – *Web Server*

Sarjono Wahyu Jadmiko¹, Dedi Nono Suharno², Septyan Kurniawan Nugraha³

^{1,2,3}Program Studi D4 Teknik Otomasi Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Ciwaruga, Bandung, Indonesia
sarjono_wahyu@polban.ac.id

Abstrak

Perkembangan dunia industri saat ini sangatlah pesat, Industri saat ini memasuki ke era revolusi ke empat yang menyebabkan perbedaan antara fisik, biologis dan digital semakin kabur. Perkembangan ini juga berpengaruh pada pola hidup, pola pikir dan kondisi social manusia. Pada bidang industri hal ini dipacu oleh perkembangan *Internet of Things* (IoT) yang berpotensi membuka lapangan kerja baru serta menghasilkan nilai ekonomis yang tinggi pada tahun 2030. Sistem IoT saat ini masih umum menggunakan mikrokontroler sedangkan pada bidang industri jenis kontroler yang sering digunakan adalah PLC. Masalah juga timbul dari respon waktu yang dibutuhkan, mengingat di industri semua perangkat harus memiliki kepresisian yang tinggi. Sehingga tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun sistem komunikasi antara PLC dan mikrokontroler, merancang dan membangun HMI pada *smartphone* serta merancang dan membangun sistem IoT. Sistem akan dirancang menggunakan PLC dengan komunikasi modbus, memanfaatkan bantuan NodeMCU sebagai perantara PLC dan web server *Antares* sebagai perangkat IoT serta aplikasi android yang dapat melakukan pemantauan dan pengontrolan PLC jarak jauh dengan waktu respon yang singkat. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu dapat melakukan pemantauan pada PLC melalui *smartphone* android dengan waktu keterlambatan menjadi $\pm 1,63$ detik.

Kata kunci: IoT, PLC, NodeMCU, Android, *Web Server*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri saat ini sangatlah pesat, industri saat ini memasuki ke era revolusi ke empat yang menyebabkan perbedaan antara fisik, biologis dan digital semakin kabur. Perkembangan ini juga berpengaruh pada pola hidup, pola pikir dan kondisi social manusia. Pada bidang industri hal ini dipacu oleh perkembangan *Internet of Things* (IoT) yang berpotensi membuka lapangan kerja baru serta menghasilkan nilai ekonomis yang tinggi pada tahun 2030. Pada suatu sistem IoT semua proses di industri berupa pemantauan dan pengontrolan sudah dapat dilakukan kapanpun dan dimanapun, sehingga tidak terbatas ruang dan waktu. Hal ini lah yang menjadi peluang bagi industri untuk mengembangkan dan meningkatkan kualitas produksi dan produktifitas pegawai. Kelebihan dari sistem IoT ini adalah tidak terpaku

pada ruang dan waktu dikarenakan sistem yang telah berbasis internet sehingga tingkat kerugian yang dikarenakan kegagalan sistem dapat diminimalisir karena segala bentuk pemantauan dan pengontrolan dapat dilakukan kapanpun dan dimanapun. Sedangkan kekurangan dari sistem IoT adalah masih terdapatnya keterlambatan data yang dikirim atau diterima, namun keterlambatan ini masih jauh lebih cepat dibandingkan dengan melakukan pengontrolan langsung yang mengharuskan operator berpindah dari satu tempat ke tempat lainya. Selain itu sistem IoT yang saat ini sedang berkembang merupakan sistem IoT berbasis mikrokontroler, sedangkan perangkat yang digunakan pada suatu industri adalah perangkat yang berbasis PLC [1].

Sebelum adanya sistem IoT proses pemantauan dan pengontrolan biasa dilakukan pada personal komputer. Untuk dapat bias berkomunikasi antara

