

Sistem Monitoring Instrument Air Compressor (IAC) berbasis SCADA dengan Komunikasi Modbus RTU RS-485

Muchamad Chadiq Zakaria, Edy Kurniawan, Jawwad Sulthon H

Program Studi Teknik Elektro
Universitas Muhammadiyah Ponorogo
mohzakaria10@gmail.com, edy@umpo.ac.id, sulthon.habiby@gmail.com

Received: September 2020; Accepted: Oktober 2020; Published: November 2020

DOI: <http://dx.doi.org/10.30649/j-eltrik.v2i2.117>

Abstrak

PLTU Pacitan adalah salah satu pembangkit listrik di Jawa Timur yang memiliki kapasitas 2×315 MW yang dibangun pemerintah pada *Fast Track Program 1*. *Instrument Air Compressor (IAC)* adalah salah satu peralatan bantu di PLTU Pacitan yang berfungsi sebagai suplai udara ke sistem pneumatik seluruh *plant*. Namun, peralatan ini tidak bisa dimonitor oleh *operator Central Control Room (CCR)* dengan maksimal. Parameter yang dapat dikontrol sangat terbatas. Hal ini dikarenakan terbatasnya jumlah terminal *Field Bus Module (FBM)* yang tersedia. Rumusan masalah adalah bagaimana cara membuat modul komunikasi untuk menampilkan parameter *Instrument Air Compressor System* ke *display HMI operator CCR* secara *real time*. Tujuan dari perancangan alat ini adalah membuat modul komunikasi yang aman dan handal untuk menampilkan semua parameter *Instrument Air Compressor* yang ada dilokal tampil di *display komputer CCR*. Metode yang digunakan adalah pengontrolan dan pemantauan parameter ditransmisikan dari lapangan ke CCR menggunakan komunikasi serial protokol modbus RS485. Untuk meningkatkan pengelolaan peralatan tidak hanya dikontrol dan dimonitor tetapi juga menampilkan *fault alarm* untuk mengingatkan *operator* bahwa peralatan mengalami ketidaknormalan. Perancangan *prototype* menggunakan komputer sebagai HMI dan arduino nano sebagai mikrokontroller. Manfaat dari perancangan modul komunikasi ini adalah mengganti peran FBM yang jumlah terminal *input* dan *output* yang terbatas dan memiliki harga yang mahal serta meningkatkan kehandalan *Instrument Air Compressor System*.

Kata kunci : *Instrument Air Compressor (IAC)*, Protokol Modbus , Pneumatik

Abstract

The Pacitan Power Plant is one of the power plants in East Java that has a capacity of 2×315 MW which was built by the government in the Fast Track Program 1. The Instrument Air Compressor (IAC) is one of the auxiliary equipment at the Pacitan Power Plant that provides air supply to the factory's advanced pneumatic system. However, this equipment cannot be monitored by the Central Control Room (CCR) operator to the maximum. The parameters that can be controlled are very limited. This is due to the limited number of available Field Bus Module (FBM) terminals. The problem formulation is how to create a communication module to display the parameters of Instrument Air Compressor System to display the HMI CCR operator in real time. The purpose of designing tool is to create a safe and reliable

communication module to display all the parameters of the existing Air Compressors to be displayed in the CCR's computer display. The method used is the control and transmission parameters that are transmitted from the field to the Central Control Room using serial communication RS485 Modbus Protocol. To improve equipment management not only is controlled and monitored but also displays alarm errors to alert the operator, the equipment increases abnormalities. The design prototype uses a computer as HMI and Arduino Nano as a microcontroller. The benefits of designing this communication module are replacing the role of FBM which has a limited number of input and output terminals and has a high price and increases the reliability of Instrument Air Compressor System.

Key words: *Instrument Air Compressor (IAC), Modbus Protocol , Pneumatic*

I. PENDAHULUAN

PLTU Pacitan adalah salah satu pembangkit listrik di Jawa Timur yang memiliki kapasitas 2×315 MW yang dibangun pemerintah pada *Fast Track Program 1*. *Instrument Air Compressor (IAC)* adalah salah satu peralatan bantu di PLTU Pacitan yang memiliki peran penting yaitu menyuplai udara ke *pneumatic system* seluruh *plant*. Namun, peralatan ini tidak bisa dimonitor oleh *operator Central Control Room (CCR)* dengan maksimal. Parameter yang dapat dikontrol sangat terbatas. Hal ini dikarenakan terbatasnya jumlah terminal *Field Bus Module (FBM)* yang tersedia.

Rumusan masalah adalah bagaimana menampilkan parameter *Instrument Air Compressor System* ke *display HMI operator CCR* secara *real time*. Tujuan perancangan alat ini adalah membuat modul komunikasi yang aman dan handal untuk menampilkan semua parameter *Instrument Air Compressor* yang ada dilokal agar tampil di CCR. Modul Komunikasi Modbus dibuat menggunakan mikrokontroller arduino sebagai kontroler komunikasi dan *software InduSoft Web Studio* sebagai *Human Machine Interface (HMI)* dan protokol komunikasi yang digunakan adalah Modbus RS485.

Berdasarkan jurnal yang berjudul *Design of Compressor Monitoring System Based on Modbus Protocol* yang dibuat oleh Tu Xuyue pada tahun 2010 men-

jelaskan bahwa peran kompresor di *Nanchang Railway Bureau* sangat penting. Kompresor berfungsi sebagai suplai udara pneumatik. Karena begitu pentingnya peran kompresor maka diperlukan alat untuk memantau kondisi peralatan tersebut. Tidak hanya *controlling* dan *monitoring* tetapi juga menampilkan semua parameter dan *fault alarm* untuk mengingatkan *operator* dalam pengelolaan kompresor. Di PLTU Pacitan fasilitas untuk *monitoring* kompresor sangat terbatas. Oleh karena itu perlu modifikasi peralatan untuk menyelesaikan masalah tersebut. Berangkat dari ide inilah kompresor di PLTU Pacitan dilakukan *improvement* dengan cara menampilkan semua parameter dan *fault alarm* dapat terpantau oleh *operator CCR*.

Komunikasi Data Serial *Multipoint* Menggunakan Teknik RS485 *Half Duplex* adalah jurnal ilmiah Poli Rekayasa Volume 3, nomor 2 karya Rikki Vitria yang membahas tentang bagaimana cara berkomunikasi peralatan menggunakan teknik komunikasi modbus RS485. Teknik ini dapat diterapkan di PLTU Pacitan karena komunikasi ini sesuai dengan yang dibutuhkan.

Komunikasi modbus RS485 dapat berjalan dengan baik hingga jarak 1200 meter. Modbus RS485 adalah komunikasi *multipoint* yang dilakukan oleh *master* dan *slave*. *Master* mampu terhubung dengan 32 *slave* sekaligus diwaktu yang sama hanya menggunakan dua buah kabel dan tanpa referensi *ground* yang sama. RS485 memiliki kelebihan jika terjadi gangguan

listrik di saluran transmisi maka induksi diterima oleh kedua kabel. Karena *receiver* membandingkan selisih tegangan diantara dua kabel transmisi maka induksi tegangan tidak berpengaruh pada *output*. Semua peralatan yang mendukung protokol komunikasi ini dapat saling terhubung seperti PLC, komputer, HMI, *I/O device*, *driver* dan lain – lain.

II. METODE PENELITIAN

Di dalam bab ini penulis membahas tentang perencanaan alat terdiri dari perencanaan prinsip kerja dan pembuatan alat. Penjelasan flow chart:

Analog output dan *digital output* yang berasal dari *output* IAC dibaca oleh arduino. *Analog output* modul output IAC berupa arus 4 - 20 mA yang kemudian dikonversi menjadi tegangan dengan menambahkan *resistor* 250 ohm pada arduino. Sedangkan *digital output* berupa tegangan 0 atau 5 Volt. *Analog output* menghasilkan data 0 sampai 1023 data desimal. Sedangkan *digital output* menghasilkan data 1 dan 0 biner. *Analog input* terbaca dengan *register* 40000 – 40007 dan *digital in-put* terbaca dengan *register* 40008 – 40015. Kemudian data dikirim ke HMI.