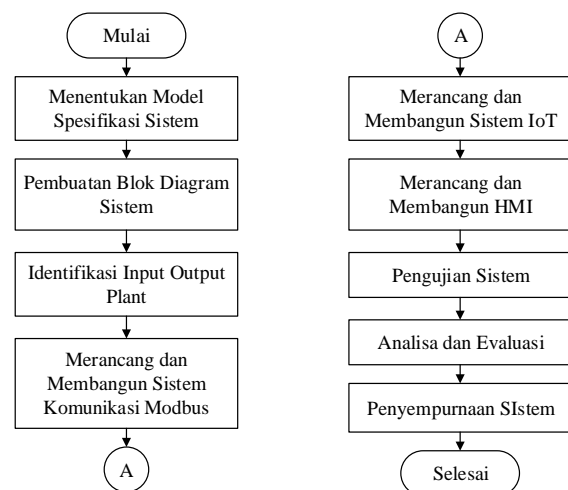
PLC dan personal komputer digunakan protokol komunikasi modbus serial RS485. Berdasarkan hasil penelitian respon waktu yang dibutuhkan untuk sistem komunikasi ini rata-rata 2,6 detik dengan jarak sambungan kabel maksimal 100 meter [2]. Selain dengan komunikasi kabel, komunikasi *bluetooth* juga dapat digunakan sebagai protokol komunikasi antara kontroler dan android, hal ini tidak menggunakan PLC sebagai kontroler melainkan mikrokontroler. Dengan menggunakan metode ini diperoleh komunikasi tanpa kabel yang dapat dikendalikan melalui android dengan jarak maksimal 10 meter dari objek. Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini memiliki kelemahan di segi jangkauan yang jauh lebih pendek [3]. Seiring perkembangan teknologi, sistem IoT mulai dikenal dan diterapkan pada suatu sistem kontrol berbasis mikrokontroler. Dengan menggunakan NodeMCU sebagai kontrolernya dan *Antares* sebagai web server, beberapa peneliti berhasil membuat sistem IoT yang dapat dimonitor melalui *smartphone* android [4]. Sistem IoT ini digunakan pada kendali *smarthome*, namun waktu respon yang dihasilkan masih terlalu lama. Sistem IoT juga dapat diterapkan sebagai pemantau mesin penetas telur [5] dengan menggunakan kontroler yang sama yaitu NodeMCU mampu menghasilkan respon waktu yang lebih cepat yaitu 18,84 detik untuk melakukan pengiriman dan penerimaan data, namun memiliki kekurangan pada eror pembacaan yang mencapai 13.33%. Pada penelitian berikutnya dapat dilakukan perbaikan terhadap respon waktu yang dibutuhkan, diaplikasikan pada kontrol *monitoring* generator set 2KVA dibutuhkan waktu respon ≤ 10 detik [6]. Disisi lain para peneliti juga melakukan pengembangan pada sistem IoT yang diterapkan pada PLC. Diaplikasikan pada sistem pengangkut sampah, proses pengawasan dan pengontrolan dapat dilakukan melalui email [7] dengan bantuan mikrokontroler didalamnya. Dirasa terlalu banyak prosedur yang harus dilakukan maka metode IoT yang diimplementasikan pada PLC diganti menggunakan modem GSM dengan komunikasi RS232. Sistem yang diaplikasikan pada purwarupa SCADA PLTMH berhasil membuang eror pembacaan yang mendekati 0% dengan respon waktu pengiriman data rata-rata 10,38% [8]. Dikarenakan respon yang dibutuhkan harus lebih cepat maka untuk mengatasinya digunakan PLC siemens Logo dan Raspberry Pi sebagai web server, hasilnya respon waktu yang dibutuhkan menjadi 4,15 detik dengan metode pemantauan berupa notifikasi pada aplikasi sosial media [9]. Namun hal tersebut ternyata tidak terlalu efisien, sehingga digunakan protokol komunikasi modbus/TCP yang

berhasil menekan waktu respon menjadi 50 milidetik dengan latensi 0,0094 milidetik, namun hal yang dapat dilakukan oleh sistem adalah menerima data dari android sebagai *input* sistem [10].

Berdasarkan hasil penelitian para peneliti terdahulu, maka dapat disimpulkan bahwa PLC tidak dapat langsung terhubung atau diterapkan pada sistem IoT, namun membutuhkan bantuan mikrokontroler sebagai perantara antara PLC dan internet. Agar dapat dilakukan proses pemantauan dan pengontrolan dari android serta melakukan pemantauan dari personal komputer maka dibutuhkan web server yang dapat diakses oleh keduanya yaitu *Antares* yang dapat diakses langsung melalui android maupun personal komputer. Namun, agar dapat dilakukan pemantauan dan pengontrolan yang baik melalui android maka dibutuhkan tampilan HMI yang sederhana dan mudah dipahami, sehingga perlu dibuat aplikasi mandiri yang terhubung secara langsung ke web server. Maka, penulis memutuskan untuk melakukan penelitian sistem *internet of things* berbasis PLC yang dapat diakses melalui *smartphone* android dan personal komputer dengan perangkat tambahan mikrokontroler NodeMCU sebagai perantara antara PLC dan internet dan *Antares* sebagai web server dengan protocol komunikasi modbus.