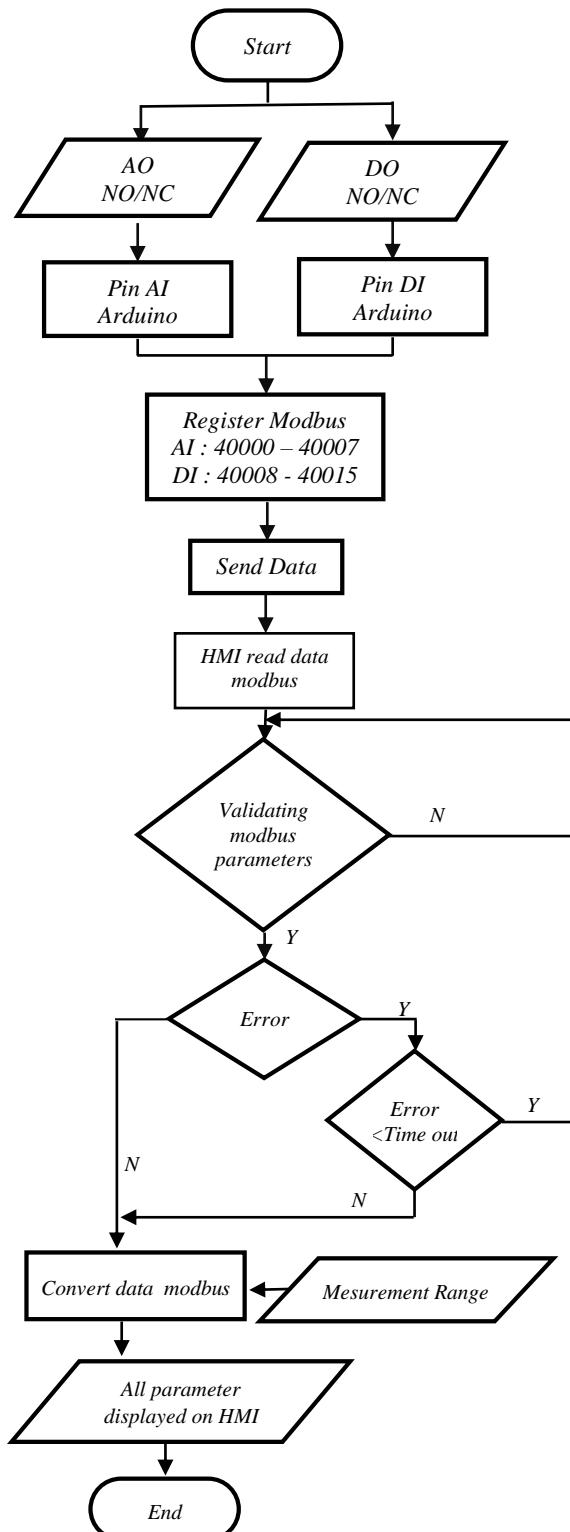
HMI membaca data modbus kemudian melakukan validasi parameter komunikasi modbus (*baudrate*, *stop bit*, *parity*, *data bit*). Parameter tersebut harus sama antara modul komunikasi dan HMI. Jika validasi gagal maka akan mengulangi proses validasi dari awal.

HMI melacak kesalahan, jika ditemukan kesalahan kurang dari waktu *time out* maka komunikasi akan lanjut ke konversi data modbus, jika pencarian kesalahan lebih dari *time out* maka kembali ke validasi parameter data modbus. Jika tidak ditemukan kesalahan sama sekali maka komunikasi lanjut ke konversi data modbus.

Konversi data modbus disesuaikan dengan skala pengukuran alat ukur *trans-*

mitter sehingga nilai yang muncul di HMI adalah nilai besaran yang diukur.