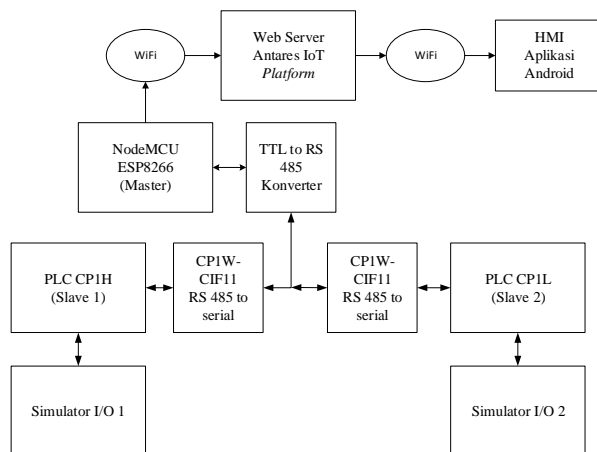
II. METODE PENELITIAN

Pada proses pengerjaan penelitian ini dilakukan tahapan-tahapan agar proses pengerjaan tersusun dengan rapi dan menghasilkan sebuah rancangan sesuai dengan rencana penulis. Gambar 1 tahapan metode pelaksanaan penelitian :



Gambar 1. Metode Penelitian

Penelitian ini membahas mengenai sistem komunikasi antara NodeMCU dan PLC menggunakan protokol komunikasi modbus RTU RS485 yang dilengkapi dengan sistem IoT melalui web server untuk melakukan pemantauan dan pengontrolan jarak jauh. Secara keseluruhan, sistem dapat diilustrasikan oleh blok diagram yang ada pada gambar III.2. Sistem IoT pada proses didistribusi air menggunakan android atau komputer sebagai HMI yang dapat melakukan proses pemantauan dan pengontrolan simulator menggunakan web server Antares. Data yang dikirimkan oleh pengguna akan diterima oleh NodeMCU dan meneruskan perintahnya terhadap kontroler PLC pada simulator 1 dan 2 yang telah terhubung dengan komunikasi modbus dengan NodeMCU. Begitu pula untuk parameter yang terdapat pada simulator akan dikirimkan menuju NodeMCU yang akan meneruskan data melalui web server sehingga pengguna dapat memantau melalui android atau komputer. Pada sistem ini NodeMCU berfungsi sebagai perantara antara web server dan simulator yang dikontrol menggunakan PLC. Sehingga, semua data yang berasal dari simulator maupun dari pengguna akan disimpan sementara pada NodeMCU sebelum diteruskan menuju simulator atau pengguna. Gambar 2 menunjukkan blok diagram sistem.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Spesifikasi sistem merupakan spesifikasi yang diharapkan setelah sistem dibangun. Spesifikasi ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Sistem

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Modbus	NodeMCU ESP8266
2	Modbus Slave	PLC CP1H & CP1L
3	User/HMI	Smartphone/Personal Komputer
4	Jaringan	Wireless : WIFI, Wired : ModbusRTU RS-485
5	Web Server	Antares
6	Scan Rate	
	ModbusRTU	1 s
	Web Server	2 s
7	Supply	4.8 – 5.2 DCV, 220 ACV

Dari tabel 1 diharapkan bahwa perangkat master yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266 dengan dua buah slave yaitu PLC Omron CP1H dan PLC Omron CP1L. Sistem menggunakan koneksi jaringan internet wifi dan menggunakan protokol komunikasi modbus untuk berkomunikasi dengan slave. Web server yang digunakan adalah Antares IoT Platform yang dapat diakses oleh master dan smartphone android/Komputer. Sistem komunikasi Modbus diharapkan dapat melakukan pembaruan data dengan interval satu detik, dan interval dua detik untuk mengupdate data ke web server. Supply yang digunakan adalah power supply 5 VDC untuk master dan 220 VAC untuk slave.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Input Output pada Simulator

Identifikasi input output pada simulator dilakukan untuk mengetahui karakter dari simulator. Bagian pada simulator yang diidentifikasi yaitu input analog, input digital dan output digital. Tabel 2 menunjukkan hasil identifikasi input analog pada simulator.