Prinsip Kerja



Gambar 2. Flow chart Prinsip Kerja Alat

Pembuatan Alat

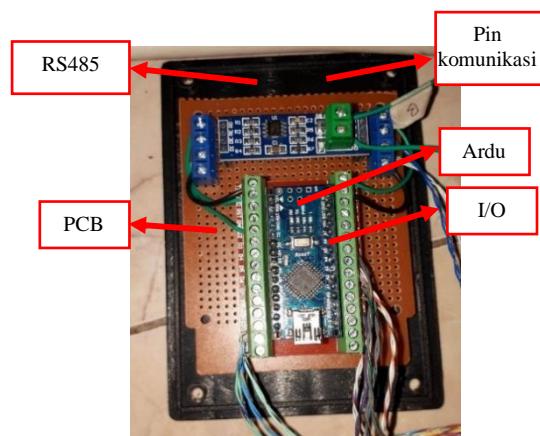
Pembuatan alat terdiri dari pembuatan Modul Komunikasi Modbus dan HMI (*Human Machine Interface*).

a. Modul Komunikasi



Gambar 3. Modul Komunikasi Modbus

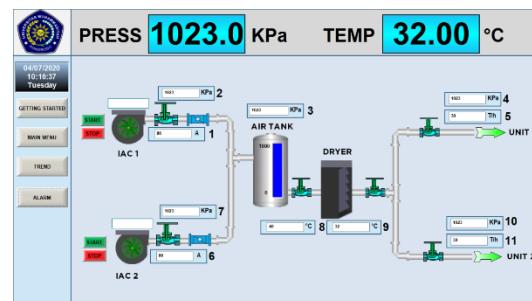
Modul Komunikasi Modbus di rangkai ke dalam papan sirkuit PCB agar komponen elektronika tertata rapi, efisien dan bekerja dengan baik. Untuk melindungi komponen elektronika dari debu maka komponen elektronika disimpan di dalam box PVC dengan ketebalan 3 mm berukuran 12 x 8 x 5 cm.



Gambar 4. Rangkaian Modul Komunikasi Modbus

b. Pembuatan HMI Prototype

HMI dirancang menggunakan *software Indusoft Web Studio*. Didalam HMI terdapat parameter *pressure*, *temperature*, *flow air* dan *current*. HMI juga menampilkan menu *flow diagram*, *alarm* dan *trend*.



Gambar 5. HMI Prototype

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini penulis membahas pengujian alat. Pengujian dilakukan ntuk mengetahui hasil kinerja alat. Pengujian yang dilakukan diantaranya adalah:

a. Pengujian Pembacaan input

Pengujian pembacaan *input* adalah pengujian untuk mengetahui tingkat kesalahan Modul Komunikasi Modbus dalam membaca *input*. *Input* data yang terbaca oleh Modul Komunikasi Modbus adalah tegangan 0 hingga 5 Volt. Tabel 1 adalah hasil pengujian pembacaan input. Berdasarkan tebel tersebut didapatkan hasil rata – rata error pembacaan adalah 0.06%.

Tabel 1. Hasil Pengujian Pembacaan Input

Tegangan Terukur	Data Terukur (dec)	Data Seharusnya (dec)	Error (%)
0.01	0	0	0
0.56	116	115	0.87
1.028	209	210	-0.48
1.52	313	311	0.64
2.04	420	417	0.72
2.522	514	516	-0.39
3.06	625	626	-0.16
3.502	717	717	0
4.04	825	827	-0.24
4.55	928	931	-0.32
5.02	1023	1023	0
Rata – rata error			0.06

b. Pengujian Fungsi Protokol Modbus

Pengujian fungsi protokol Modbus dilakukan untuk mengetahui bahwa fungsi Modbus yang telah diatur berfungsi dengan baik. *Holding register* adalah fungsi protokol Modbus yang dibutuhkan dalam penerapan alat ini di PLTU Pacitan. Jarak peralatan IAC dengan CCR kurang lebih 100 meter, maka pengujian ini dilakukan dengan jarak antara *Master* dan *Slave* 100 meter.

Holding register adalah fungsi protokol Modbus yang dibutuhkan dalam penerapan alat ini di PLTU Pacitan. Pengujian yang dilakukan antara *master* dengan *slave*

yang berjarak 100 meter ini membuktikan komunikasi modbus dapat bekerja dengan baik. Hal ini dikarenakan fungsi *holding register* adalah fungsi yang telah diprogram pada modul komunikasi. Tabel 2 adalah hasil pengujian fungsi protokol modbus. Berdasarkan tabel tersebut terlihat bahwa pengujian fungsi protokol Modbus *holding register input* dan *output* berjalan dengan baik. *Query Master* kepada *Slave* pada masing - masing *register* dapat diterima dan dikerjakan dengan baik oleh *Slave* 1 dan 2. Data yang dikirim juga dapat terbaca dengan baik oleh *Master*.

Tabel 2. Hasil Pengujian Fungsi Protokol Modbus

Fungsi	Slave	Register	Data (Hex)	I/O	Respon
3 (Holding Register)	1	40001	161	AI	OK
		40002	16E	AI	OK
		40003	1	DI	OK
		40004	1	DO	OK
	2	40001	1A3	AI	OK
		40002	1B0	AI	OK
		40003	1	DI	OK
		40004	1	DO	OK

c. Pengujian Interferensi Alat

Pengujian interferensi alat adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kehandalan alat ketika terjadi gangguan. Pengujian ini dilakukan dengan 3 pengujian. Pengujian pertama yaitu melintaskan gelombang elektromagnetik di jalur komunikasi Modbus. Gelombang elektromagnetik didapatkan dari gelombang radio yang dipancarkan alat komunikasi HT (*Handy Talky*) yang biasa digunakan oleh *operator* dalam melakukan koordinasi pengoperasian peralatan.

Pengujian kedua adalah menguji kehandalan Modul Komunikasi Modbus terhadap medan magnet yang ditimbulkan oleh motor IAC. Pengujian ketiga adalah menguji kehandalan Modul Komunikasi Modbus terhadap jarak *master* dan *slave*. Penulis melakukan pengujian tersebut menggunakan osiloskop. Data hasil

pengujian diolah dan disajikan ke dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Interferensi Alat

Penyebab Gangguan	Jarak (cm)	Hasil Komunikasi
HT	<15	Terganggu
	>15	Aman
Motor	0	Aman
Jarak	<10000	Aman

d. Pengujian Fungsi Invalid

Pengujian fungsi *invalid* adalah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui komunikasi Modbus berjalan dengan baik dan mendapatkan data yang valid atau tidak. Pengujian ini akan mendapatkan hasil kode *exception response* dan *time out error* bila komunikasi berjalan tidak normal.

Dari hasil pengujian pertama penulis mendapatkan hasil *invalid function*, ini ter-

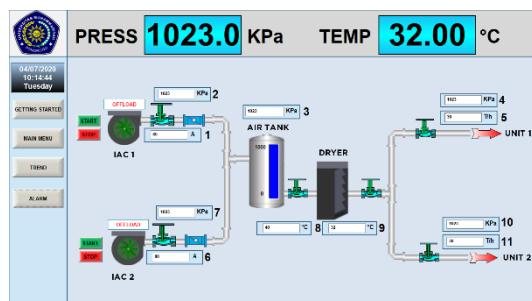
jadi karena *slave* tidak bisa mengangani *query* dari *master*. Hal ini disebut *Exception Response*. *Register* pada *slave* adalah 40001 - 40018 namun *master* meminta data dari *register* 40019. Pengujian kedua terlihat bahwa fungsi 7 adalah fungsi *invalid*. Hal ini terjadi karena Modul Komunikasi Modbus tidak mendukung

fungsi tersebut. Pengujian ketiga dan keempat adalah *query* dari *master* tidak mendapat respon *slave*. Hal ini terjadi karena Modul Komunikasi Modbus hanya mempunyai 2 *slave* yang aktif yaitu *Slave ID* 01 dan 02.