Tabel 2. Hasil Identifikasi Input Output

Jenis I/O	Minimal		Maksimal	
	Data	(V)	Data	(V)
Ain 1	0	0	6014	4,87
Ain 2	0	0	6014	4,87
Ain 3	0	0	6014	4,87
Din 1	0	0	1	24
Din 2	0	0	1	24
Din 3	0	0	1	24
Dout 1	0	0	1	220
Dout 2	0	0	1	220
Dout 3	0	0	1	220

B. Hasil Pengujian Sistem Komunikasi Modbus

Pengujian protokol komunikasi modbus bertujuan untuk mengetahui apakah request message yang dikirimkan oleh Master dapat dimengerti oleh Slave serta untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan slave untuk memberikan pesan balasan. Pengujian ini dilakukan dua kali yaitu pengujian perangkat slave modbus (PLC CP1H dan CP1L) dan pengujian master modbus (NodeMCU ESP8266). Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Pengujian Modbus Slave

Kode	Fungsi Modbus	Slave 1 (CP1H)	Slave 2 (CP1L)
0x01	Read Coil	v	v
0x02	Read Discrete Inputs	v	v
0x03	Read Holding Register	v	v
0x04	Read Input Register	x	x
0x05	Write Single Coil	v	v
0x06	Write Single Register	v	v
0x10	Write Multiple Registers	v	v

Tabel 4. Hasil Pengujian Modbus Master

Waktu Request (ms)	Waktu Tunggu Respon (s)
5000	18.78
2500	8.48
1000	4.42
500	2.46
250	1.73
100	0.74
50	0.50
25	4.06
15	3.67
0	3.66

C. Hasil Pengujian Sistem IoT

Pengujian sistem IoT bertujuan untuk mengetahui apakah data yang dikirim oleh NodeMCu ESP 8266 diterima oleh web server. Pengujian dilakukan dengan mengirimkan data acak dan dilakukan pemeriksaan pada web server untuk melihat data yang diterima dengan jeda waktu yang berbeda

beda, hal ini bertujuan untuk mengetahui jeda waktu pengiriman tercepat dalam pengiriman data. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sistem IoT

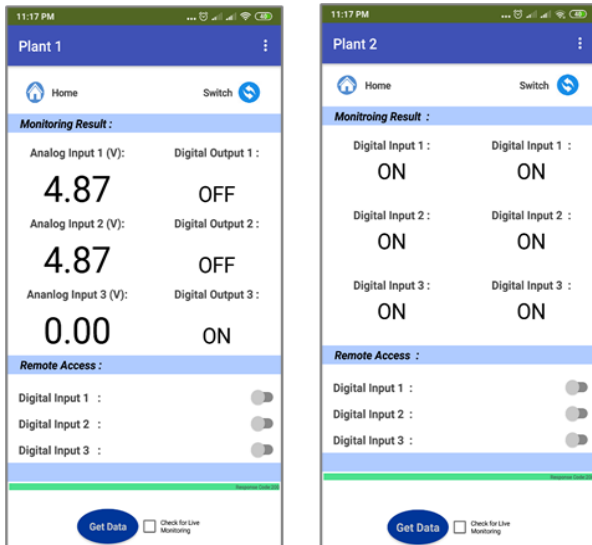
Ai1	Ai2	Ai3	Do1	Do2	Do3	Selisih Waktu (s)
0.04	0	0	1	1	1	0
1.24	0	0	1	1	1	1
2.28	0	0	1	1	1	1
3.52	0	0	1	1	1	1
4.87	0	0	1	1	1	1
4.87	0.24	0	1	1	1	1
4.87	1.51	0	1	1	1	1
4.87	3.38	0	1	1	1	1
4.87	4.87	0	1	1	1	1
4.87	4.87	0	1	0	1	1

D. Hasil Pengujian HMI

Tujuan dari pengujian HMI adalah untuk mengetahui keberhasilan HMI dalam membaca data dari web server. Pengujian dilakukan dengan pengiriman data pemantauan dari NodeMCU ESP8266 ke web server lalu HMI akan membaca perubahan data pada web server dan menampilkan datanya pada HMI yang berupa aplikasi android. Pengujian ini juga dilakukan untuk mengukur keterlambatan penampilan data berdasarkan jarak master dengan HMI-nya. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 6 dan gambar 3.

Tabel 6. Hasil Pengujian HMI

Jarak (m)	Waktu Keterlambatan Data (s)
0	1,39
10	1,67
20	1,03
30	2,45
40	2,01
50	1,67
60	1,15
70	2,78
80	0,93
100	1,28
Rata- rata	1.63



Gambar 3. Hasil Pengujian HMI

E. Hasil Pengujian Keseluruhan

Dari hasil pengujian yang diperoleh, sistem dapat berjalan sebagai mana mestinya dengan pencatatan waktu perubahan data pada HMI rata-rata 1,63 detik. Hal ini dipengaruhi oleh master yang harus melakukan beberapa kali pengiriman pesan permintaan terhadap slave sebelum data dikirimkan ke *web server*. Lalu terdapatnya beberapa *device* yang terdapat pada *web server* mempengaruhi kecepatan pembacaan HMI yang kerap mengalami kegagalan dalam pengambilan data, serta jaringan internet yang terdapat pada WiFi juga dapat mempengaruhi waktu keterlambatan tersebut.

IV. KESIMPULAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun sistem komunikasi antara PLC dan mikro kontroler, merancang dan membangun HMI pada smartphone serta merancang dan membangun sistem IoT yang dapat mengurangi keterlambatan data menjadi lebih cepat dari lima detik. Penulis mengambil kesimpulan dari hasil analisis dengan menggunakan data pengujian yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa :

- Identifikasi simulator *input output* berhasil dilakukan dan diketahui *input* digital memiliki range 0-4,87 VDC, *input* digital 0 dan 24 VDC, *output* digital 0 dan 220 VAC.
- Sistem komunikasi antara PLC dan mikrokontroler telah berhasil dibuat

menggunakan protokol komunikasi modbus dengan waktu penerimaan pesan balasan ± 1 detik.

- HMI pada smartphone android berhasil direalisasikan dengan hasil pembacaan sesuai dengan pembacaan master komunikasi.
- Sistem IoT berhasil direalisasikan untuk melakukan pemantauan dengan waktu keterlambatan data $\pm 1,63$ detik.
- Mengembangkan sistem sehingga dapat melakukan sifat pengendalian jarak jauh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Unit Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (UPPM) Politeknik Negeri Bandung atas Hibah Penelitian Mandiri dengan Nomor Kontrak: B/249.85/PL1.R7/PG.00.03/2020.

REFERENSI

- [1] S. Sumaryono, A. Setya and W. Najib, "Pemberdayaan Sensor Smartphone Android dalam Industri Internet of Things (IIoT) Berbasis Protokol MODBUS/TCP," *CITEE 2019*, pp. 269-275, 2019.
- [2] T. Pangaribowo and H. Yulianda, "Sistem Monitoring Suhu Melalui Sistem Komunikasi Programable Logic Controller to Personal Computer," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 7, no. 3, pp. 175-180, 2016.
- [3] I. A. B. Andhika, "Monitoring Suhu Pemanas Portable Berbasis Arduino yang Terintegrasi dengan Android," *UMS*, pp. 1-14, 2017.
- [4] M. A. Ashari and L. Lidyawati, "IoT Berbasis Sistem Smarthome Menggunakan NodeMCu V3," *JKTE UTA'45*, vol. 3, no. 2, pp. 67-172, 2019.
- [5] F. Adriansyah, M. F. Lawasi and C. F. Hadi, "Sistem Monitoring Inkubator Penetas Telur Berbasis Android," *ZETROEM*, vol. 01, no. 02, pp. 9-16, 2019.
- [6] D. A. Wibowo, Suhanto and Darmadji, "Rancang bangun Implementasi Internet of Things Kontrol dan Monitoring pada Generator Set 2 KVA," *SNITP 2019*, pp. 1-8, 2016.
- [7] M. C. Afrian, M. T. Asron and R. Wicaksono, "Prototipe Pengangkut Sampah Otomatis pada Pintu Ali dengan Sistem Informasi Menggunakan NodeMCU

ESP8266 Berbasis PLC,” *DOI*, vol. 5, no. 2, pp. 95-105, 2018.

- [8] S. Yahya, “Purwarupa SCADA PLTMH Menggunakan Komunikasi Modem GSM Berbasis PLC,” *National Conference of Applied Sciences, Engineering, Business and Information Technology*, pp. 290-397, 2016.
- [9] P. Avina, H. Wicaksono and P. Santoso, “Sistem Keamanan Bangunan Multi Lokasi Berbasis IoT Menggunakan Siemens Logo! dan Raspberry Pi,” *SinarFe7*, pp. 376-381, 2018.
- [10] Nurpadmi, “Studi Tentang Modbus Protokol pada Sistem Kontrol,” *Forum Teknologi*, vol. 01, no. 2, pp. 1-9, 20165.