Tabel 4. Hasil Pengujian Invalid

Slave ID	Fungsi	Register	Respon	Ket
2	3	40010 s/d 40019	02 <i>Illegal Data Address</i>	<i>Invalid Function</i>
2	7	40001 s/d 40017	01 <i>Illegal Function</i>	<i>Invalid Function</i>
3	3	40001 s/d 40017	<i>No Response</i>	<i>Time - out Error</i>
5	3	40001 s/d 40017	<i>No Response</i>	<i>Time - out Error</i>

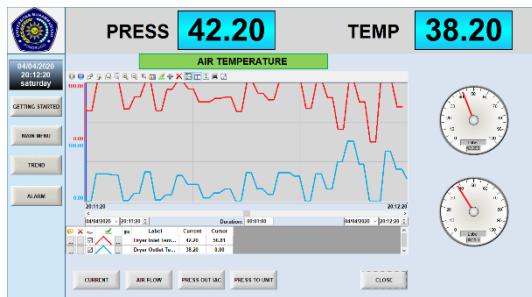
e. Pengujian Monitoring HMI



Gambar 6. Display HMI Menu Utama

Di dalam HMI terdapat menu utama yang isinya adalah gambar *flow diagram* *Instrument Air Compressor System*. Di dalam display menu ini juga menampilkan status kompresor, perintah *start* dan *stop* dan juga parameter peralatan yaitu *pressure*, *temperature*, *current* dan *flow air*.

Dalam display menu menampilkan *alarm list* yang muncul. Fungsi dari penampilan *alarm* adalah untuk memberi tahu *operator* tentang kondisi peralatan *Instrument Air Compressor*. Selain menampilkan alarm juga menampilkan *alarm history* yang pernah terjadi. *History* berfungsi untuk mempermudah *operator* dalam menganalisa masalah dan juga untuk mempermudah dalam mengevaluasi kinerja *Instrument Air Compressor*.



Gambar 7. Display Menu Trending

Dalam display utama terdapat menu *trending* yang jika dibuka akan menampilkan *history* semua parameter seperti *pressure*, *temperature*, *flow* dan *current*. *Instrument Air Compressor* bekerja. *Trending* disajikan dalam bentuk grafik agar lebih mudah dibaca dan dipahami *operator*.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisa yang telah dilakukan penulis menyimpulkan bahwa sistem telekontrol modbus *holding register* bekerja dengan baik dengan jarak 50 hingga 100 meter. Modul komunikasi dapat menampilkan semua parameter secara *realtime* di HMI. Modul ini dapat

diterapkan di PLTU Pacitan untuk membantu pengelolaan pengoperasian *Instrument Air Compressor System*.

[4] T. Anang. “*Rancang Bangun Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) Pada Proses Pembubuhan Tawas di PDAM Karangpilang I*”. 2010. https://www.researchgate.net/publication/277074850_Rancang_Bangun_Supervisory_Control_And_Data_Acquisition_SCADA_pada_Proses_Pembubuhan_Tawas_di_PDAM_Karangpilang_I_Surabaya. Diakses pada tanggal 18 Oktober 2019.

V. RUJUKAN

- [1] Dongfang Electric Company. “*Indonesia Pacitan 2 x 315 MW Coal Fired Power Plant Boiler Operation Manual*”. Diperoleh dari Indonesia Pacitan 2 x 315 MW Coal Fired Power Plant Boiler Operation Manual. pdf. diakses tanggal 23 Oktober 2019. 2009.
- [2] Nurpadmi. Studi Tentang Modbus Protokol Pada Sistem Kontrol. Vol. 01 No. 2.
- [3] T. Agus, Sudjadi, I. Setiawan. “*Sistem Telekontrol SCADA dengan Fungsi Dasar Modbus Menggunakan Mikrokontroller AT89S51 dan Komunikasi Serial RS485*”. Universitas Diponegoro. 2007. Diakses pada tanggal 14 Februari 2020.
- [4] T. Anang. “*Rancang Bangun Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA) Pada Proses Pembubuhan Tawas di PDAM Karangpilang I*”. 2010. https://www.researchgate.net/publication/277074850_Rancang_Bangun_Supervisory_Control_And_Data_Acquisition_SCADA_pada_Proses_Pembubuhan_Tawas_di_PDAM_Karangpilang_I_Surabaya. Diakses pada tanggal 18 Oktober 2019.
- [5] V. Rikki. “*Komunikasi Data Serial Multipoint Mengguna-kan Teknik RS485 Half Duplex*”. Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa Volume 3, Nomor 2. 2008. https://www.Academia.edu/10348721/RS485_oleh_Rikki_Vitria. Diakses pada tanggal 18 Oktober 2019.